



UPOV

International Union for the Protection of New Varieties of Plants

SÉMINAIRE SUR LE RÔLE DE L'OBTENTION VÉGÉTALE ET LA PROTECTION DES OBTENTIONS VÉGÉTALES POUR PERMETTRE À L'AGRICULTURE D'ATTÉNUER LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET DE S'Y ADAPTER

11, 12 et 26 Octobre 2022

©UPOV, 2024



Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

La présente œuvre est publiée sous la licence Creative Commons – Attribution 4.0 International.

L'utilisateur est libre de reproduire, distribuer, adapter, traduire et exécuter en public le contenu de la présente publication, y compris à des fins commerciales, sans autorisation expresse, pour autant que l'UPOV soit mentionnée en tant que source et que toute modification apportée au contenu original soit clairement indiquée.

Les adaptations, traductions et œuvres dérivées ne peuvent en aucun cas arborer l'emblème ou le logo officiel de l'UPOV, sauf si elles ont été approuvées et validées par l'UPOV. Pour toute demande d'autorisation, veuillez nous contacter via upov.mail@upov.int.

Pour toute œuvre dérivée, veuillez ajouter la mention ci après : "Le Secrétariat de l'UPOV décline toute responsabilité concernant la modification ou la traduction du contenu original."

Lorsque le contenu publié par l'UPOV comprend des images, des graphiques, des marques ou des logos appartenant à un tiers, l'utilisateur de ce contenu est seul responsable de l'obtention des droits auprès du ou des titulaires des droits.

Pour voir un exemplaire de cette licence, veuillez consulter l'adresse suivante : <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Tout litige découlant de la présente licence qui ne peut pas être réglé à l'amiable sera soumis à l'arbitrage, conformément au règlement d'arbitrage de la Commission des Nations Unies pour le droit commercial international (CNUDCI) en vigueur. Toute sentence rendue à l'issue d'un arbitrage s'impose aux Parties et règle définitivement leur différend.

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'UPOV aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

Les opinions exprimées dans cette publication ne reflètent pas nécessairement celles des membres de l'UPOV ou du Secrétariat de l'UPOV.

La mention d'entreprises particulières ou de produits de certains fabricants n'implique pas que l'UPOV les approuve ou les recommande de préférence à d'autres entreprises ou produits analogues qui ne sont pas mentionnés.

SOMMAIRE

Programme	4
Allocution De Bienvenue et remarques liminaires	10
SESSION THEMATIQUE 1: LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SES EFFETS SUR LA PRODUCTION AGRICOLE	13
<ul style="list-style-type: none">• Conséquences et risques du changement climatique pour l'agriculture : solutions d'adaptation et rôle des obtentions végétales• Le point de vue de l'Organisation mondiale des agriculteurs• Le point de vue de l'International Seed Federation• Le point de vue de la Communauté internationale des obtenteurs de plantes horticoles de reproduction asexuée	
SESSION THÉMATIQUE N° 2 : STRATÉGIES POUR FAIRE FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS L'AGRICULTURE	55
<ul style="list-style-type: none">• Stratégie de l'Union européenne pour faire face au changement climatique dans l'agriculture• Changement climatique : une perspective pour l'innovation dans l'agriculture• Le rôle de la sélection végétale dans l'adaptation au changement climatique au Mexique• Atténuation des effets du changement climatique dans l'agriculture• Adaptation de l'agriculture et des systèmes agricoles au changement climatique : étude des options génétiques	
SESSION THÉMATIQUE N°3: SÉLECTION VÉGÉTALE EN VUE DE L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET DE L'ATTÉNUATION DE SES EFFETS DANS L'AGRICULTURE : PERSPECTIVES EN MATIÈRE DE CULTURE	122
<ul style="list-style-type: none">• Objectifs de sélection pour améliorer les rendements de blé dans les climats secs : adapter les systèmes de culture de blé aux changements climatiques actuel et futur• Système de protection des obtentions végétales et culture de riz économe en eau et résistant à la sécheresse• SmartRice® : un riz cultivé à l'aide de méthodes plus durables pour réduire l'utilisation des ressources agricoles et produire davantage de riz pour répondre à un appétit mondial croissant Climate change in the ornamental sector – a breeder's perspective• Caractérisation de la phénologie de floraison des variétés de la collection mondiale de l'olivier au Maroc pour la sélection de génotypes adaptés au changement climatique• Changement climatique dans le secteur ornemental : point de vue d'un obtenteur• Adaptation des variétés de céréales au changement climatique dans les pays nordiques : sur quelles caractéristiques la sélection végétale peut-elle intervenir et sur lesquelles est-ce plus difficile?• Programme Hot Climate : un programme de sélection de pommes adaptées aux climats chauds• Sélection locale de futures cultures mieux adaptées au changement climatique : enseignements tirés de l'expérience du Népal• Stratégies des sociétés commercialisant des semences potagères pour produire davantage de nourriture dans des conditions toujours plus difficiles et aide que le système des droits d'obteneurs peut apporter aux obtenteurs pour faire face à ces défis	
SESSION THÉMATIQUE N°4: SÉLECTION VÉGÉTALE EN VUE DE L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET DE L'ATTÉNUATION DE SES EFFETS DANS L'AGRICULTURE : STRATÉGIES ET TECHNIQUES DE SÉLECTION	228
<ul style="list-style-type: none">• "Un avenir vert adapté" et "la résilience face au climat comme fondement des programmes de sélection"• Utilisation de nouvelles technologies (marqueurs moléculaires et sélection accélérée) dans le développement de variétés de céréales résistantes à la sécheresse au Maroc• Sélection pour l'avenir• L'incidence des caractères de la variété sur l'empreinte carbone (résistance aux maladies, utilisation d'azote et rendement)• Études sur les variétés végétales adaptées au climat et aux conditions du marché : tolérantes aux stress biotique et abiotique• Amélioration génétique par mutagenèse des oléagineux pour faire au changement climatique : le cas du colza et du sésame• Mettre en relation différents groupes de recherche dans le but de développer une sélection plus précise• Avancées dans le développement de nouvelles variétés mieux adaptées au changement climatique dans les cultures et fourrages : point de vue de l'Amérique du Sud• Programme de sélection pour atténuer les effets du changement climatique et les pressions environnementales sur les cultures	
SESSION THÉMATIQUE N°5: ROLE OF PLANT VARIETY PROTECTION IN THE DEVELOPMENT OF NEW VARIETIES TO MITIGATE AND ADAPT TO CLIMATE CHANGE	346
<ul style="list-style-type: none">• Le rôle du droit d'obteneur dans les actions menées en matière de sélection végétale pour s'adapter au changement climatique et en atténuer les effets. Exemple du Canada, comprenant la sélection dans le secteur public• Sélection végétale et protection des variétés végétales : un catalyseur pour développer des variétés végétales adaptées au climat en Afrique subsaharienne• Sélection végétale et protection des variétés végétales pour l'adaptation des variétés au climat japonais• Le rôle de la protection des variétés végétales dans la promotion du développement des variétés végétales qui s'adaptent au changement climatique et en atténuent les effets. L'exemple du Kenya• Influence du système de droit communautaire des variétés végétales sur l'économie de l'Union européenne et sur l'environnement	
Débat d'experts	464
Conclusions	475
Liste des participants	476

Avertissement

Les opinions exprimées dans les présentations et les résumés de discussion du colloque sont celles des intervenants ou des participants et ne sont pas nécessairement celles de l'Union internationale pour la protection des obtentions végétales (UPOV). Les traductions de cette publication du séminaire sont fournies à titre d'information uniquement. En cas de divergence, le texte dans la langue originale prévaut.

PROGRAMME

Mardi 11 octobre 2022

- 13h00 **Allocution de bienvenue et remarques liminaires**
M. Daren Tang, Secrétaire général, UPOV
- 13h00 **Programme et organisation du séminaire**
Mme Yolanda Huerta, conseillère juridique et directrice chargée de la formation et de l'assistance, UPOV

SESSION THÉMATIQUE 1: Le changement climatique et ses effets sur la production agricole

- 13h15 **Introduction**
Animateur : M. Marien Valstar, président du Conseil, UPOV
- 13h20 **Présentation principale – Conséquences et risques du changement climatique pour l'agriculture : solutions d'adaptation et rôle des obtentions végétales**
M. John Derera, Directeur principal, sélection et pré-sélection des plantes, Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (CGIAR)
- 13h40 **Le point de vue de l'Organisation mondiale des agriculteurs**
Mme Arianna Giuliadori, secrétaire générale, OMA
- 13h50 **Le point de vue de l'International Seed Federation**
M. Michael Keller, secrétaire général, ISF
- 14h00 **Le point de vue de la Communauté internationale des obtenteurs de plantes horticoles de reproduction asexuée**
M. Edgar Krieger, secrétaire général, CIOPORA
- 14h10 **Conclusion de la session**
Animateur : M. Marien Valstar, président du Conseil, UPOV

SESSION THÉMATIQUE 2: Stratégies pour faire face au changement climatique dans l'agriculture

- 15h00 **Introduction de la session**
Animateur : M. Yehan Cui, vice-président du Conseil, UPOV
- 15h05 **Stratégie de l'Union européenne pour faire face au changement climatique dans l'agriculture**
M. Herwig Ranner, chef d'équipe - Changement climatique et agriculture, Unité de l'agriculture durable, Direction générale de l'agriculture et du développement rural (DG AGRI), Commission européenne
- 15h15 **Changement climatique : une perspective pour l'innovation dans l'agriculture**
M. Solomon Gyan Ansah, directeur de l'agriculture et chef de l'unité des semences, Ministère de l'alimentation et de l'agriculture, Ghana
- 15h25 **Le rôle de la sélection végétale dans l'adaptation au changement climatique au Mexique**
Mme Sol Ortíz García, directrice générale des politiques relatives à la prospection et au changement climatique, Secrétariat de l'agriculture, Mexique

- 15h35 **Atténuation des effets du changement climatique dans l'agriculture**
M. Alexandre Lima Nepomuceno, chercheur, société brésilienne de recherche agricole (EMBRAPA), Brésil
- 15h45 **Adaptation de l'agriculture et des systèmes agricoles au changement climatique : étude des options génétiques**
M. George Prah, directeur adjoint, direction du service des cultures, Ministère de l'alimentation et de l'agriculture, Ghana
- 15h55 **Questions**
- 16h15 **Conclusion de la session**
Animateur : M. Yehan Cui, vice-président du Conseil, UPOV

Mercredi 12 octobre 2022

SESSION THÉMATIQUE N° 3 : Sélection végétale en vue de l'adaptation au changement climatique et de l'atténuation de ses effets dans l'agriculture : perspectives en matière de culture

- 09h00 **Introduction**
Animateur : M. Patrick Ngwediagi, président du Comité administratif et juridique, UPOV
- 09h05 **Objectifs de sélection pour améliorer les rendements de blé dans les climats secs : adapter les systèmes de culture de blé aux changements climatiques actuel et futur**
M. Greg Rebetzke, chercheur généticien, Canberra, Australie
- 09h15 **Système de protection des obtentions végétales et culture de riz économe en eau et résistant à la sécheresse**
M. Yu Zhang, chercheur associé, Académie d'agronomie de Shanghai, Chine
- 09h25 **Utilisation de la dynamique du génome des plantes pour l'adaptation au stress**
M. Etienne Bucher, responsable du groupe de recherche "Dynamique du génome des plantes", Agroscope, Suisse
- 09h35 **SmartRice : un riz cultivé à l'aide de méthodes plus durables pour réduire l'utilisation des ressources agricoles et produire davantage de riz pour répondre à un appétit mondial croissant**
M. Jose Re, vice-président, développement de nouveaux produits mondiaux, Rice Tech USA, États-Unis d'Amérique
- 09h45 **Questions**
- 09h55 **Caractérisation de la phénologie de floraison des variétés de la collection mondiale de l'olivier au Maroc pour la sélection de génotypes adaptés au changement climatique**
Mme Hayat Zaher, chercheuse au Centre Régional de la Recherche Agronomique (CRRRA) de Marrakech, Institut national de la recherche agronomique (INRA), Maroc
- 10h05 **Changement climatique dans le secteur ornemental : point de vue d'un obtenteur**
M. Robert Boehm, chef de biotechnologie, Selecta One, Allemagne
- 10h15 **Adaptation des variétés de céréales au changement climatique dans les pays nordiques : sur quelles caractéristiques la sélection végétale peut-elle intervenir et sur lesquelles est-ce plus difficile?**
Mme Tina Henriksson, responsable du groupe sélection, céréales et légumineuses et obtentrice principale de blé d'hiver, entreprise suédoise Lantmännen, Suède

- 10h25 **Questions**
- 10h35 **Programme Hot Climate : un programme de sélection de pommes adaptées aux climats chauds**
Mme. Lidia Lozano, Institut de recherche et de technologie agroalimentaire (IRTA), Espagne
- 10h45 **Sélection locale de futures cultures mieux adaptées au changement climatique : enseignements tirés de l'expérience du Népal**
M. Pitambar Shrestha, conseiller de programme, Initiatives locales pour la biodiversité, la recherche et le développement (LI-BIRD), Népal
- 10h55 **Stratégies des sociétés commercialisant des semences potagères pour produire davantage de nourriture dans des conditions toujours plus difficiles et aide que le système des droits d'obtenteurs peut apporter aux obtenteurs pour faire face à ces défis**
Mme Astrid Schenkeveld, spécialiste des droits d'obtenteur et de l'enregistrement des variétés végétales, Rijk Zwaan, Pays-Bas
- 11h05 **Questions**
- 11.15 **Conclusion de la session**
Animateur : M. Patrick Ngwediagi, président du Comité administratif et juridique, UPOV
-

SESSION THÉMATIQUE N° 4 : Sélection végétale en vue de l'adaptation au changement climatique et de l'atténuation de ses effets dans l'agriculture : stratégies et techniques de sélection

- 12h30 **Introduction**
Animateur : M. Manuel Toro Ugalde, vice-président du Comité administratif et juridique, UPOV
- 12h35 **“Un avenir vert adapté” et “la résilience face au climat comme fondement des programmes de sélection”**
Mme Emma Brown, directeur général, Variétés végétales et M. Zac Hanley, directeur général des sciences, Plant & Food Research, Nouvelle Zélande
- 12h45 **Utilisation de nouvelles technologies (marqueurs moléculaires et sélection accélérée) dans le développement de variétés de céréales résistantes à la sécheresse au Maroc**
M. Moha Ferrahi, chef du département amélioration et conservation des ressources génétiques (DACRG), division scientifique, Institut national de la recherche agronomique (INRA), Maroc
- 12h55 **Sélection pour l'avenir**
M. Stefan van der Heijden, associé, Innova Connect, Pays-Bas

- 13h05 **L'incidence des caractères de la variété sur l'empreinte carbone (résistance aux maladies, utilisation d'azote et rendement)**
M. Morten Lillemo, professeur, Université norvégienne des sciences de la vie, faculté de biosciences, Norvège
- 13h15 **Questions**
- 13h25 **Études sur les variétés végétales adaptées au climat et aux conditions du marché : tolérantes aux stress biotique et abiotique**
M. Francis Kusi, directeur par intérim et M. Joseph Adjebeng-Danquah, Chercheur scientifique principal, Institut de recherche agricole de la Savane, Institut du Conseil pour la recherche scientifique et industrielle (CSIR-SARI), chercheur scientifique principal (résistance des plantes hôtes), Ghana
- 13h35 **Amélioration génétique par mutagenèse des oléagineux pour faire au changement climatique : le cas du colza et du sésame**
M. Abdelghani Nabloussi, chercheur au Centre Régional de la Recherche Agronomique (CRRA) de Meknès, Institut national de la recherche agronomique (INRA), Maroc
- 13h45 **Mettre en relation différents groupes de recherche dans le but de développer une sélection plus précise**
M. Muath Alsheikh, chef de la recherche et du développement, Graminor AS, Norvège
- 13h55 **Avancées dans le développement de nouvelles variétés mieux adaptées au changement climatique dans les cultures et fourrages : point de vue de l'Amérique du Sud**
M. Fernando Ortega Klose, sélectionneur de plantes fourragères, Institut de recherche agricole du Chili (INIA), centre régional de Carillanca, Chili
- 14h05 **Programme de sélection pour atténuer les effets du changement climatique et les pressions environnementales sur les cultures**
M. Dave Bubeck, directeur de recherche, Corteva, États-Unis d'Amérique
- 14h15 **Questions**
- 14h25 **Conclusion de la session**
Animateur : M. Manuel Toro Ugalde, vice-président du Comité administratif et juridique, UPOV

SESSION THÉMATIQUE N° 5 : Rôle de la protection des variétés végétales dans le développement de nouvelles variétés pour s'adapter au changement climatique et en atténuer les effets

- 15h30 **Introduction**
Animatrice : Mme Kitisri Sukhapinda, conseil en brevet, bureau de la politique et des affaires internationales (OPIA), Office des brevets et des marques des États-Unis d'Amérique, États-Unis d'Amérique
- 15h35 **Le rôle du droit d'obtenteur dans les actions menées en matière de sélection végétale pour s'adapter au changement climatique et en atténuer les effets. Exemple du Canada, comprenant la sélection dans le secteur public**
M. Anthony Parker, commissaire, service de la protection des obtentions végétales, Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA), Canada

- 15h45 **Sélection végétale et protection des variétés végétales : un catalyseur pour développer des variétés végétales adaptées au climat en Afrique subsaharienne**
M. Hans Adu-Dapaah, expert à l'institut de recherche sur les semences du Conseil pour la recherche scientifique et industrielle (CSIR Crops Research Institute), Ghana
- 15h55 **Sélection végétale et protection des variétés végétales pour l'adaptation des variétés au climat japonais**
M. Yasunori Ebihara, directeur du service de protection des obtentions végétales, division de la propriété intellectuelle, bureau des exportations et des affaires internationales, Ministère de l'agriculture, des forêts et de la pêche (MAFF), Japon
- 16h05 **Questions**
- 16h20 **Le rôle de la protection des variétés végétales dans la promotion du développement des variétés végétales qui s'adaptent au changement climatique et en atténuent les effets. L'exemple du Kenya**
M. Simon Mucheru Maina, chef, certification des semences et protection des obtentions végétales, Service kényan d'inspection phytosanitaire (KEPHIS)
- 16h30 **Influence du système de droit communautaire des variétés végétales sur l'économie de l'Union européenne et sur l'environnement**
M. Francesco Mattina, Président, Office communautaire des variétés végétales (OCVV) et M. Nathan Wajzman, Economiste en chef de l'Office de l'Union européenne pour la propriété intellectuelle (EUIPO)
- 16h40 **Questions**
- 16h55 **Conclusion de la session**
Animatrice : Mme Kitisri Sukhapinda, conseil en brevet, bureau de la politique et des affaires internationales (OPIA), Office des brevets et des marques des États-Unis d'Amérique, États-Unis d'Amérique
- 17h00 **Conclusions**
M. Marien Valstar, président du Conseil, UPOV

Mercredi 26 octobre 2022

- 16h00 **Allocution de bienvenue et remarques liminaires**
M. Marien Valstar, président du Conseil, UPOV
- 16h05 **Compte rendu des sessions thématiques**
Moderator: M. Peter Button, Vice Secretary-General, UPOV
- 16h10 **Compte rendu de la session thématique n° 1 : Le changement climatique et ses effets sur la production agricole**
M. Marien Valstar, président du Conseil, UPOV
- 16h20 **Compte rendu de la session thématique n° 2 : Stratégies pour faire face au changement climatique dans l'agriculture**
M. Yehan Cui, vice-président du Conseil, UPOV
- 16h30 **Compte rendu de la session thématique n° 3 : Sélection végétale en vue de l'adaptation au changement climatique et de l'atténuation de ses effets dans l'agriculture : perspectives en matière de culture**
M. Patrick Ngwediagi, président du Comité administratif et juridique, UPOV

- 16h40 **Compte rendu de la session thématique n° 4 : Sélection végétale en vue de l'adaptation au changement climatique et de l'atténuation de ses effets dans l'agriculture : stratégies et techniques de sélection**
M. Manuel Toro Ugalde, vice-président du Comité administratif et juridique, UPOV
- 16h50 **Compte rendu sur la session thématique n° 5 : Rôle de la protection des variétés végétales dans le développement de nouvelles variétés pour s'adapter au changement climatique et en atténuer les effets**
Mme Kitisri Sukhapinda, conseil en brevet, bureau de la politique et des affaires internationales (OPIA), Office des brevets et des marques des États-Unis d'Amérique, États-Unis d'Amérique
- 17h00 **Débat d'experts**
Animateur : M. Marien Valstar, président du Conseil, UPOV
- M. John Derera, Orateur de la présentation principale
 - Mme. Arianna Giuliadori, OMA
 - M. Michael Keller, ISF
 - M. Edgar Krieger, CIOPORA
 - M. Yehan Cui, animateur de la deuxième session
 - M. Patrick Ngwediagi, animateur de la troisième session
 - M. Manuel Toro Ugalde, animateur de la quatrième session
 - Mme Kitisri Sukhapinda, animatrice de la cinquième session
- 17h50 **Conclusions**
M. Marien Valstar, président du Conseil, UPOV

ALLOCUTION DE BIENVENUE ET REMARQUES LIMINAIRES

M. Daren Tang

Secrétaire général, UPOV



M. Marien Valstar, Président du Conseil de l'UPOV,

Chers participants, chers collègues, chers amis,

C'est avec un grand plaisir que je m'adresse à vous aujourd'hui depuis Genève.

Les défis liés au changement climatique sont évidents et considérables.

Dans son dernier rapport, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) déclare pouvoir affirmer avec un degré de confiance très élevé que la hausse des températures est une menace sérieuse pour la vie humaine, la biodiversité et l'infrastructure.

Les conditions climatiques extrêmes exposent des millions de personnes aux pénuries de denrées alimentaires et d'eau, en particulier dans les pays du Sud.

Les espèces végétales et animales voient leur aire de répartition, leur rythme saisonnier et leurs habitats changer.

Les économies sont durement touchées par la fréquence accrue des vagues de chaleur, des inondations, des sécheresses, des feux de forêts et d'autres aléas climatiques.

Le rendement des cultures vitales est menacé par les changements de température et des cycles de précipitation.

En réponse, nous devons semer les graines de l'action pour le climat dans l'ensemble des secteurs de l'économie.

Le rôle que peut jouer l'agriculture dans l'atténuation des effets du changement climatique et dans l'adaptation à ce changement est un thème qui est clairement ressorti du Séminaire relatif aux stratégies en matière de politiques concernant la sélection végétale et la protection des variétés végétales de l'UPOV, qui s'est tenu l'année dernière.

Nous avons appris que le système de protection des obtentions végétales renforce la sécurité alimentaire et améliore les conditions de vie des agriculteurs en Chine, au Kenya et au Mexique.

Nous avons appris la manière dont le système de protection des obtentions végétales appuie le développement des stratégies de l'UE en matière de sélection végétale et de protection des variétés végétales – Pacte vert pour l'Europe (stratégie "De la ferme à la table").

Nous avons également entendu parler des progrès accomplis par le secteur agrotechnique dans la recherche de solutions innovantes, notamment grâce à l'autorisation d'une nouvelle autorité de recherche-développement agricole aux États-Unis d'Amérique.

Cela a amené le Conseil de l'UPOV à réunir la communauté mondiale pour une session consacrée au rôle de la sélection végétale et du système de protection des obtentions végétales dans la lutte contre le changement climatique.

Ce faisant, nous développons une dynamique autour de l'une des recommandations clés du rapport spécial du GIEC sur le changement climatique et les terres émergées.

Ce rapport examine plusieurs options de réponse et conclut que, dans ce contexte, l'augmentation de la teneur en carbone organique des sols et de la productivité alimentaire fait partie des meilleures options à notre disposition pour faire face au changement climatique.

Les variétés végétales nouvelles et améliorées ont un rôle important à jouer dans les deux cas.

En ce qui concerne la teneur en carbone organique des sols, les espèces végétales peuvent contribuer à la régénération de la fertilité des sols et à la protection des écosystèmes naturels de deux façons : par l'amélioration des rotations et par le développement de variétés à enracinement profond.

En ce qui concerne la productivité alimentaire, nous savons que la sélection végétale et le système de protection des obtentions végétales contribuent à augmenter les rendements des cultures de manière durable.

Une étude de l'expérience acquise par le Viet Nam après une décennie en tant que membre de l'UPOV a révélé que l'utilisation d'intrants par hectare dans les terres arables avait diminué alors que, parallèlement, le rendement des cultures augmentait.

De même, un récent document de l'UE a montré que les systèmes de protection des obtentions végétales contribuent à réduire les émissions de gaz à effet de serre de plus de 60 millions de tonnes par an.

Ce ne sont là que deux exemples de la manière dont la sélection végétale et le système de protection des obtentions végétales contribuent à améliorer la productivité alimentaire de manière durable.

Nous devons désormais nous employer à tirer parti de cette dynamique, à faire preuve d'innovation et à utiliser les technologies et les pratiques améliorées afin d'accélérer la mise en œuvre de mesures de lutte contre le changement climatique, dans l'intérêt de toutes et de tous.

Mesdames et Messieurs,

Au cours des prochains jours, nous écouterons des spécialistes de toutes les régions du monde.

Je vous invite instamment à mettre à profit cette occasion pour échanger les meilleures pratiques et apprendre des expériences des uns et des autres.

C'est votre engagement, en faveur des activités de l'UPOV et au-delà, qui contribuera à élaborer des réponses politiques efficaces et à faire repartir la planète sur de nouvelles bases.

Je vous remercie pour votre attention et vous souhaite un séminaire fructueux.



SESSION THÉMATIQUE N° 1 :

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SES EFFETS SUR LA PRODUCTION AGRICOLE

Animateur : M. Marien Valstar, président du Conseil, UPOV

Présentation principale – Conséquences et risques du changement climatique pour l'agriculture : solutions d'adaptation et rôle des obtentions végétales

M. John Derera, Directeur principal, sélection et pré-sélection des plantes, Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (CGIAR)

Le point de vue de l'Organisation mondiale des agriculteurs

Mme Arianna Giuliadori, secrétaire générale, OMA

International Seed Federation perspective

M. Michael Keller, secrétaire général, ISF

Le point de vue de la Communauté internationale des obtenteurs de plantes horticoles de reproduction asexuée

M. Edgar Krieger, secrétaire général, CIOPORA

Conclusion de la session

Animateur : M. Marien Valstar, président du Conseil, UPOV

IMPACTS ET RISQUES SUR L'AGRICULTURE DUS AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : LES SOLUTIONS D'ADAPTATION ET LE RÔLE DES NOUVELLES VARIÉTÉS VÉGÉTALES

M. John Derera

Directeur principal, sélection et pré-sélection des plantes (IITA)

M. John DERERA,¹ Mme Delphine AMAH,¹ M. Casper KAMUTANDO² et M. Nyasha CHIURAISE³

INTRODUCTION

Le changement climatique reste l'un des défis les plus colossaux pour l'agriculture et la sécurité alimentaire dans le monde. Le changement climatique est lié à des augmentations extrêmes de température avec des impacts mondiaux importants tels que la fonte des glaciers et une fréquence accrue des ouragans, des inondations et des sécheresses. Ces phénomènes météorologiques extrêmes sont également associés aux incendies de forêt et ont des effets dévastateurs sur la biodiversité car ils affectent la survie de certaines espèces (Levine et Steele, 2021). En outre, la variabilité climatique peut modifier les interactions génotype-environnement, ce qui entraîne des complications dans le déploiement des variétés de cultures et affecte considérablement la productivité des cultures agricoles avec de graves conséquences pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle. L'objectif de cet article est de donner un aperçu global des impacts et des risques pour l'agriculture du changement climatique, d'appeler quelques expériences régionales ou locales descriptives et de mettre en évidence les types de solutions d'adaptation et le rôle que jouent les nouvelles variétés végétales dans l'adaptation des communautés à la crise du changement climatique.

CAUSES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les émissions de gaz à effet de serre (GES) causées par les activités naturelles et humaines contribuent au changement climatique. Depuis la révolution industrielle, les activités humaines ont considérablement renforcé l'effet de serre, entraînant une augmentation de la température moyenne de la terre de près de 1 °C (Manabe, 2019). Selon le sixième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Allan *et al.*, 2021), l'influence humaine a réchauffé l'atmosphère, l'océan et la terre depuis environ 1750 en raison de l'augmentation des concentrations de GES. La terre et l'océan ont absorbé \pm 56% des émissions de dioxyde de carbone (CO₂) par an au cours des six dernières décennies. Les augmentations moyennes annuelles des principaux GES (2011-2019) ont varié de 410 parties par million (ppm) pour le CO₂, 1866 parties par milliard (ppb) pour le méthane (CH₄) et 332 ppb pour le protoxyde d'azote (N₂O). Le rapport du GIEC pour les décideurs (Allan *et al.*, 2021) a également répertorié d'autres GES qui contribuent au réchauffement climatique et aux modifications des précipitations. Ce sont des perfluorocarbures avec 109 parties par billion (ppt) CF₄ équivalent, hexafluorure de soufre (10 ppt), trifluorure d'azote (2 ppt), hydrofluorocarbures (237 ppt), chlorofluorocarbures et hydrochlorofluorocarbures (1032 ppt).

En raison des émissions de GES, les températures de surface mondiales ont augmenté d'au moins 1°C par rapport aux niveaux de 1850–1900. Selon le rapport du GIEC (Allan *et al.*, 2021), la tendance montre que chacune des quatre dernières décennies a été successivement plus chaude que toute décennie qui l'a précédée, depuis 1850. Par exemple, au cours de la décennie 2001 à 2010, l'augmentation moyenne de la température a été de 0,99 °C avec des variations allant de 0,84 à 1,10 °C. La décennie suivante, de 2011 à 2020, a montré un réchauffement accru avec une moyenne supérieure à 1°C (1,09 °C) et une plage supérieure de 0,95 à 1,20 °C. Il y a eu un impact plus important sur la terre, avec des augmentations plus importantes de 1,59 °C et une plage de 1,34 à 1,83 °C

¹ CGIAR et IITA, PMB 5320, Oyo Rd, Ibadan, Nigeria

² Department of Plant Production Sciences and Technologies, Université du Zimbabwe, MP167, MT Pleasant, Harare, Zimbabwe

³ Seed Co. Ltd, Rattray Arnold Research Station, Harare, Zimbabwe

par rapport à l'augmentation à la surface de la mer avec une moyenne de 0,88 °C et une plage de 0,68 à 1,01 °C. Les effets de ces émissions de gaz comprennent les variations des précipitations annuelles, de la température moyenne, des vagues de chaleur, des modifications de l'incidence et de l'émergence des mauvaises herbes, des ravageurs ou des microbes, des modifications du CO₂ dans l'atmosphère ou le niveau d'ozone, les fluctuations du niveau de la mer et même la perte de biodiversité. Les perturbations de l'environnement agroécologique affectent par conséquent la croissance et le rendement des cultures agricoles.

IMPACT ET RISQUE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA CROISSANCE AGRICOLE

Bien que l'effet d'un réchauffement accru soit mondial, l'effet immédiat sur les pays en développement disposant de technologies ou d'options variétales limitées pour faire face au changement climatique est décourageant. Les tendances climatiques observées au cours des dernières décennies ont déjà un impact sur l'agriculture avec la probabilité de modifier la distribution et la productivité des principales cultures (Thornton *et al.* 2018). Le changement climatique pourrait avoir des effets catastrophiques sur la production céréalière, avec une réduction attendue de 20% de la production de blé et de maïs rien qu'en Afrique. Ce défi important appelle donc à une action transformatrice pour lutter contre le changement climatique et les perturbations associées dans les systèmes agricoles et alimentaires (Campbell *et al.*, 2018). Les impacts du changement climatique sur la sécurité alimentaire à travers les interactions complexes des facteurs abiotiques et biotiques affectant l'agriculture sont largement documentés.

L'augmentation des températures et le stress hydrique nuisent à la productivité agricole mondiale, en particulier dans les pays tropicaux. La hausse des températures a un impact sur le cycle hydrologique et la productivité des cultures en raison de l'évaporation accrue, de l'accélération du cycle hydrologique mondial, de l'augmentation de la sécheresse dans les zones subtropicales et de l'augmentation des précipitations dans les hautes latitudes. L'augmentation de la température (1 à 3 °C) ainsi que les variations de la concentration de CO₂ et des régimes des précipitations dans les zones tempérées pourraient avoir des effets positifs tels qu'une productivité accrue grâce à l'utilisation d'une saison de croissance prolongée. Cependant, les changements climatiques entraînent une baisse globale de la productivité des cultures dans les environnements tropicaux et subtropicaux. Les phénomènes météorologiques extrêmes constituent une menace sérieuse pour l'agriculture la moins développée dans les basses latitudes ou les environnements tropicaux. Le changement climatique entraîne une baisse de la production en limitant la durée de la saison de croissance des cultures et a des effets négatifs directs sur la capture des ressources et les processus qui sous-tendent la croissance et le rendement, tels que la maturité accélérée des cultures ou la réduction de la durée de la surface foliaire qui compromet l'accumulation d'assimilats par la photosynthèse. Ortiz-Bobera *et al.* (2021) ont cité une perte de 21 à 34% de la croissance de la productivité agricole mondiale depuis 1961, d'environ 26 à 30% en Afrique, en Amérique latine et dans les Caraïbes. L'impact d'une productivité réduite est naturellement élevé sur les petites exploitations agricoles des pays en développement, car les agriculteurs disposent d'options technologiques limitées, d'une disponibilité réduite de terres agricoles en raison de l'urbanisation et, en général, d'un manque de capitaux pour mettre en œuvre des stratégies d'atténuation.

Les augmentations maximales de température au Zimbabwe peuvent être illustrées à l'aide du phénomène El Niño lors des saisons 2015-2016 et 1990-1991 par rapport à la moyenne sur 35 ans associée à une grave sécheresse qui a causé une famine sévère et réduit la croissance économique. Un exemple local d'augmentation de la température due à cet événement météorologique extrême a été enregistré à la station de recherche Rattray Arnold, près de Harare, au Zimbabwe. Les températures extrêmes ont montré une augmentation des températures diurnes allant de 0,2 °C à 1,4 °C en 2015-2016 (tableau 1) dans un environnement non industrialisé. Tandis qu'au cours de la saison 1991-1992, la station a enregistré des augmentations de température plus importantes allant de 0,3 °C à 3,3 °C (tableau 2).

Année	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Févr.	Mars
2015-2016	22,8	24,7	28,0	30,4	30,6	29,1	27,6	28,6	26,1
Moyenne sur 35 ans	22,2	24,5	27,7	29,2	29,2	27,8	27,4	27,2	27,1
Changement	0,6	0,2	0,3	1,2	1,4	1,3	0,2	1,4	- 1,0

Tableau 1. Rattray Arnold Station, température maximale en 2015-2016 par rapport à la saison moyenne sur 35 ans se terminant en 2015-2016

ANNÉE	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin
1990-1991	25,3	24,8	28,2	31,7	31,2	31,0	29,2	29,9	29,7	27,2	25,5	25,3
Moyenne sur 34 ans	22,1	24,5	27,7	29,1	29,1	27,7	27,4	27,1	27,1	25,8	24,5	22,7
Changement	3,2	0,3	0,5	2,6	2,1	3,3	1,8	2,8	2,6	1,4	1,0	2,6

Tableau 2. Rattray Arnold Station, température maximale en 1990-1991 par rapport à la saison moyenne sur 34 ans se terminant en 2014-2015

L'augmentation de la température pendant le phénomène El Niño par rapport à la moyenne à long terme pour les saisons de croissance des cultures en 1991-1992 et 2015-2016 est également illustrée graphiquement dans les figures 1 et 2.

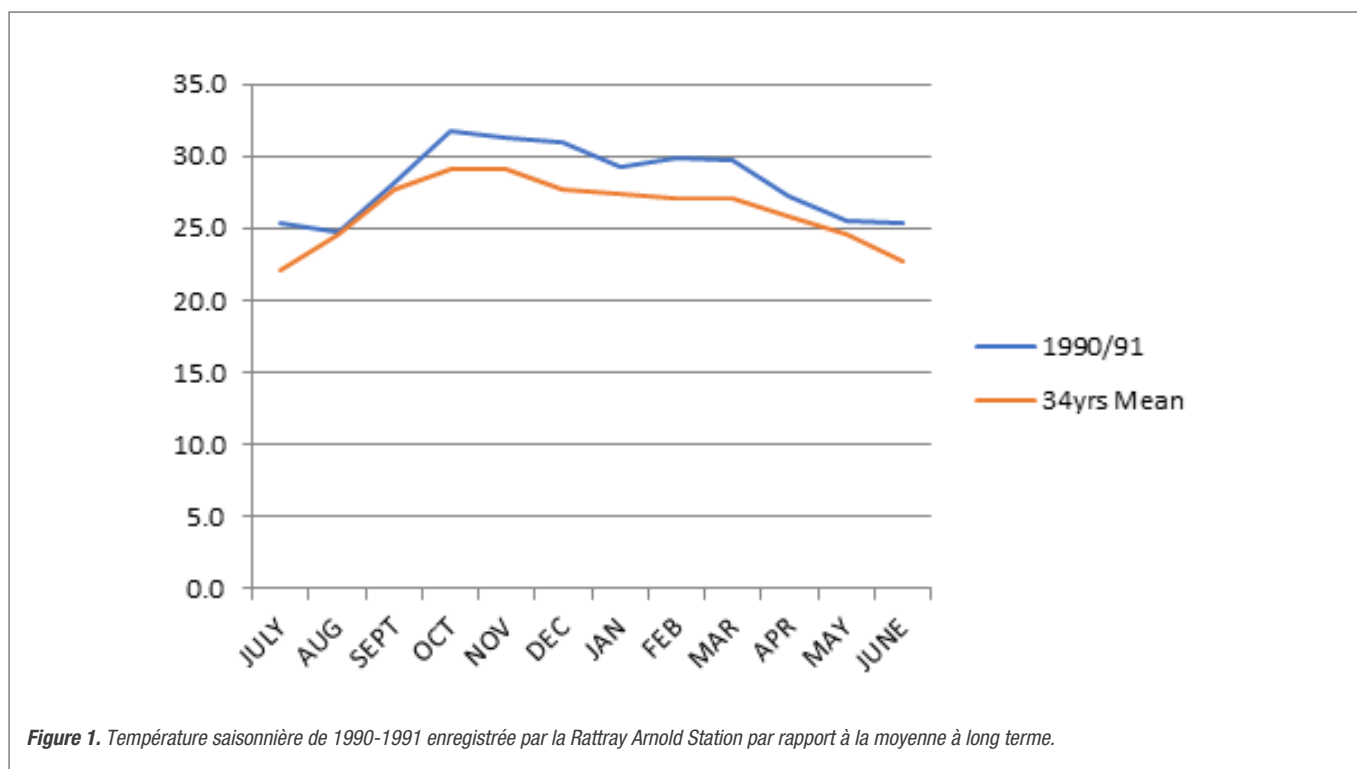
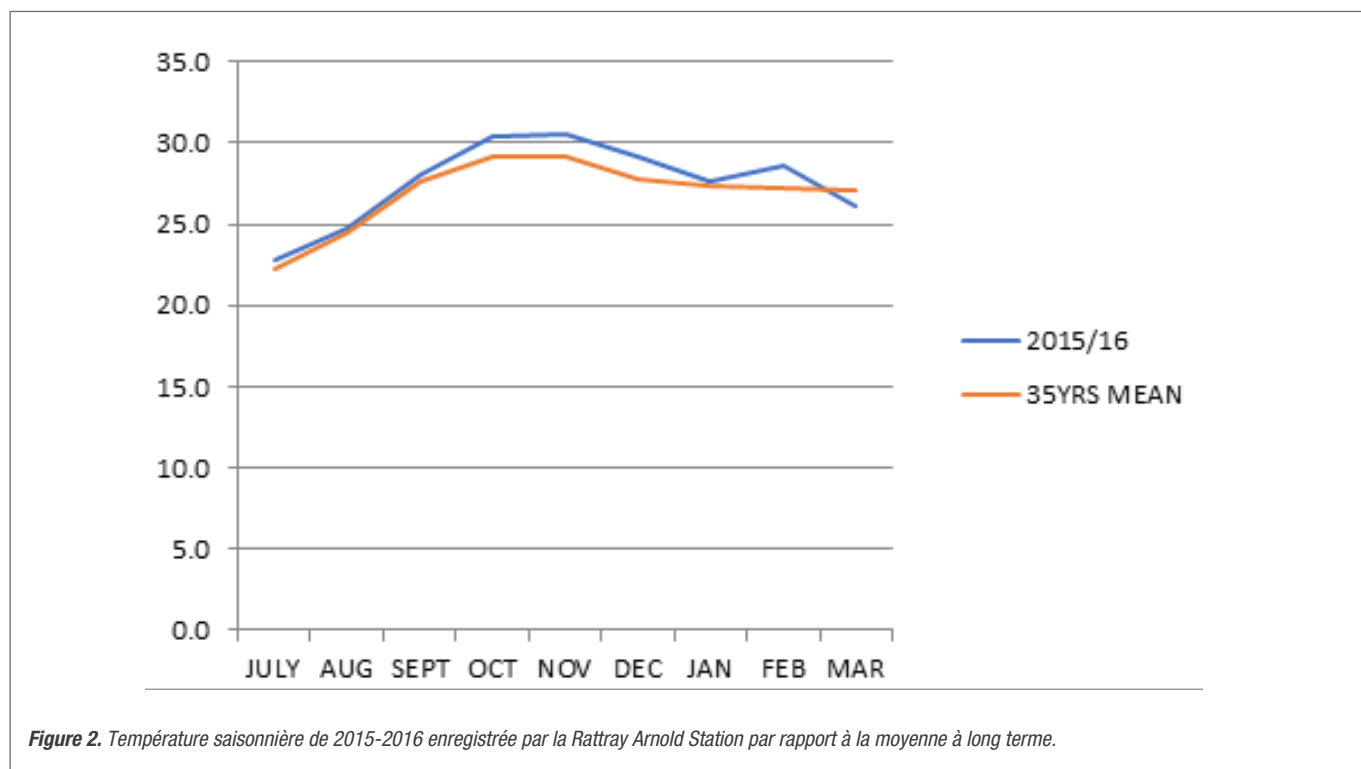


Figure 1. Température saisonnière de 1990-1991 enregistrée par la Rattray Arnold Station par rapport à la moyenne à long terme.



En raison de ces augmentations de température, la station et la région connaissent l'émergence de nouvelles maladies et insectes ravageurs, par exemple la chenille légionnaire d'automne (FAW) qui a des niveaux d'incidence élevés en Afrique orientale et australe (figure 3). L'insecte ravageur cause de graves dégâts sur le feuillage et les grains de maïs, entraînant des pertes dévastatrices s'élevant à 12 à 53% de perte de rendement, comme enregistré en Afrique subsaharienne (Matova *et al.* 2020).



Figure 3. : Dommages au feuillage causés par la légionnaire d'automne qui peuvent entraîner de lourdes pertes de rendement dans les parcelles des petits exploitants si le maïs est cultivé sans utilisation de pesticides.

L'analyse de l'ampleur et de la fréquence du climat et de la variabilité des rendements des cultures, telles que le maïs, le riz, le soja et le blé, à l'aide de données historiques de 1981 à 2016, compte tenu des sécheresses à plusieurs échelles, a révélé une sensibilité au rendement global plus élevée dans des schémas de sécheresse complexes que précédemment évalués (Santini *et al.* 2022). Bradshaw *et al.* (2022) ont analysé l'impact des extrêmes climatiques sans précédent en Afrique du Sud et leurs implications pour la production de maïs. La dynamique de la température et des précipitations due à l'apparition de *El Niño* et de *La Niña* pose de sérieux problèmes et réduit la productivité agricole en Afrique australe, par exemple. Les années *La Niña* apportent des conditions de croissance qui sont proches ou se rapprochent de la situation optimale, tandis que les années *El Niño* entraînent des conditions de croissance tendues de chaleur et de sécheresse combinées dans la région. La hausse des températures de janvier à mars constitue une menace pour la croissance de la productivité agricole dans la région, qui couvre l'Afrique du Sud, le Zimbabwe, la Zambie, le Malawi, le Mozambique et la Tanzanie méridionale. Cela s'accompagne généralement d'une augmentation de la durée des périodes de sécheresse pendant les stades de croissance reproductive, ce qui réduit considérablement les rendements en grains de maïs. L'augmentation de la durée de la période humide pendant *La Niña* conduit à l'engorgement, et l'humidité excessive réduit le rendement en grains de maïs et s'accompagne souvent de l'apparition de nombreuses maladies foliaires et céréalières. Selon Bradshaw *et al.* (2022), les baisses du rendement en grain de maïs associé à *El Niño* ont tendance à être plus importantes que les augmentations de rendement correspondantes pendant *La Niña*. Cela explique en partie l'occurrence courante du déficit alimentaire dans la plupart des pays de la région. Les agriculteurs de la région ont besoin de variétés de cultures tolérantes aux stress abiotiques et biotiques pour faire face à ces phénomènes météorologiques extrêmes.

SOLUTIONS D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE – AGRONOMIE ET PRATIQUES CULTURELLES

L'agriculture contribue également au changement climatique à travers les émissions anthropiques d'environ 25% de gaz à effet de serre et la conversion de terres non agricoles telles que les forêts en terres agricoles qui affectent le bilan carbone. Pour cette raison, les changements culturels dans les pratiques agricoles minimiseront la menace continue du changement climatique pour la sécurité alimentaire dans les pays en développement. L'adoption de pratiques agricoles qui contribuent à capturer l'excès de carbone généré par l'agriculture elle-même et d'autres industries devrait faire partie de l'ensemble des solutions d'adaptation au changement climatique. Cela comprend la culture de conservation des sols, la réduction du travail du sol, l'expansion des rotations de cultures, la plantation de cultures de couverture, l'intégration du bétail dans les systèmes de production agricole et la culture de variétés résistantes au changement climatique. Les pratiques telles que la modification des périodes de plantation et de récolte, la rotation des cultures et l'irrigation offrent un grand potentiel d'adaptabilité des cultures face au changement climatique (Raza *et al.* 2019). L'efficacité de l'irrigation pour minimiser l'impact des effets du changement climatique est évidente. Par exemple, la gestion des bananeraies par l'irrigation doublerait à la fois la production et la superficie propice à la culture de la banane par rapport aux niveaux actuels dans des conditions de culture pluviale. Cependant, les petits exploitants agricoles d'Afrique subsaharienne n'ont pas accès à la fois à l'eau et aux infrastructures nécessaires à l'irrigation. Les cultures sont principalement cultivées dans les tropiques humides et relèvent de l'agriculture pluviale. Cela nécessite des solutions agricoles qui combinent l'amélioration des cultures et la sélection plus rapide de nouvelles variétés de cultures résistantes au changement climatique en utilisant des techniques de sélection modernes, avec des améliorations et des changements concomitants dans les pratiques culturelles et agronomiques.

SOLUTIONS D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE – LE RÔLE DES NOUVELLES VARIÉTÉS VÉGÉTALES

Le rôle clé de la sélection végétale dans l'agriculture est de développer des variétés génétiquement supérieures qui ont une valeur pour la culture et l'utilisation dans l'environnement de production cible. La contribution de l'obtention végétale à l'amélioration de la productivité des cultures a été démontrée par des augmentations de rendement incroyables pour la plupart des principales cultures, telles que le maïs, le soja, le sorgho, le blé, le riz et le soja depuis la Seconde Guerre mondiale. Au moins 50 à 60% des augmentations de rendement du maïs et d'autres cultures sont attribuables aux améliorations génétiques. Cela indique que les investissements dans la sélection végétale amélioreront considérablement la productivité des cultures grâce à des améliorations génétiques dans le cadre du changement climatique. Les programmes de sélection du Groupe consultatif pour la recherche agricole

internationale (CGIAR) ciblent l'amélioration des variétés pour la résistance aux maladies et aux ravageurs, et la tolérance aux stress abiotiques, tels que les températures élevées et basses, l'eau/les inondations excessives, la sécheresse, la salinité élevée et les problèmes de sols alcalins rencontrés dans une crise climatique. De nouvelles initiatives du CGIAR sur la banque de gènes, la sélection accélérée pour répondre aux besoins des agriculteurs avec des cultures nutritives et résilientes au climat et les investissements dans les ressources de sélection, l'égalité des semences, la connaissance du marché et les initiatives de santé des plantes accéléreront la fourniture de produits adaptés au climat aux petits exploitants agricoles des régions tropicales. Ces initiatives sont conçues pour permettre aux programmes de sélection d'atteindre une capacité d'augmentation continue du gain génétique face aux défis du changement climatique et de fournir efficacement de nouvelles variétés grâce au réseau de partenariats comprenant le secteur privé et la collaboration des systèmes nationaux de recherche et de vulgarisation agricoles (SNRA). La modernisation des programmes publics pour fournir des variétés adaptées au marché et au changement climatique nécessitera un plan de germoplasme durable et une optimisation du plan des ressources. Par exemple, Thiele et al. (2017) ont proposé un cadre pour la sélection adaptée au climat des cultures à multiplication végétative qui sont des aliments de base importants pour l'ASS. Le cadre met en évidence six étapes portant sur la mise à l'échelle des modèles de changement climatique, l'identification et la hiérarchisation des caractéristiques sensibles au changement climatique, la sélection variétale, le phénotypage et la recherche en génomique, ainsi que le développement et le déploiement de semences et d'options de gestion pour les variétés intelligentes face au climat.

Les développements récents dans de nouveaux outils de sélection, tels que la génomique en combinaison avec un phénotypage à haut débit et de précision, facilitent l'identification des gènes contrôlant les caractéristiques biotiques et abiotiques critiques. La découverte de ces gènes peut maintenant être combinée avec des techniques d'édition génomique pour développer rapidement des variétés de cultures résilientes au climat avec une meilleure tolérance au stress biotique et abiotique et une valeur nutritionnelle améliorée. Les centres de recherche du CGIAR, tels que le Centre international d'amélioration du maïs et du blé (CIMMYT) et les programmes de sélection de l'Institut international d'agriculture tropicale (IITA), ont fait d'énormes progrès pour fournir des variétés de maïs adaptées au climat en Afrique subsaharienne et ont démontré l'efficacité de l'obtention végétale dans la fourniture de solutions à la baisse de la productivité des cultures sur fond de crise mondiale due au changement climatique. Le projet Accelerating Genetic Gain (AGG) dans le maïs et le blé du CIMMYT, de l'IITA, du SNRA et du réseau de sélection des petites et moyennes entreprises semencières (PME) a montré des gains significatifs vers la fourniture de variétés de maïs tolérantes au stress et sensibles aux intrants. Au moins 69 nouvelles variétés adaptées au changement climatique ont été déployées dans toute l'Afrique subsaharienne par le programme AGG en 2020-2021. Les niveaux de rendement de ces variétés ont atteint des records de 9 à 15 t/ha sur certains sites, indiquant la faisabilité de la sélection d'hybrides de maïs résistants au climat et de variétés adaptées aux multiples stress biotiques et abiotiques en cas de crise climatique.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le changement climatique pourrait avoir des effets catastrophiques sur la productivité agricole du fait des augmentations des émissions de gaz à effet de serre. Le changement climatique pose des défis liés à l'augmentation de l'incidence et de la gravité des stress biotiques et abiotiques qui ont compromis la production agricole, provoquant une inadéquation entre la production alimentaire et les taux de croissance démographique, en particulier dans les pays en développement et dans les environnements tropicaux. Cela incite la communauté de la recherche et du développement agricoles à collaborer pour lutter contre le changement climatique et son impact. L'agriculture contribue au changement climatique, il est donc nécessaire d'adopter des pratiques agricoles qui contribuent à capturer l'excès de carbone généré par l'agriculture et d'autres industries. Les investissements dans la recherche et la mise en œuvre de pratiques agronomiques améliorées et le développement de nouvelles variétés de cultures résilientes au climat contribueraient à des améliorations de rendement incroyables dans le cadre d'une crise du changement climatique. Cela peut être stimulé par le renforcement de la collaboration et des partenariats entre les secteurs privé et public, les réseaux de sélection CGIAR et SNRA/PME, et la protection des innovations/variétés, en utilisant les systèmes efficaces de protection des obtentions végétales *sui generis* de l'UPOV.

RÉFÉRENCES

- Allan, R.P., Hawkins, E., Bellouin, N. et Collins, B. (2021), GIEC, 2021 : Résumé pour les décideurs. Dans : Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S.L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M.I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J.B.R., Maycock, T.K., Waterfield, T., Yelekçi, O., Yu, R. and Zhou, B.(eds) *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, pp. 3–32.
- Bradshaw, C.D., Pope, E., Kay, G., Davie, J.C., Cottrell, A., Bacon, J., Cosse, A., Dunstone, N., Jennings, S., Challinor, A. and Chapman, S. (2022), Unprecedented climate extremes in South Africa and implications for maize production. *Environmental Research Letters* 17 (8): 084028.
- Campbell, B.M., Hansen, J., Rioux, J., Stirling, C.M. et Twomlow, S. (2018), Prendre d'urgence des mesures pour lutter contre les changements climatiques et leurs répercussions : transformer l'agriculture et les systèmes alimentaires (ODD 13). *Current Opinion in Environmental Sustainability* 34: 13–20.
- Levine, M.D. et Steele, R.V. (2021) Climate change: what we know and what is to be done. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment* 101: e388.
- Manabe, S. (2019) Role of greenhouse gas in climate change. *Tellus A: Dynamic Meteorology and Oceanography* 71 (1): 1620078.
- Matova, P.M., Kamutando, C.N., Magorokosho, C., Kutwayo, D., Gutsa, F. and Labuschagne, M. (2020) Fall-armyworm invasion, control practices and resistance breeding in sub-Saharan Africa. *Crop Science* 60 (6): 2951–2970.
- Ortiz-Bobea, A., Ault, T.R., Carrillo, C.M., Chambers, R.G. and Lobell, D.B. (2021) Anthropogenic climate change has slowed global agricultural productivity growth. *Nature Climate Change* 11 (4): 306–312.
- Raza, A., Razzaq, A., Mehmood, S.S., Zou, X., Zhang, X., Lv, Y. and Xu, J. (2019) Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome: a review. *Plants* 8 (2): 34.
- Santini, M., Noce, S., Antonelli, M. and Caporaso, L. (2022) Complex drought patterns robustly explain global yield loss for major crops. *Scientific Reports* 12 (1): 1–17.
- Thiele, G., Khan, A., Heider, B., Kroschel, J., Harahagazwe, D., Andrade, M., Bonierbale, M., Friedmann, M., Gemenet, D., Cherinet, M. and Quiroz, R., 2017. Roots, tubers and bananas: planning and research for climate resilience. *Open Agriculture* 2 (1): 350–361.
- Thornton, P., Dinesh, D., Cramer, L., Loboguerrero, A.M. and Campbell, B. (2018) Agriculture in a changing climate: keeping our cool in the face of the hothouse. *Outlook on Agriculture* 47 (4): 283–290.

Présentation faite au séminaire



Impacts and risks to agriculture from climate change: adaptation solutions and the role of new plant varieties

John Derera, Senior Director – Plant Breeding & Pre-Breeding, One-CGIAR

Impacts and risks to agriculture from climate change: adaptation solutions and the role of new plant varieties



Content

- Green house gases emission
- Increased temperature and precipitation
- Risks of Climate change
- Case study examples
- Adaptation solutions
- The role of plant breeding

Human influence has warmed the atmosphere, ocean and land since around 1750 (IPCC, 2021 Summary for Policymakers)



Increases in Greenhouse Gas (GHG) concentrations caused by human activities

Land and ocean have taken up $\pm 56\%$ of CO₂ emissions per year over the past 6 decades

Annual average increases of GHGs (2011-2019)

- 410 parts per million (ppm) for carbon dioxide (CO₂)
- 1866 parts per billion (ppb) for methane (CH₄)
- 332 ppb for nitrous oxide (N₂O)

Other GHGs (2019)

- Perfluorocarbons (PFCs) – 109 parts per trillion (ppt) CF₄ equivalent;
- Sulphur hexafluoride (SF₆) – 10 ppt
- Nitrogen trifluoride (NF₃) – 2 ppt
- Hydrofluorocarbons (HFCs) – 237 ppt
- Chlorofluorocarbons (CFCs) and hydrochlorofluorocarbons (HCFCs) – 1032 ppt

www.cgiar.org IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. et al (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 3–32, doi:10.1017/9781009157896.001

As a result of GHG emissions the Global surface temperatures have increased relative to levels of 1850-1900



Each of the last four decades has been successively warmer than any decade that preceded it since 1850.

- 2001–2020 was **0.99 °C** [0.84 to 1.10] higher than 1850–1900
- 2011–2020 was **1.09 °C** [0.95 to 1.20] higher than 1850–1900
- Larger increases over land of **1.59 °C** [1.34 to 1.83] higher than 1850–1900
- Increase over ocean of **0.88 °C** [0.68 to 1.01] higher than 1850–1900

www.cgiar.org IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. et al (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 3–32, doi:10.1017/9781009157896.001

Increases in temp & water-related stresses affect global agricultural productivity



Increased productivity in temperate environments

- Increased temperature (1–3°C), CO₂ & rainfall changes
- Extended growing season

A decline in productivity in tropical and subtropical environments

- More frequent extreme weather (drought, heat, flood)
- Lower production by limiting the length of the growing season
- Implications: compromised resource capture and processes underpinning growth and yield

Extreme weather events posing a serious threat to agriculture in the tropics*

- An estimated **21-34% loss in global** agricultural productivity growth since 1961
- About **26-30% in Africa**, Latin America and Caribbean
- Impact of reduce productivity high on small land holding
- Limited technology options
- Reduced availability of agricultural land due to urbanization
- Lack of capital to mitigate

*(Ariel Ortiz-Bobea et al. 2021 Nature Climate Change (VOL 11: 306–312) | www.nature.com/natureclimatechange)

www.cgiar.org

Excesses of temperature and precipitation - El Niño & La Niña events affects agricultural productivity e.g., in Southern Africa



- **La Niña years** bring the growing conditions closer towards the optimum
- **El Niño years** result in stress growing conditions of heat & drought
- Rising Jan - Mar temperatures posing a threat to agricultural productivity growth
- Increasing dry spell duration during the reproductive growth stages reduce maize yields
- Increasing wet spell duration leads to waterlogging
 - Excessive wetness reduce maize yield
- Maize yield decreases associated with *El Niño* events tend to be larger than corresponding yield increases during La Niña events.

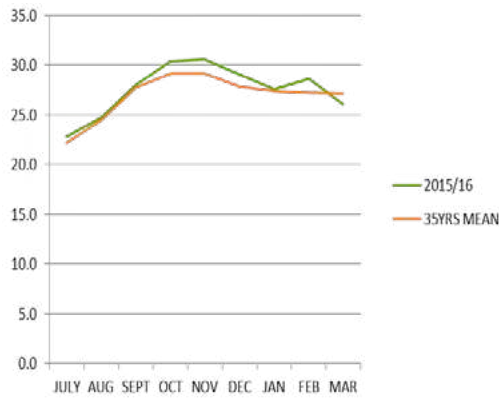
Unprecedented climate extremes in South Africa and implications for maize production. Catherine D Bradshaw et al 2022 Environ. Res. Lett. 17 084028

www.cgiar.org

Maximum temperature increases at Rattray Arnold Research Station, Zimbabwe, during El Niño in 2015-16, 1990-1991 vs 35-yr mean



Season	JUL	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	Season	JUL	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR
2015/16	22.8	24.7	28.0	30.4	30.6	29.1	27.6	28.6	26.1	1990/91	25.3	24.8	28.2	31.7	31.2	31.0	29.2	29.9	29.7
35-yr mean	22.2	24.5	27.7	29.2	29.2	27.8	27.4	27.2	27.1	34-yr mean	22.1	24.5	27.7	29.1	29.1	27.7	27.4	27.1	27.1
Change	0.6	0.2	0.3	1.2	1.4	1.3	0.2	1.4	- 1.0	Change	3.2	0.3	0.5	2.6	2.1	3.3	1.8	2.8	2.6



www.cgiar.org

Rising temperatures support Emergence of new pests in new places - the case of devastating fall armyworm in sub-Saharan Africa



www.cgiar.org

Adaptation solutions & the role of new plant varieties



Agriculture contributes to climate change

- Agricultural emissions contribute about 25% GHGs which must be reduced
- Conversion of forests to agricultural land

Therefore, there is need to adopt agricultural practices that contribute to capturing the excess carbon generated by agriculture, and other industries

- Intensification of agriculture will reduce deforestation
- Reducing tillage, expanding crop rotations, planting cover crops
- Integrating livestock into crop production systems
- Irrigation
- Breeding climate change resilient crop varieties

www.cgiar.org

CGIAR Research program on climate change and food security



Nutrition, Health & Food Security



Poverty Reduction, Livelihoods & Jobs



Gender Equality, Youth & Social Inclusion



Climate Adaptation & Mitigation

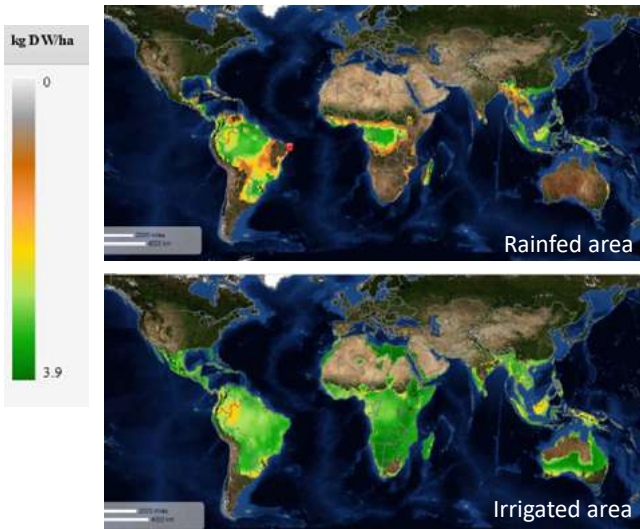


Environmental Health & Biodiversity

- Research on climate-smart technologies and practices to transition to climate-smart agriculture at a large scale
- Reduction of GHG emissions and increase carbon sequestration in the agriculture sector
- Effective climate information & advisory services for farmers and climate-informed safety net interventions
- Increased production and distribution of burdens and benefits in agriculture among women and men
- Fast-track solutions to millions of farmers and food system actors

www.cgiar.org

Agronomic interventions such as irrigation can increase banana production area and productivity



Left: Leaf folding due to moisture stress.

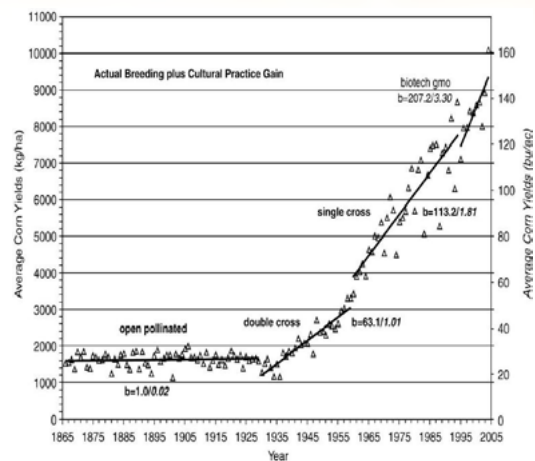
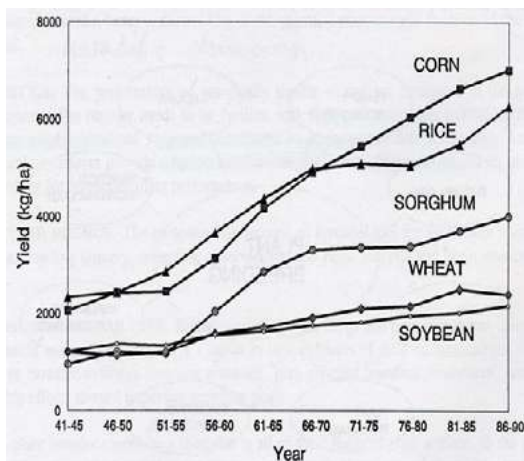
Below: Areal imaging of banana canopy show leaf area index changes due to moisture stress



Courtesy, Bioscience Engineering, Biosystems, TPL

www.cgiar.org

The role of new plant varieties- incredible yield improvements in a changing climate – a result of genetics improvements

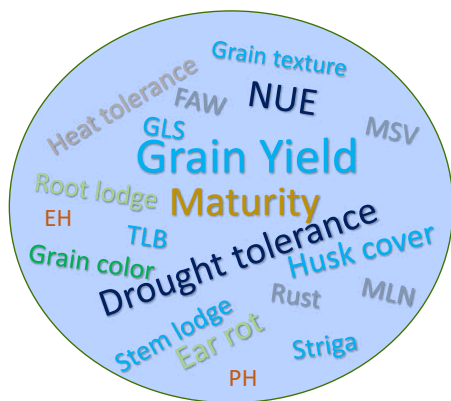


- At least 50-60% of yield increases of USA maize (corn) is attributable to genetic improvement
- CGIAR breeding programs target variety improvements for disease and pest resistance, and abiotic stress resistance (high/low temperature, excessive water/flooding, drought, high salinity, alkaline soils).
- This results in continual increase of genetic gain under climate challenges



CIMMYT & IITA have made a tremendous progress to deliver climate smart maize varieties

Multiple traits improved to adapt maize to climate change challenges



No.	Country	# hybrids	Center
1	Ethiopia	2	CIMMYT
2	Ghana	5	IITA
3	Kenya	8	CIMMYT
4	Malawi	4	CIMMYT
5	Mozambique	1	CIMMYT
6	Nigeria	20	IITA/CIMMYT
7	Rwanda	4	CIMMYT
8	Tanzania	2	CIMMYT
9	Zambia	15	CIMMYT/IITA
10	Zimbabwe	8	CIMMYT

Accelerated Genetic Gain (AGG) project making significant gains in delivering stress tolerant & input responsive maize varieties. 69 new varieties deployed across SSA in 2020-2021. Yield levels of 9-15 t/ha recorded.

www.cgiar.org



Conclusion



Climate change could cause catastrophic effects on agricultural productivity through increases of GHG emission

Agriculture contributes to climate change therefore, there is need to adopt agricultural practices that contribute to capturing the excess carbon generated by agriculture, and other industries

Improved agronomic practices and development of new plant varieties could contribute to incredible yield improvements in a changing climate

www.cgiar.org

Thank You!



POINT DE VUE DES AGRICULTEURS SUR LES PERSPECTIVES DE L'AGRICULTURE POUR L'ATTÉNUATION ET L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Mme Arianna GIULIODORI

Secrétaire, Organisation mondiale des agriculteurs

L'Organisation mondiale des agriculteurs (OMA), dont j'ai l'honneur d'être la secrétaire générale, est née il y a seulement 11 ans. Cependant, elle est rapidement devenue la plus grande voix indépendante mondiale des agriculteurs, représentant la communauté des agriculteurs, quel que soit leur sexe, leur âge ou la taille de leur exploitation – petite, moyenne ou grande – dans tous les processus internationaux pertinents.

L'OMA est organisée en six circonscriptions régionales (Afrique, Asie, Europe, Amérique latine, Amérique du Nord et Océanie), chacune avec sa propre spécificité et son histoire à raconter, et nous nous engageons à les amener sur la scène mondiale afin que la voix de chaque continent puisse être entendue. À ce jour, l'OMA compte 78 membres, 54 pays représentés et plus de 1,2 milliard d'agriculteurs à travers le monde.

Ce qui compte pour nous, c'est de valoriser les positions des agriculteurs dans les débats internationaux pertinents en soutenant leurs valeurs et leurs solutions. Tout ce que nous faisons est guidé par les agriculteurs grâce à une approche ascendante authentique qui garantit que nous pouvons défendre les besoins et les attentes réels de la communauté agricole.

Transformation des systèmes alimentaires, changement climatique, sécurité alimentaire et nutrition, commerce et chaîne de valeur, élevage, One Health et résistance aux antimicrobiens (RAM), coopératives, innovation, autonomisation des jeunes et des femmes, nature et biodiversité représentent tous les domaines où les leaders agricoles des organisations membres de l'OMA dans le monde entier, à l'occasion de l'Assemblée générale, ont exprimé le souhait d'être actives, de s'impliquer et de s'engager pour conduire le changement et avoir des positions à défendre sur la scène mondiale.

Le changement climatique est l'un des problèmes les plus cruciaux pour les agriculteurs, et les membres de l'OMA ont décidé de passer d'une approche réactive à une approche proactive, en adoptant une perspective différente avec des agriculteurs assis aux commandes et en venant avec le message clair qu'ils détiennent un rôle essentiel dans la solution pour relever les défis de la lutte contre le changement climatique et ses impacts.

En 2018, l'OMA a proposé un nouvel agenda selon lequel tous les acteurs concernés de la chaîne de valeur alimentaire, les institutions de recherche, les associations du secteur privé, la société civile, les organisations multilatérales et les partenaires médiatiques, travaillent avec les agriculteurs pour renforcer leur capacité à influencer les processus décisionnels sur l'agriculture et le changement climatique.

Cette initiative, née sous le nom de "The Climakers", est une alliance multipartite qui propose des solutions au changement climatique axées sur les agriculteurs, fondées sur la science et axées sur les résultats.

Notre objectif primordial est de définir un scénario gagnant-gagnant-gagnant : GAGNANT pour que les gouvernements mettent en œuvre avec succès l'Accord de Paris dans l'agriculture; GAGNANT pour les agriculteurs et les systèmes alimentaires et chaînes de valeur plus larges qui peuvent être durables dans toutes les dimensions pour prospérer à l'avenir; et enfin et surtout, GAGNANT pour nous tous sur cette planète qui méritons de vivre dans un endroit plus sain.

Dans le cadre de l'initiative The Climakers, nous avons tenu et tenons toujours un dialogue et des consultations avec des agriculteurs du monde entier pour en savoir plus sur les impacts les plus importants du changement climatique sur leurs activités quotidiennes et sur ce dont ils ont besoin pour l'atténuer et s'y adapter.

Ce qui est clairement apparu, c'est que les agriculteurs ressentent le changement climatique dans leurs exploitations et ont besoin d'aide en termes de services de vulgarisation et de soutien en termes de programmes pour innover et conduire le changement. Ils ont surtout besoin d'échanges de connaissances sur les nouvelles techniques ou solutions à mettre en œuvre dans leurs exploitations. Trop souvent, il y a un manque d'environnement propice et de cadres politiques cohérents avec les défis auxquels ils sont confrontés; ce n'est pas que les agriculteurs passent à côté de l'objectif d'améliorer la résilience ou ne contribuent pas suffisamment à l'atténuation.

Cependant, je ne suis pas ici pour partager ce qui manque aux agriculteurs ou ce dont ils se plaignent. Je suis ici pour mettre en lumière des exemples d'agriculteurs du monde entier mettant en œuvre de nouvelles techniques et solutions.

Par exemple, en **Allemagne**, nos membres travaillent à l'amélioration de la qualité des sols, en adoptant des pratiques telles que le travail minimal du sol ou en améliorant la capacité de rétention d'eau dans le sol et en générant une excellente adaptation aux événements potentiels de sécheresse. À l'autre bout de la planète, au **Viet Nam**, la coopérative agricole **Hop Tien** promeut l'adoption des meilleures technologies disponibles pour combiner la science avec les besoins des petits agriculteurs afin qu'ils aient une meilleure résistance des plantes aux phénomènes météorologiques extrêmes. Au **Kenya**, notre membre dans le pays investit dans l'éducation, un pilier fondamental pour pouvoir améliorer les moyens de subsistance des agriculteurs, et ils investissent en particulier pour expliquer aux agriculteurs familiaux, aux femmes et aux jeunes agriculteurs l'importance de planter des arbres pour travailler à l'atténuation du changement climatique, en combinant cet effort d'atténuation avec l'augmentation des moyens de subsistance, car les produits et sous-produits provenant de cet investissement peuvent être vendus, contribuant ainsi aux moyens de subsistance de l'exploitation familiale. Et enfin, en **Ouganda**, un investissement dans le passage à des systèmes d'irrigation a assuré une plus grande disponibilité de l'eau pour la production et la consommation domestique.

Ces solutions reflètent non seulement les besoins des agriculteurs en tant qu'acteurs économiques, mais également les besoins de leurs communautés.

Il y a un an, nous nous sommes associés à l'UPOV et à l'International Seed Federations (ISF) pour explorer et recueillir les besoins, les contraintes et les attentes des agriculteurs concernant le rôle des nouvelles variétés de plantes améliorées face au changement climatique. Les travaux ont été menés de février à juin 2021, incluant une consultation approfondie entre nos membres et la communauté des agriculteurs au sens large et un dialogue virtuel entre les agriculteurs, les obtenteurs et les acteurs concernés de la chaîne de valeur.

Au total, 82% des agriculteurs que nous avons eu la chance d'interroger ont déclaré que de nouvelles variétés de plantes améliorées sont essentielles pour répondre au changement climatique – et je voudrais également attirer votre attention sur la raison pour laquelle les agriculteurs ont donné cette réponse. Premièrement, les nouvelles variétés de plantes améliorées se comporteraient mieux face aux maladies et s'adapteraient au changement climatique. En outre, elles pourraient être cruciales pour l'atténuation et l'adaptation en même temps. Enfin, face à la pertinence croissante des phénomènes météorologiques extrêmes, de nouvelles variétés végétales améliorées pourraient apporter la bonne réponse pour aider les agriculteurs à protéger leurs moyens de subsistance et à être plus résilients.

Mais quels sont les besoins et les attentes des communautés paysannes lorsqu'il s'agit d'aborder le changement climatique sous l'angle spécifique des nouvelles variétés végétales en amélioration? Les agriculteurs demandent un meilleur accès aux semences en termes de disponibilité et d'abordabilité, et un an plus tard, la question de l'abordabilité des intrants effraie de nombreux producteurs, tant du Nord que du Sud en raison du conflit en cours en Ukraine. Ce besoin est plus crucial que jamais.

Les agriculteurs ont également souligné que la formation, l'échange d'informations et l'accès aux connaissances sur les nouvelles variétés végétales améliorées constituent encore d'énormes lacunes qui doivent être comblées, de même que l'absence d'un cadre scientifique réglementaire clair qui peut faciliter l'accès à celles-ci.

Ensuite, nous sommes appelés, en tant qu'organisations d'agriculteurs, à améliorer la façon dont nous créons des capacités à travers le monde afin que les agriculteurs mieux organisés puissent améliorer la façon dont ils ont accès à la meilleure innovation disponible. À l'opposé des systèmes alimentaires de la chaîne de valeur, l'éducation des consommateurs a également été soulignée comme un élément fondamental dans lequel nous devrions investir pour nous assurer que nous pouvons instaurer la confiance. Et enfin, ces objectifs ne peuvent être atteints par les agriculteurs seuls. Cela n'a jamais été un effort solitaire. Il est destiné à être réalisé en partenariat avec d'autres acteurs de la chaîne de valeur afin que, d'une part, nous puissions mieux interpréter les besoins et les attentes des agriculteurs, et d'autre part, nous puissions mieux coopérer au bénéfice de tous les acteurs impliqués.

Moins d'un mois nous sépare de la COP 27 de la Conférence des Nations Unies sur les changements climatiques. Le niveau d'attention autour des systèmes alimentaires, de la production alimentaire et de l'agriculture augmente dans le cadre de la COP. Les attentes grandissent non seulement à l'égard des besoins, mais aussi à l'égard du fait que l'agriculture est la solution aux défis auxquels nous sommes confrontés. L'agriculture est en mesure d'apporter les réponses nécessaires, à la fois pour l'atténuation et l'adaptation, mais aussi pour générer un impact positif sur la nature qui nous entoure. Les agriculteurs sont prêts à faire leur part. Les autres parties prenantes et acteurs seront-ils également prêts à collaborer et à réussir?

Présentation faite au séminaire




WORLD FARMERS'
ORGANISATION

WORLD FARMERS' ORGANISATION

The Biggest Independent Global Farmers' Voice


UPOV - 11 October 2022

Arianna Giuliadori
Secretary General
World Farmers' Organisation



WORLD FARMERS'
ORGANISATION


An Organisation made by the Farmers for the Farmers



- **6 Regional Constituencies**
Africa, Asia, Europe, Latina America, North America, Oceania
- **78 Farmers' Organisations from 53 countries**
- **More than 1.2 billion farmers**

Our Headquarters

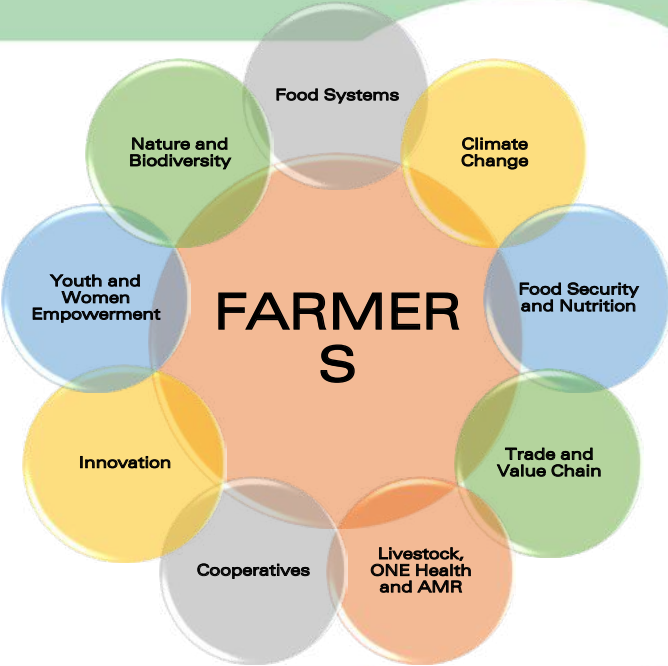
WFO is the reference organisation representing the farmers' community, regardless of their gender, age, or farm size - small, medium, or large-scale, in all the relevant international processes.


 **WORLD FARMERS' ORGANISATION**

What We Do

We enhance farmers' position in the relevant international debates by supporting their values and propositions

Our **BOTTOM-UP APPROACH** ensures we can advocate for the needs and expectations of the farming community



 **WORLD FARMERS' ORGANISATION**

What we advocate for

Agriculture and climate change

FROM A FARMER – RESPONSIVE APPROACH ↔ **TO A FARMER – DRIVEN APPROACH**

Examples of implementation →

WIPO FOR OFFICIAL USE ONLY



The Climakers

The Climakers
in a nutshell

Overarching
Goal

Conceived by the farmers, The Climakers is a multi-stakeholder alliance proposing solutions to Climate Change that are **farmer-driven, science-based** and **result-oriented**.

Achieving a **WIN-WIN-WIN** scenario:

- ✓ **WIN** for the governments called to successfully implement the Paris Agreement;
- ✓ **WIN** for the FARMERS and the wider agricultural sector and value chain that can be sustainable under all its dimensions;
- ✓ **WIN** for the PEOPLE, who will be healthier and living on a healthier planet



WIPO FOR OFFICIAL USE ONLY



Key messages from the Climakers consultations

- Farmers are deeply aware of being at the heart of Climate Change because they feel it on the farm
- Need for support (extension services, programs, knowledge exchange)
- In many cases there is a lack of appropriate policy frameworks and proper support programs to enhance resilience and contribute to mitigation of climate change



WIPO FOR OFFICIAL USE ONLY



Examples of Farmers' solutions to Climate Change

Germany

For Brenkenhagener Gemues ehfarmers, the best possible way to mitigate the effects of climate change is by improving soil quality. Adopting practices such as minimal tilling enhance water retention in the soil, generating a greater adaptation to drought events.



Vietnam

Hop Tien Agricultural Cooperative promotes the application of science and technology to actively respond to extreme weather. These new innovative farming methods have improved plant resistance to extreme weather.



Kenya

KENAFF educates smallholder farmers, women, and youth on the importance of planting trees to mitigate climate change. Livelihoods of farmers are improved through the sale of tree seedlings, tree products like fruits from established tree nurseries



Uganda

Diversification of farming methods and the switch to irrigation systems have ensured higher water availability for production and home consumption and improved the health and livelihoods of rural communities



WIPO FOR OFFICIAL USE ONLY



In 2021 WFO, ISF and UPOV partnered to explore and collect farmers' needs, constraints, and expectations around New Improved Plant Varieties, to make sure to promote a farmer driven approach to innovation in this field.

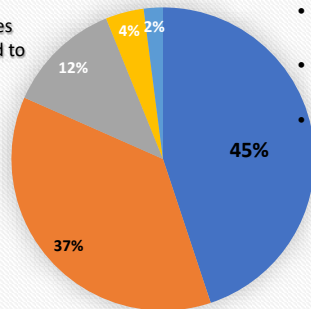
The work was carried from February to June 2021 including a survey and a virtual Dialogue among farmers, breeders and relevant stakeholder of the value chain.

WIPO FOR OFFICIAL USE ONLY

FROM THE SURVEY: New improved plant varieties and climate change

Consider New Improved Plant Varieties important to **respond to climate change**
Rank 1 (no important) to 5 (very important)

82%
said that
New Improved Plant Varieties
are very important to respond to
climate change!



Some «reasons why»

- *“I believe they can influence the way we deal with diseases and adaptation to climate change”*
- *“Both in mitigation and adaptation, this will be crucial for the future”*
- *“With drought and rapid temperature extremes, I think we’re going to have to have plants that can adapt to these realities.”*

WIPO FOR OFFICIAL USE ONLY

Farmers' expectations on New Improved Plant Varieties



KEY EXPECTATIONS AND NEEDS AROUND THE USE OF NEW IMPROVED PLANT VARIETIES

- **Access to seeds** (availability and affordability);
- Access to **training, information and knowledge** on New Improved plant varieties;
- **Enabling regulatory; innovation and scientific framework** to access new improved plant varieties;
- **Organized Agriculture:** Farmers Organisations' as key actors to ensure that farmers of all sizes and everywhere have access to the best available innovation;
- **Consumers' education** in order to build trust around new varieties thanks, among others, to traceability systems;
- **Partnership with stakeholders in the value chain** to ensure farmers' expectations and needs are met building a **cooperation framework** that benefits all the actors involved.

WIPO FOR OFFICIAL USE ONLY



What's next? Towards



- COP27 is behind the corner and WFO is working hard to catalyse the voice of the farmers as coordinator of the UNFCCC Farmers' Constituency
- High attention this year on food and agriculture: food systems and agriculture day (12 November) and a first ever food systems pavilion
- Expectations are rising around agriculture as SOLUTION to the challenges we are facing

FARMERS ARE READY TO DO THEIR PART,
ARE YOU, TOO?

POINT DE VUE DE L'INTERNATIONAL SEED FEDERATION

M. Michael Keller

Secrétaire général, International Seed Federation (ISF)

Le rôle de l'obtention végétale et de la protection des variétés végétales pour permettre à l'agriculture d'atténuer et de s'adapter au changement climatique est un sujet très important, qui a également un impact sur notre capacité à relever le défi de la sécurité alimentaire au niveau mondial dans un monde en mutation. C'est pourquoi je tiens à remercier l'UPOV d'avoir pris cette initiative.

La figure 1 montre une image que j'ai découverte il y a quelques années lors d'une réunion de l'OCDE à Paris. Cela montre qu'il est important de parler du changement climatique, mais il existe de nombreux autres facteurs qui ont une incidence sur notre capacité à fournir les meilleures semences de qualité améliorée à l'agriculteur, à produire des denrées alimentaires, des aliments pour animaux et des fibres pour l'ensemble de la chaîne de valeur et pour le consommateur.

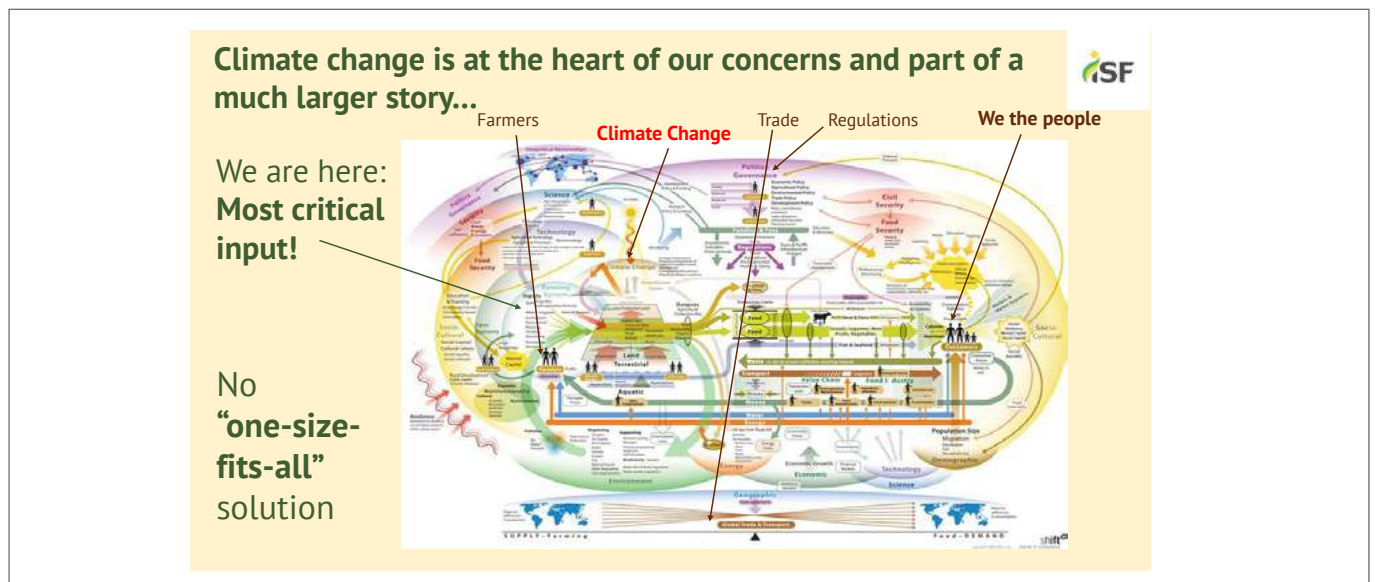


Figure 1 (Source: OECD)

Tout d'abord, j'espère que nous sommes tous d'accord sur le fait que les semences sont l'intrant le plus critique dans la production alimentaire, et par conséquent, nous avons tous la responsabilité de répondre aux divers défis et d'augmenter notre capacité en termes d'efforts d'obtention continue. Il n'y a pas de solution unique convenant à tous; toute variété améliorée doit être adaptée localement, et nous ne devons jamais l'oublier dans notre débat.

Je voudrais souligner le fait qu'il existe une interdépendance en termes d'approvisionnement en semences, et aucun pays n'est aujourd'hui indépendant à cet égard. Nous devons garder cela à l'esprit lorsque nous abordons les besoins de l'agriculteur dans ses champs et l'impact du changement climatique; c'est pourquoi toute la discussion sur le commerce et la réglementation est essentielle. C'est dans ce paysage que nous devons pouvoir agir et fournir les meilleures variétés améliorées aux agriculteurs.

Et voici ici une manière légèrement différente, le même point : comme un puzzle, nous devons résoudre ce puzzle correctement. Aujourd'hui, nous sommes dans une situation critique : augmentation de la fréquence des ravageurs et des maladies, rareté de l'eau et des terres, déclin de la qualité des sols, complexité du commerce et autres facteurs qui limitent notre capacité à rendre la nourriture disponible et accessible et ainsi réduire la faim. Nous devons produire plus, produire plus avec moins, car nous aurons un écart de 7000 milliards de calories d'ici quelques années. Et en même temps, nous avons connu l'épidémie de COVID, et nous sommes confrontés à des problèmes de guerres et de conflits.



Figure 2 International Seed Federation et ODD des Nations Unies

Par conséquent, mon premier appel est que nous devons travailler ensemble. Et il est absolument essentiel pour nous aussi en tant que secteur privé que nous obtenions la reconnaissance que les semences sont un bien essentiel, qui doit évoluer et qui contribue à la sécurité alimentaire mondiale. Parce qu'en fin de compte, nous devons agir ensemble. Notre force est notre complémentarité. Secteur privé, secteur public, agriculteurs, société civile – tous les acteurs sont importants. Nous disons toujours, en tant que secteur semencier privé, que nous aimerions contribuer, mais nous ne disons pas que nous sommes la seule solution. Assumons notre diversité et notre complémentarité.

Nous avons besoin de toutes les solutions. Par conséquent, construisons la résilience et adaptons-nous ensemble et ajustons-nous à un monde en mutation. Il est temps d'agir. Il est maintenant temps de reconnaître la diversité. Il est maintenant temps de bouger ensemble. Et, juste pour apporter une clarification, et nous le mentionnons très souvent lors des réunions de l'UPOV, c'est ce que nous, en tant que secteur privé, recherchons. Nous recherchons un monde où les semences de la meilleure qualité sont accessibles à tous les agriculteurs, à tous les agriculteurs du monde entier, dans tous les pays, et cela inclut les agriculteurs de subsistance, les petits exploitants agricoles, les agriculteurs familiaux ainsi que les grands agriculteurs. Chaque agriculteur devrait avoir le droit de choisir la meilleure variété adaptée localement. Les semences de la meilleure qualité doivent être accessibles pour soutenir une agriculture durable et la sécurité alimentaire. Et vous voyez aussi toutes les cases où nous sommes convaincus que les semences contribuent à atteindre les objectifs de développement durable, "Pas de pauvreté", "Éliminer la faim", "Vie terrestre" et autres.

Où commence notre contribution? Dans l'obtention végétale. Vous entendrez au cours des deux prochains jours plusieurs exemples passionnants de programmes d'obtention privés. Sélectionner et apporter des solutions, c'est notre quotidien. C'est dans notre ADN. Et tout ce que nous faisons est toujours dans un effort de collaboration avec les agriculteurs. Il s'agit d'augmenter le rendement; nous ne devons jamais oublier, nous devons continuer à augmenter le rendement. Au cours des dernières décennies, les semences ont contribué à augmenter de plus de 50% la productivité agricole; cependant, nous devons admettre que les gains de rendement ont ralenti au cours des 20 dernières années. Cela signifie que le rythme des changements dans l'environnement et les pressions liées aux ravageurs s'accroissent. Par conséquent, nous devons également poursuivre l'augmentation des rendements à l'avenir. En outre, nous devons aborder les questions de goût, de qualité nutritionnelle, d'adaptabilité climatique et environnementale aux stress tels que la sécheresse, la salinité, les maladies, les ravageurs. Cela signifie que notre capacité à piloter ces sujets dépend également de notre capacité à construire des programmes d'obtention pour améliorer la tolérance à la chaleur, à la sécheresse et au sel, pour améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau, réduire la perte d'eau dans des conditions de déficit hydrique, améliorer la tolérance au stress et la résistance à de multiples ravageurs et maladies. Et en sus, comme vous l'avez peut-être entendu récemment, nos efforts d'obtention ont contribué à augmenter le captage du carbone en utilisant des outils d'édition génomique.


En parlant d'édition génomique, je pense que c'est absolument essentiel pour nous. C'est un outil formidable. Et les éleveurs attendent avec impatience de pouvoir utiliser tous les outils d'obtention existants et à venir. L'édition génomique est aujourd'hui utilisée dans plus de 40 cultures dans 30 pays, et il existe un large éventail de développeurs du secteur privé et du secteur public. Ils l'utilisent pour améliorer les performances. Travaillons ensemble pour parvenir à une cohérence réglementaire afin que les obtenteurs, publics ou privés, puissent utiliser tous les outils pour répondre aux besoins des agriculteurs en matière d'adaptation et d'atténuation du changement climatique. En outre, et je pense que c'est important, de plus en plus dans notre capacité à diriger des programmes d'obtention, il y a l'accès aux technologies connexes. De formidables opportunités résident dans la numérisation, la bio-informatique ou le big data. Vous en entendrez plus au cours des prochains jours.

Encore une fois, l'obtention végétale est au cœur du secteur semencier privé. Nous voulons poursuivre dans les années à venir nos efforts d'obtention pour lutter contre le changement climatique, mais nous ne pourrions le faire que si cela est économiquement durable. Et nous ne devons jamais l'oublier. Et nous voici aujourd'hui, dans le panel de l'UPOV, il est donc très important pour nous que le rôle de l'UPOV soit reconnu. Il est impossible que les obtenteurs végétaux continuent d'investir beaucoup d'argent sans avoir les droits d'obteneur. C'est nécessaire pour que nous soyons durables. Mais nous disons toujours, oui, cela doit être durable pour nous, sur le plan commercial, mais il doit également être durable pour les agriculteurs, sur le plan commercial. Les agriculteurs sont aussi des entrepreneurs. Et donc, si nous sommes capables de leur apporter des variétés améliorées pour répondre à tous les défis auxquels ils sont confrontés sur le terrain, cela aidera aussi l'agriculteur à continuer à vivre de sa terre, à continuer à lutter contre la pauvreté, tous les objectifs de développement durable (ODD). Je l'ai mentionné plus tôt ici aujourd'hui. Et n'oublions pas, dans toutes les discussions au sein de l'UPOV, quel est le rôle de l'UPOV? Il s'agit d'encourager le développement de nouvelles variétés végétales au bénéfice de la société. Et je pense que lorsque nous discutons du changement climatique, ne s'agit-il pas également de bénéficier et de soutenir la société dans cet environnement changeant?

Qu'est-ce qui est important pour nous? J'ai parlé des outils d'édition génomique, mais il existe d'autres réglementations qui peuvent entraver notre impact, notre capacité à fournir des variétés améliorées aux agriculteurs. Vous savez, nous transportons des semences dans le monde entier, et cette interdépendance vis-à-vis des semences, je crois, est reconnue aujourd'hui. Par conséquent, notre capacité à déplacer des semences à travers le monde et à pouvoir répondre, parfois très rapidement, aux demandes des agriculteurs de différentes variétés pour faire face aux défis qu'ils ont sur le terrain – cela dépend des règles et réglementations au niveau mondial et de leur mise en œuvre aux niveaux nationaux. Cela signifie l'obtention, l'enregistrement des variétés, la protection des végétaux, la production de semences, la commercialisation des semences, tout le cycle d'approvisionnement en semences. Cela nécessite que nous soyons cohérents, cela doit être clair et prévisible. De l'obtention végétale à la commercialisation des semences, pour certaines variétés – vous pouvez prendre une variété de laitue, par exemple, cela peut prendre 15 à 20 ans. Vous pouvez imaginer que lorsque nous commençons un programme d'obtention, nous devons également être clairs : sommes-nous capables de mettre cela également sur le marché, peut-être même sur des marchés que nous n'avions pas prévus au début des programmes d'obtention? Il est absolument essentiel en ces temps d'un monde en mutation avec plus d'impact du changement climatique, que nous ayons les bonnes réglementations reconnaissant l'interdépendance et identifiant la nécessité pour l'agriculteur de choisir, car tout dépend de la capacité conjointe du secteur privé, du secteur public et des autorités du monde entier à offrir un choix de semences aux agriculteurs. Sur le terrain, les agriculteurs doivent faire face au changement climatique au niveau local, et cette capacité dépend de ce que nous, le secteur privé, continuons à faire dans l'obtention en utilisant les derniers outils d'obtention, en étant capables de déplacer les semences et de pouvoir dans un pays donné construire un secteur semencier privé dynamique. Je pense que ce sont les discussions que nous devons avoir.

Je suis très heureux que vous ayez abordé cette question au niveau de l'UPOV, en organisant cette discussion très importante sur le changement climatique. Et sur ce, je vous souhaite le meilleur pour les deux prochains jours. Nous nous rencontrerons également en octobre en personne. La semence c'est la vie.


Présentation faite au séminaire



International Seed Federation Perspective

Seminar on the role of plant breeding and plant variety protection in enabling agriculture to mitigate and adapt to climate change - UPOV

Michael Keller
Secretary General, International Seed Federation



Climate change is at the heart of our concerns and part of a much larger story...

Farmers**Climate Change**TradeRegulationsWe the people

We are here:
Most critical input!

No
“one-size-fits-all”
solution

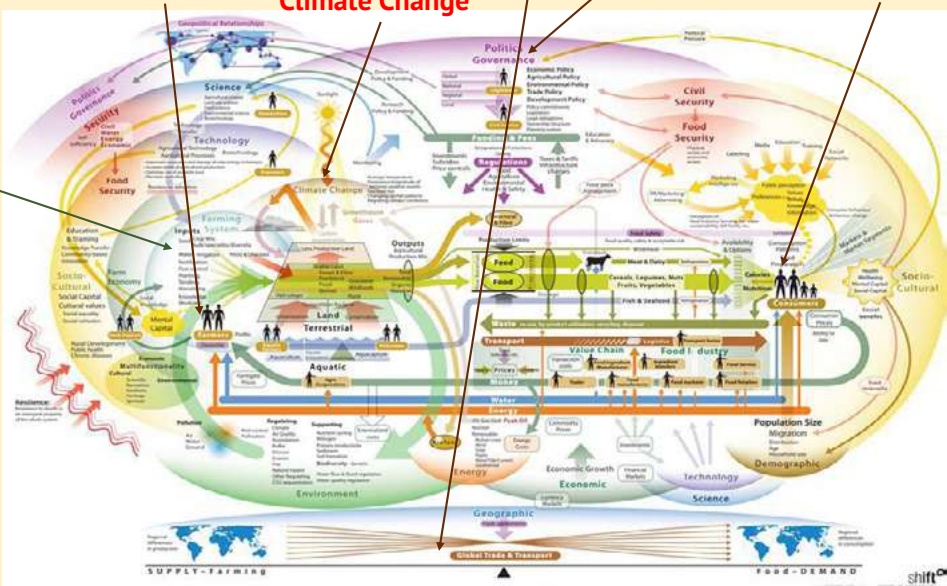


Figure 1 (Source: OECD)



“There is absolutely no doubt that today is the time to gather our strength, complementarity, and diversity to build resilience and to adapt and adjust to a changing world.”



It is now!




“A world where the best quality seed is accessible to all, supporting sustainable agriculture and food security.”

ISF

- 1 NO POVERTY
- 2 ZERO HUNGER
- 3 GOOD HEALTH AND WELL-BEING
- 8 DECENT WORK AND ECONOMIC GROWTH
- 12 RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION
- 13 CLIMATE ACTION
- 15 LIFE ON LAND
- 17 PARTNERSHIPS FOR THE GOALS

Contribution through Plant Breeding Innovation

- Innovation is in our DNA!
 - Yield, taste, nutritional quality, drought, salinity, disease resistance, pests, etc...
- Capacity to use all existing breeding tools
 - Genome editing: + 40 Crops 30 countries broad range of developers (private + public) – “improved performances”
- Access to supporting technologies
 - Digitalization, Bioinformatics, Big Data,...



ISF

- 2 ZERO HUNGER
- 3 GOOD HEALTH AND WELL-BEING
- 13 CLIMATE ACTION
- 15 LIFE ON LAND
- 17 PARTNERSHIPS FOR THE GOALS

Contribution

must be economically sustainable!

- Can a business without intellectual property protection be sustainable?

- Preferred tool : **UPOV**

“Encourage the development of new plant varieties for the benefit of society”



... our contributions also depend on alignment of policies at international level...



It's about our joint capacity to provide **seed choice for farmers** to address **climate change** at the local level.



Seed is Life

LE POINT DE VUE DE LA COMMUNAUTE INTERNATIONALE DES OBTENTEURS DE PLANTES HORTICOLES DE REPRODUCTION ASEXUEE – IMPACTS ET RISQUES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE POUR L'AGRICULTURE : LES SOLUTIONS D'ADAPTATION ET LE RÔLE DES NOUVELLES VARIÉTÉS VÉGÉTALES

M. Edgar Krieger

Secrétaire général de la communauté internationale des obtenteurs de plantes horticoles de reproduction asexuée (CIOFORA)

Le changement climatique est un phénomène clair avec des impacts notables sur les activités horticoles et avec une tendance croissante de ses effets au cours des dernières décennies. L'obtention végétale offre les outils nécessaires pour aider à atténuer le changement climatique par la création de variétés végétales plus résilientes, plus tolérantes ou moins sensibles.

Certaines des conséquences les plus récentes du changement climatique sur les activités agricoles sont dues aux vagues de chaleur en Europe et en Amérique du Nord qui affectent considérablement les vergers tels que l'avocatier, l'olivier et les agrumes. Des inondations ont également été signalées dans plusieurs parties du monde, comme au Pakistan en juin de l'année dernière; et les gelées ont eu une incidence négative sur les cultures au Brésil et en Floride en 2021.

Le changement climatique est désormais sans équivoque, notamment en termes d'augmentation de la température, d'augmentation de la concentration de dioxyde de carbone, de fonte généralisée de la neige et de la glace et de l'élévation du niveau moyen mondial de la mer, tandis que l'augmentation de la fréquence des sécheresses est très probable, mais pas aussi certaine.

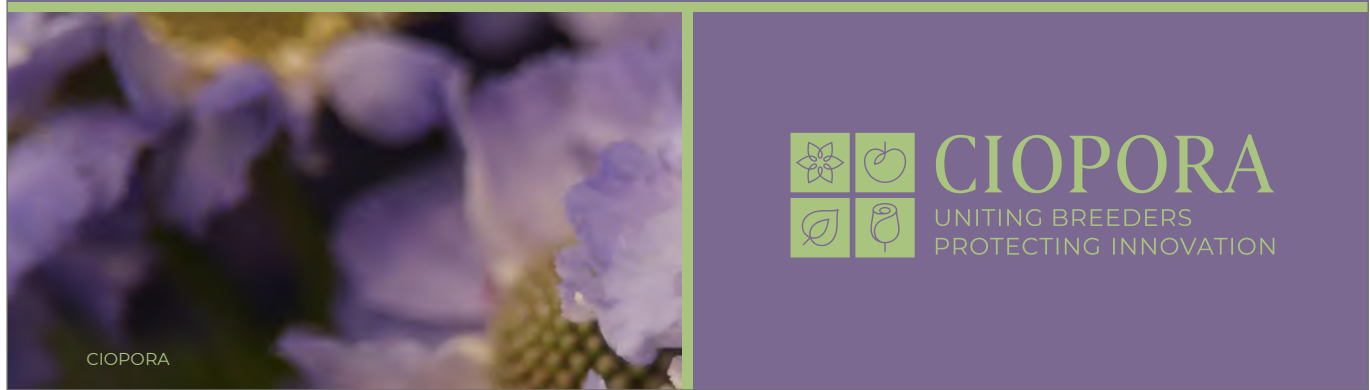
Ces fluctuations causées par le changement climatique affectent directement les activités agricoles et représentent un défi pour les obtenteurs. Les principaux objectifs à atteindre dans les programmes d'obtention végétale associés à l'adaptation au changement climatique sont les changements de saisonnalité, l'approvisionnement en eau (rare ou excédentaire), le stress thermique, la perte de diversité génétique et les épidémies plus courantes de ravageurs et de maladies.

Les solutions d'adaptation fournies par l'obtention végétale incluent de nouvelles variétés avec des caractéristiques améliorées pour de meilleures performances dans différentes conditions de croissance. Par exemple, les variétés de vigne qui étaient traditionnellement produites dans les climats tempérés sont maintenant développées dans les régions tropicales et subtropicales aux conditions plus chaudes. De plus, les obtenteurs font des efforts pour contrôler le temps de floraison et la maturation. La qualité du goût, la couleur, l'arôme, l'acidité et la douceur sont également influencés par les conditions climatiques et font donc partie des caractéristiques impliquées dans les schémas d'obtention végétale.

En fin de compte, l'obtention végétale offre des alternatives pour atténuer les impacts négatifs du changement climatique. L'avènement des répétitions palindromiques courtes régulièrement espacées groupées et des systèmes associés à ces répétitions (CRISPR-Cas) a présenté une nouvelle option : créer de nouvelles variétés plus rapidement. Les stratégies d'obtention rapide ont également accéléré le processus, tandis que l'obtention prédictive a fourni une méthode pour économiser les ressources et analyser les résultats des croisements prévus. Enfin, la sécurisation de la diversité génétique a été un autre moyen d'incorporer des caractères perdus, visant à résoudre l'homogénéité et la sensibilité des variétés végétales actuelles.

Présentation faite au séminaire

Impacts & risks for agriculture from climate change: Adaptation solutions & the role of new plant varieties



CIOPORA

Climate change effects intensify

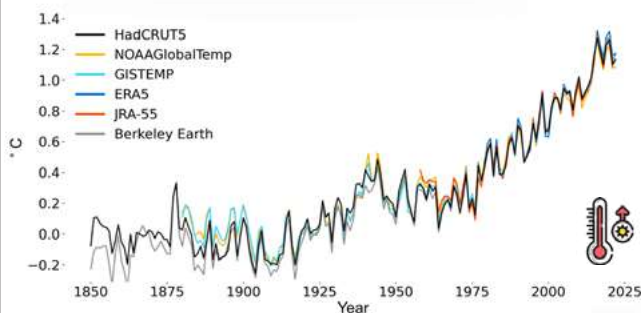
A collage of news articles and images illustrating climate change effects. The articles include:

- Heat wave in Europe: Which countries are worst hit?** (with a blue box overlay): "Summer fires weren't unusual. But climate change means they've scorched Western Europe much earlier than usual this year, destroying tens of thousands of acres of land and causing massive evacuations as some places record their hottest temperatures ever."
- Drought forces the Netherlands to adapt to climate change**: "The Netherlands is normally one of the wettest countries in Europe. But this summer, it's also battling a prolonged drought and water shortages. With a third of its land below sea level, the Netherlands is particularly vulnerable to climate change."
- Climate change: Flooding, drought, fire and heat waves around the world**: "The climate crisis has intensified risk conditions for extreme weather events across the world. Erratic seasonal swings have caused floods, wildfires, heat waves and droughts on an unprecedented scale."
- Sydney flooding**: "The floods have brought the death toll of floods in 18 months to the Australian state of New South Wales. Residents have been evacuated, especially children, and major roads are still closed in the city. The floods have caused severe damage to homes and businesses, and the regional banks around the state are also under pressure."
- South Africa extreme rains**: "The high rainfall in the Western Cape of South Africa has caused landslides and flooding that closed roads and destroyed homes. The rains are expected to continue for several days, but the damage is already done. The rains are expected to continue for several days, but the damage is already done."
- East Africa prolonged drought**: "East Africa is experiencing one of the worst droughts in decades. It started last year and is still ongoing after a fourth season of failed rains. Up to 20 million people are now at risk of severe hunger. Scientists say the decline in the spring rainy season, which is tied to warmer waters in the Indian Ocean, causes rains to fall rapidly over the ocean before reaching land."
- Heavy rains devastate communities in Kentucky, USA**: "Heavy rain has pummeled mountain communities in the US state of Kentucky. Water rushed down hillsides, swallowing homes, washing away houses and trapping hundreds of people. At least 30 people have been killed. US Vice President Kamala Harris said the flooding showed the urgency of crisis and announced \$1 billion in grants to help states prepare for weather extremes worsened by climate change."

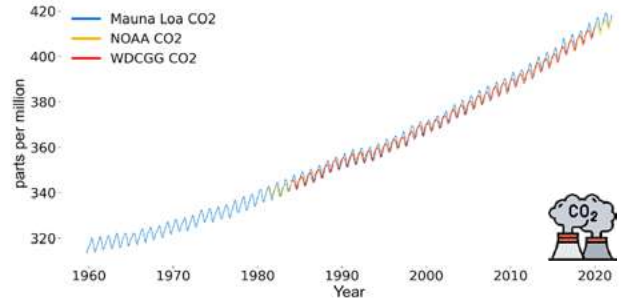


Climate change global indicators

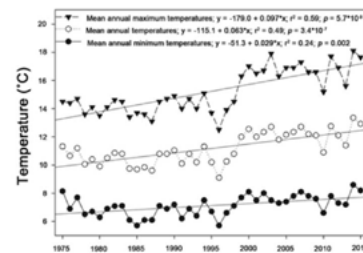
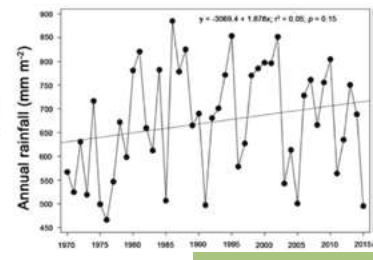
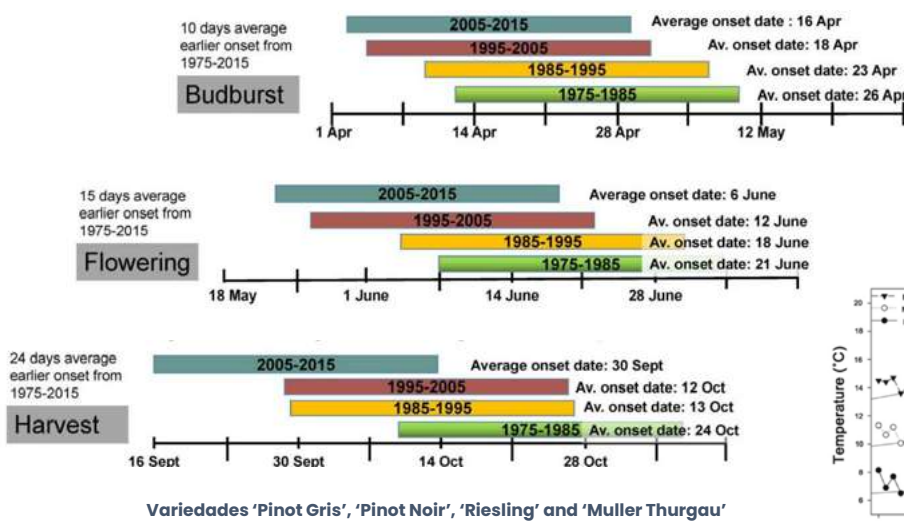
Global mean temperature difference from 1850–2022



Carbon dioxide concentrations (parts per million)



Phenological changes of four grapevine varieties grown in Hainfeld, Germany (1975–2015)





Impact of climate change on plant breeding

Loss of genetic biodiversity

Changes in environmental conditions promote erosion of biodiversity

Outbreak of pest and diseases

Increase in temperature and relative humidity set the ideal environment for disease proliferation

Risk of water supply

In some areas, rainfall intensifies or on the contrary it can cause prolonged drought

Change in seasonality

Increasing occurrence of climatic events out of season such as late-spring frosts

Heat stress

A combined effect of heat and water-deficit stress leading to a reduction in plant productivity

Food insecurity

Climate change impacts agricultural production, supply chains, and food pricing



Climate change adaptation solutions

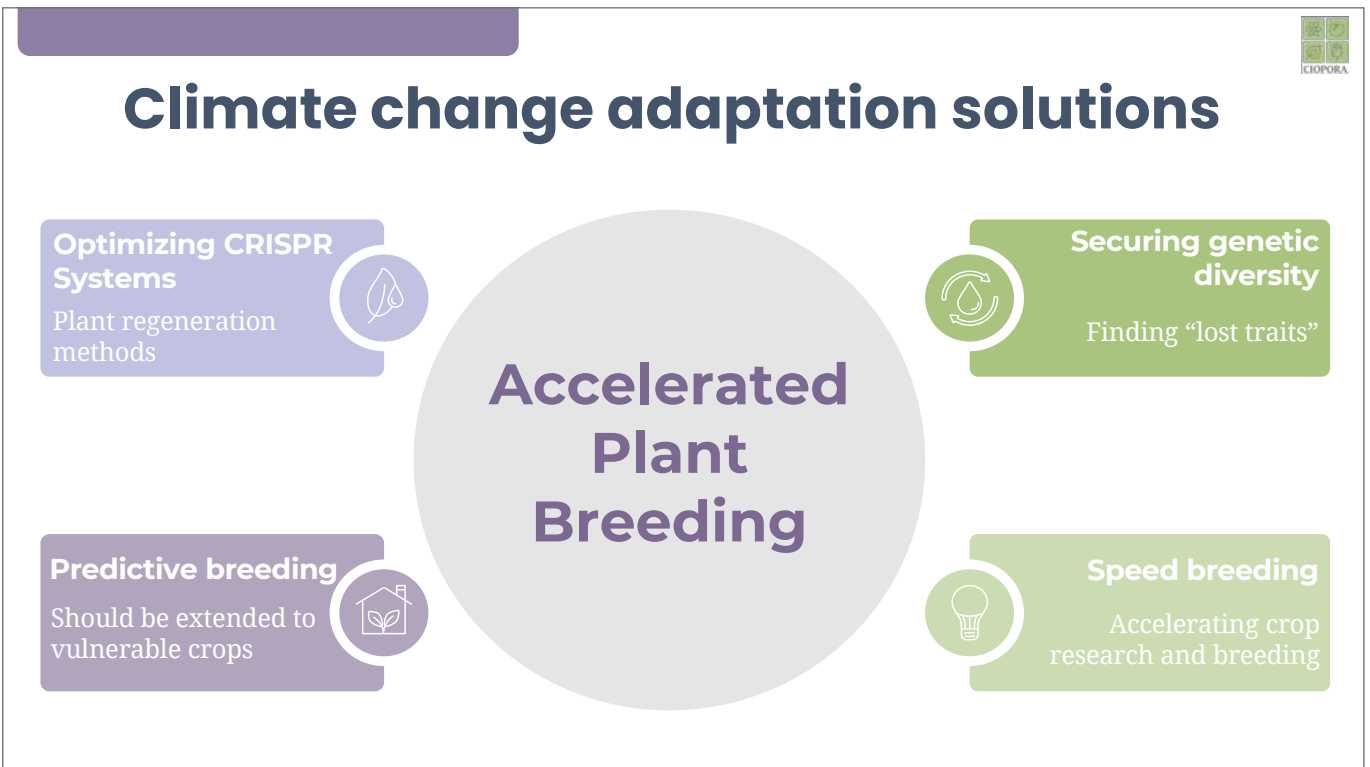
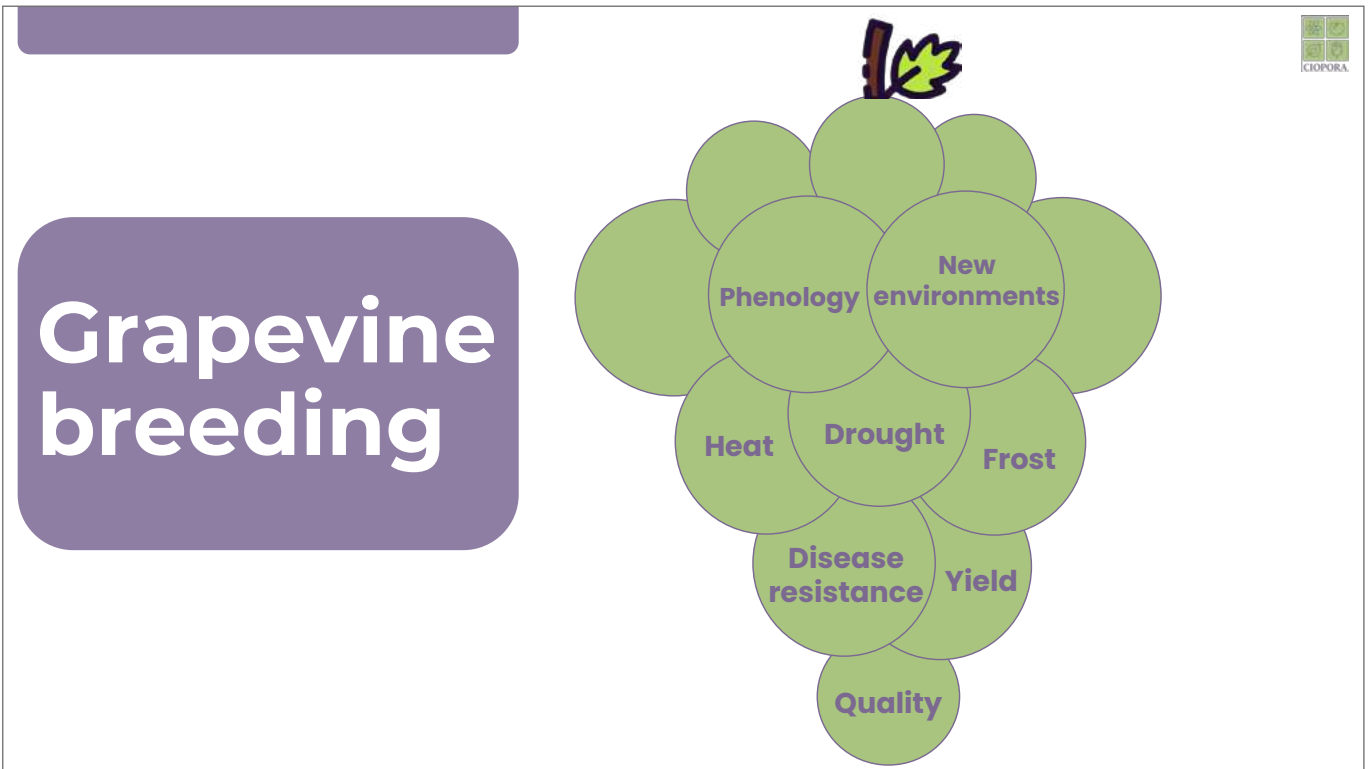
Approach of plant breeders



Increasing Climate Resilience



Accelerated Plant Breeding



Prospectives

Heterogenous Impact
Climate changes affects differently every crop depending on the location

Increase diversity
Encourage a general expansion of genetic pool and make available functional genes

Accelerating Plant Breeding

- Use of new technologies
 - Speed Breeding
- Extend the new methods to more crops

9

Thank you for your attention



CIOPORA

UNITING BREEDERS
PROTECTING INNOVATION

QUESTIONS

1) Questions après l'orateur principal : M. John Derera

VALSTAR Marien (M.), Président du Conseil, UPOV (modérateur)

J'ai quelques questions à poser. Je fais juste le lien à l'instant.

VAN DER HEIJDEN Stefan (M.), associé, Innova Connect (Pays-Bas) (orateur)

Je m'appelle Stefan van der Heijden. Merci beaucoup pour votre présentation très intéressante. Je me demande simplement, vous mentionnez -- des améliorations de rendement incroyables également à l'avenir. Mais si vous allez procéder à une obtention pour plus de résilience face à des conditions défavorables inconnues et inattendues, il y aura certainement un compromis. Comment envisagez-vous cet aspect?

VALSTAR Marien (M.), Président du Conseil, UPOV (modérateur)

Merci pour votre question, Stefan. John?

DERERA John (M.), directeur principal, sélection et présélection des plantes, Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (CGIAR) (orateur)

Merci beaucoup pour la question. Certainement, oui, en général, nous savons qu'il existe un compromis entre le rendement et la sélection pour la résistance aux ravageurs et aux maladies, mais ce que nous cherchons maintenant, c'est de trouver de nouveaux outils d'obtention qui peuvent nous aider à compenser cela. L'une des choses que j'y ai montrées est l'utilisation de la biotechnologie par l'incorporation de nouveaux caractères dans les variétés à haut rendement déjà. Nous envisageons également de poursuivre d'autres pratiques, telles que l'application de la sélection génomique comme moyen d'augmenter potentiellement le rendement de la plupart des cultures, et je suis sûr que nous pourrions briser le plateau de rendement. Il est également possible d'examiner l'édition du génome. Mais surtout, l'approche de sélection génomique signe une meilleure promesse. Merci.

VALSTAR Marien (M.), Président du Conseil, UPOV (modérateur)

Merci, John. Et c'est bon d'entendre votre optimisme. Il y a une autre question qui attend toujours.

BUCHER Étienne (M.), responsable du groupe de recherche "Dynamique du génome des plantes", Agroscope (Suisse) (orateur)

Merci beaucoup pour cette présentation très intéressante. Vous avez en quelque sorte déjà répondu à ma question concernant les nouvelles technologies d'obtention, mais je voulais avoir votre avis là-dessus. Selon vous, quel est l'impact potentiel, par exemple, pour la résistance à la sécheresse, ou le stress salin, etc., vous savez, les stress directement liés au changement climatique? Quel est le potentiel d'amélioration des cultures?

VALSTAR Marien (M.), Président du Conseil, UPOV (modérateur)

John, la parole est à vous.

DERERA John (M.), directeur principal, sélection et présélection des plantes, Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (CGIAR) (orateur)

Donc, le principal impact que nous voyons dans la sélection pour la tolérance au stress, en particulier la sécheresse et la chaleur, nous constatons que dans certaines régions, en particulier dans la région du Sahel, il y a une zone étendue où le maïs peut être cultivé en raison de l'adaptation à la chaleur et à la sécheresse. Et nous avons également vu des augmentations de rendement allant de 5%, voire à 10%. Des variétés tolérantes à la sécheresse éolienne ont été cultivées. C'est un autre domaine. Nous surveillons donc cela à travers les ventes de semences pour les variétés issues des projets tolérants à la sécheresse qui ont été entrepris au cours des 10 à 15 dernières années. Nous avons plus que doublé le montant des ventes de semences de maïs, mais dans des environnements

difficiles en Afrique. Merci.

VALSTAR Marien (M.), Président du Conseil, UPOV (modérateur)

Merci, John. Il y avait une question d'une certaine Daisy, mais elle a ensuite baissé la main. Cette question est-elle toujours d'actualité, Daisy? Si oui, veuillez lever votre main. Et si ce n'est pas le cas, nous finaliserons cette partie. Je ne vois aucune main levée par Daisy, alors peut-être la prochaine fois, Daisy.

(2) Questions après la présentation de l'orateur : Mme Arianna Guiliodori (OMA)

VALSTAR Marien (M.), Président du Conseil, UPOV (modérateur)

Il y a une question d'Étienne Bucher. Étienne, la parole est à vous.

BUCHER Étienne (M.), responsable du groupe de recherche "Dynamique du génome des plantes", Agroscope (Suisse) (orateur)

Oui. Merci beaucoup pour ce discours très inspirant. J'ai vraiment beaucoup apprécié. Donc, ma question principale est, si j'ai bien compris, que les agriculteurs veulent avoir des technologies innovantes pour les aider dans leur travail, alors quel est votre message, par exemple, aux chercheurs européens qui travaillent réellement, disons, sur les technologies des organismes génétiquement modifiés (OGM) mais ne peuvent pas les donner aux agriculteurs? Que pouvons-nous faire?

VALSTAR Marien (M.), Président du Conseil, UPOV (modérateur)

Arianna, êtes-vous ravie de répondre à cette question?

GIULIODORI Arianna (Mme), secrétaire générale, Organisation mondiale des agriculteurs (OMA) (oratrice)

Donc, la réponse courte que je peux donner de la part de la communauté des agriculteurs aux chercheurs européens, mais permettez-moi d'ajouter que nous n'adoptons aucune perspective régionale en tant que voix mondiale des agriculteurs, nous avons tendance, en tant que communauté d'agriculteurs, proches des chercheurs, tant que les chercheurs et la communauté scientifique sont capables de s'associer aux producteurs, à l'écoute de leurs besoins et de leurs attentes. Donc – et nous ne choisissons pas une option ou l'autre. Je suis personnellement consciente qu'en Europe, il y a une vision particulière sur les technologies OGM, et nous n'avons pas de position à l'OMA là-dessus parce que c'est un choix de chaque région et de chaque pays de réglementer ce sujet. En ce qui nous concerne sur l'innovation, la position de l'OMA, qui a été récemment approuvée lors de l'Assemblée générale de 2022 à Budapest, est que la façon dont nous voyons l'innovation est comme un catalyseur, et nous travaillons pour que les agriculteurs aient la boîte à outils la plus vaste et la plus diversifiée, mais c'est ensuite à eux, en tant qu'entrepreneurs, de faire le bon choix en fonction de ce qui convient ou non à leur environnement culturel et économique.

(3) Questions après la présentation de l'orateur : M. Edgar Krieger (CIOPORA)

VALSTAR Marien (M.), Président du Conseil, UPOV (modérateur)

Compte tenu de l'heure, je n'autoriserai qu'une seule question à poser, et je vois déjà une main de Stefan van der Heijden. Stefan, la parole est à vous.

VAN DER HEIJDEN Stefan (M.), associé, Innova Connect (Pays-Bas) (orateur)

Oui. En général, je me demande, en voyant les défis que nous avons en tant que société mondiale, ce que nous pouvons offrir à nos clients, et cela concerne les gens dans le monde, en ce qui concerne l'obtention, et où nous trouvons d'autres solutions, car maintenant j'ai le sentiment que de nombreuses solutions viendront de l'obtention. Et bien que je sois un sélectionneur de plantes qualifié, j'ai quelques doutes. Donc, parfois, je pense que nous devons trouver la solution dans une chaîne, et par conséquent je pense que nous devons avoir un très bon dialogue au sein de la chaîne où nous pouvons trouver différentes solutions et sur lesquelles nous devons nous concentrer. Donc, surtout du point de vue de ce qu'Edgar Krieger évoque, comment pouvons-nous trouver les solutions, et quel est le moment quand nous nous tournons vers les petites cultures, comment pouvons-nous trouver des solutions à ce niveau?

VALSTAR Marien (M.), Président du Conseil, UPOV (modérateur)

Merci, Stefan. Je suppose que c'est, en effet, un sujet très vaste que vous avez abordé, et je pense que nous y reviendrons plus tard également au cours de ce séminaire. Mais Edgar, si vous vous sentez enclin à donner une partie d'une réponse, s'il vous plaît allez-y.

KRIEGER Edgar (M.), secrétaire général, Communauté internationale des obtenteurs de plantes horticoles de reproduction asexuée, CIOPORA (orateur)

Je vous remercie. Stefan, c'est une question lourde et très importante. Et je pense que surtout pour les petites cultures et pour les petits obtenteurs, la coopération est essentielle parce que nous constatons que ces derniers, en particulier, n'ont parfois pas les moyens financiers de faire face à toutes ces nouvelles technologies ensemble. Mais nous observons aussi une coopération croissante d'obteneurs qui fusionnent et unissent leurs forces dans des entreprises qui peuvent appliquer de nouvelles technologies et pensent qu'il s'agit d'une coopération entre les obtenteurs mais aussi d'une coopération avec d'autres parties de la chaîne de valeur ajoutée, comme les producteurs, comme le commerce plus léger, et je pense que c'est l'un des éléments clés sur lesquels nous devons nous pencher.

VALSTAR Marien (M.), Président du Conseil, UPOV (modérateur)

D'accord. Merci Edgar. Et en effet, peut-être même comment pouvons-nous inciter les consommateurs -- comment pouvons-nous nous assurer que les consommateurs savent ce qu'ils achètent parce qu'ils mettent également toute la chaîne en action de leur côté.

SESSION THÉMATIQUE N° 2 :

Stratégies pour faire face au changement climatique dans l'agriculture

Animateur : M. Yehan Cui, vice-président du Conseil, UPOV

Stratégie de l'Union européenne pour faire face au changement climatique dans l'agriculture

M. Herwig Ranner, chef d'équipe - Changement climatique et agriculture, Unité de l'agriculture durable, Direction générale de l'agriculture et du développement rural (DG AGRI), Commission européenne

Changement climatique : une perspective pour l'innovation dans l'agriculture

M. Solomon Gyan Ansah, directeur de l'agriculture et chef de l'unité des semences, Ministère de l'alimentation et de l'agriculture, Ghana

Le rôle de la sélection végétale dans l'adaptation au changement climatique au Mexique

Mme Sol Ortíz García, directrice générale des politiques relatives à la prospection et au changement climatique, Secrétariat de l'agriculture, Mexique

Atténuation des effets du changement climatique dans l'agriculture

M. Alexandre Lima Nepomuceno, chercheur, société brésilienne de recherche agricole (EMBRAPA), Brésil

Adaptation de l'agriculture et des systèmes agricoles au changement climatique : étude des options génétiques

M. George Prah, directeur adjoint, direction du service des cultures, Ministère de l'alimentation et de l'agriculture, Ghana

Questions

Conclusion de la session

Animateur : M. Yehan Cui, vice-président du Conseil, UPOV

STRATÉGIE DE L'UNION EUROPÉENNE POUR FAIRE FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS L'AGRICULTURE

Présentation faite au séminaire



The EU Strategy to address climate change in Agriculture

Herwig Ranner, DG Agriculture, European Commission

11.10.2022

The European Green Deal




The infographic illustrates the components of The European Green Deal, centered around 'The European Green Deal' in a circular hub. The components are:

- Increasing the EU's Climate ambition for 2030 and 2050
- Supplying clean, affordable and secure energy
- Building and renovating in an energy and resource efficient way
- Mobilising industry for a clean and circular economy
- Accelerating the shift to sustainable and smart mobility
- From 'Farm to Fork': a fair, healthy and environmentally friendly food system
- Preserving and restoring ecosystems and biodiversity
- A zero pollution ambition for a toxic-free environment

Supporting elements include:

- The EU as a global leader
- Designing a set of deeply transformative policies
- Financing the transition
- Mainstreaming sustainability in all EU policies
- Leave no one behind (Just Transition)

European Commission
1,134,199 follower
2 giorni •

Deal on the Climate Law!

The European Climate Law turns our European Green Deal targets into legal obligations:

- reducing net greenhouse gas emissions by at least 55% by 2030
- reaching climate neutrality by 2050

Today's deal between the co-legislators also introduces:

- a process for setting a 2040 climate target
- a commitment to negative emissions after 2050
- the establishment of European Scientific Advisory Board on Climate Change
- stronger provisions on adaptation to climate change

Climate neutrality will shape the EU's green recovery and a socially just green transition.

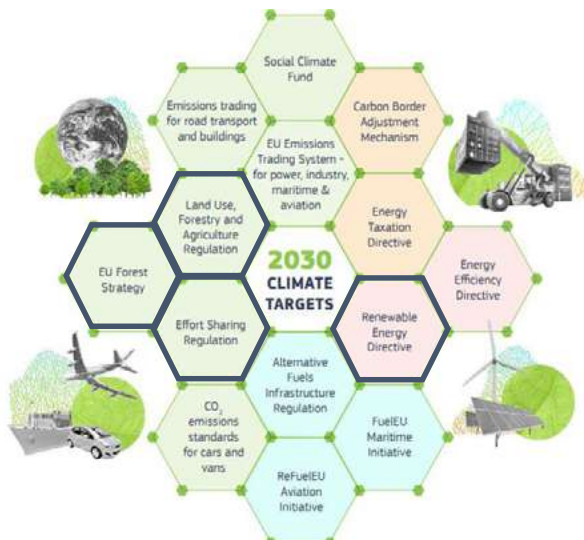
More here → <https://europa.eu/Idn66PW>

#EUGreenDeal #EuropeanUnion #ClimateAction



'Fit for 55'

On 14 July 2021, the Commission presented proposals for revision of main pieces of legislations to deliver EU's 2030 Climate Target (-55%) on the way to climate neutrality.



© European Union, 2021
Reuse of this document is allowed, provided appropriate credit is given and any changes are indicated (Creative Commons Attribution 4.0 International license).
For any use or reproduction of elements that are not owned by the EU, permission may need to be sought directly from the respective right holders.
All images © European Union, unless otherwise stated.

Targets

- Stronger ETS including in aviation
- Extending ETS to maritime, road transport, and buildings
- Updates Energy taxation Directive
- New Carbon Border Adjustment Mechanism
- Updated ESR
- Updates LULUCF Regulation
- Updated Renewable Energy Directive

Rules

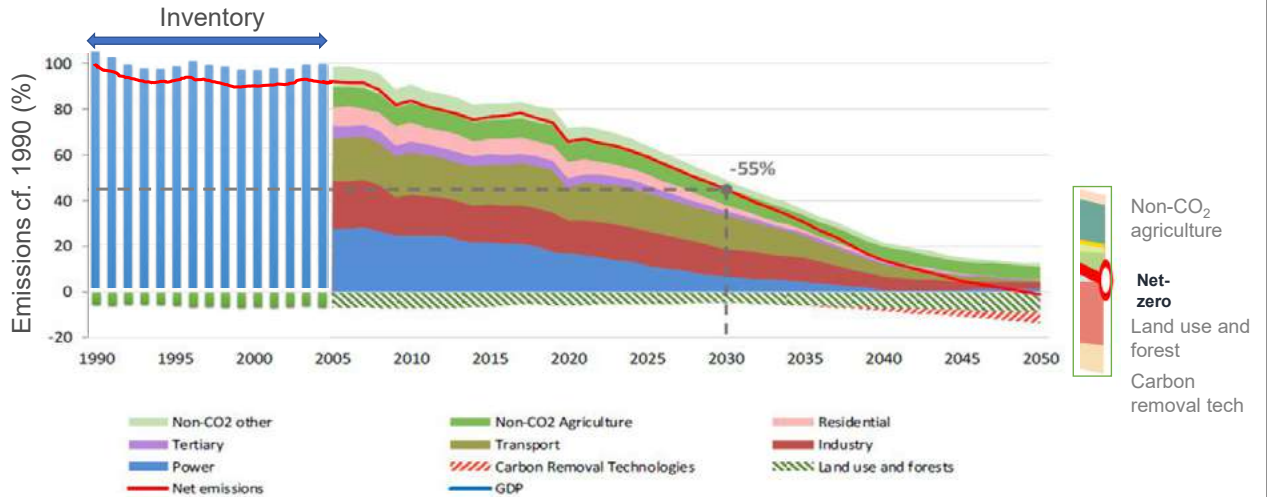
- Stricter CO₂ performance for car & vans
- New infrastructure for alternative fuels
- ReFuelEU: more sustainable aviation fuels
- FuelEU: cleaner maritime fuels

Support measures

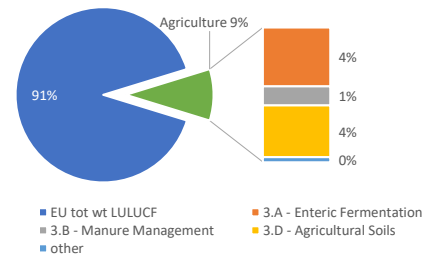
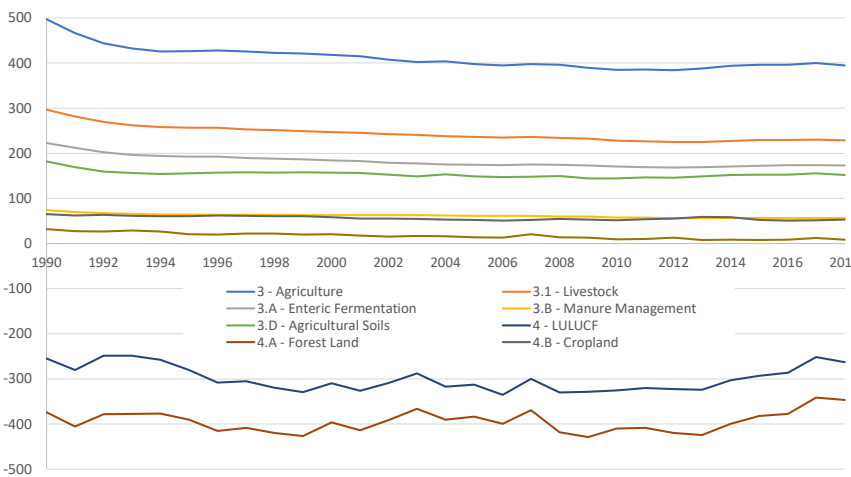
- Using revenues and regulations to promote innovation, build solidarity and mitigate impacts for the vulnerable, notably through the new Social Climate Fund and enhanced Modernization and Innovation Funds.

Pathway to climate neutrality in the impact assessment

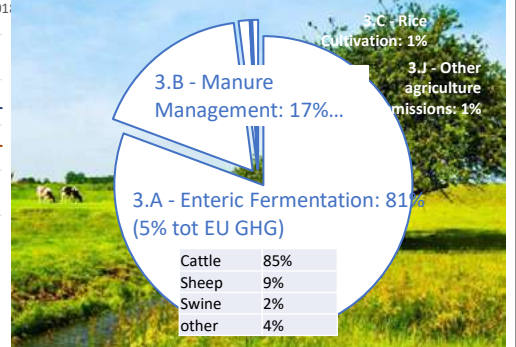
- The impact assessment showed that 55% by 2030 can be achieved in a responsible way
- Economic growth can be decoupled from resource use
- All economic sectors should contribute



EU27 GHG emissions from Agriculture



AGRICULTURE METHANE EU-27



Sources: EEA greenhouse gas - data viewer. Total GHG without LULUCF

EU strategy to reduce methane emissions

 **European Commission** @EU Commission · Oct 14
Methane is the second most powerful greenhouse gas contributor and an important cause of air pollution, causing serious health problems.

Our Methane strategy adopted today will be key to reduce our greenhouse-gas emissions to at least 55% by 2030.

#EUGreenDeal

 **Energy4Europe** @Energy4Europe · Oct 14
The EU #MethaneStrategy aims to #reducemethane in all relevant sectors: energy ⚡ agriculture 🌾 waste ♻️ with partner countries and mobilise an international coalition to support emission reduction. #EUGreenDeal
♦ news europea.eu/!u1J86kn
♦ factsheet europea.eu/!dV70xc

Combine concrete cross-sectorial and sector-specific actions with EU and promoting internationally

Monitoring, reporting, verification, reduction in all sectors

Legislative proposal in 2021

Sectoral actions in the EU methane strategy – Agriculture

“balance technologies, markets and dietary changes, reduced fossil hydrocarbon inputs and that ensure a livelihood and sustainable business opportunities for farmers”

Expert group first half of 2021

- analyse life-cycle methane emissions metrics, including new technologies and practices

Inventory of best practices and technologies end of 2021

- in cooperation with sectoral experts, key stakeholders and Member States
- to explore and promote the wider uptake of innovative mitigating actions
- Special focus on methane from enteric fermentation
- update this inventory with technologies gradually coming onto the market

Carbon-balance calculations at farm level 2022

- template and guidelines on common pathways for the quantitative calculation of greenhouse gas emissions and removals

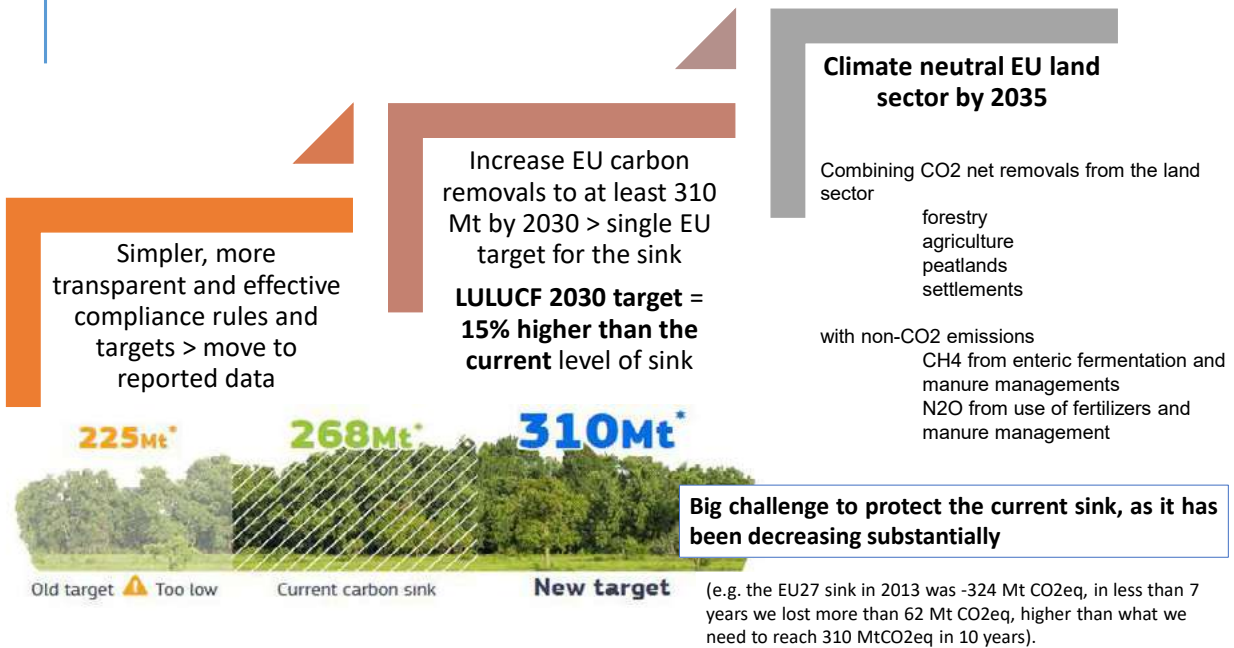
Carbon farming Starting in 2021

- promote the uptake of mitigation technologies through the wider deployment of ‘carbon farming’ in Member States and their Common Agricultural Policy Strategic Plans

Targeted research 2021 - 2024

- Horizon Europe strategic plan 2021-2024
- consider proposing data on the different factors that effectively lead to methane emission reductions
- focusing on technology and nature based solutions
- factors leading to dietary shift
- Waste to biomethane technologies (waste sector)

Achieving the higher targets for the EU sink (LULUCF regulation)



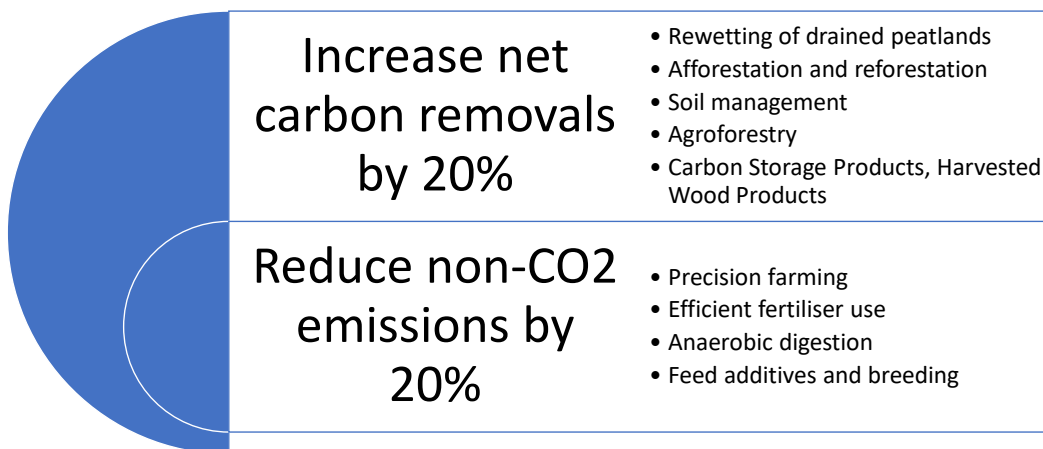
Climate neutral EU land sector by 2035

Neutrality can be reached by different **combinations** between LULUCF and non-CO₂ agricultural mitigation practices.

Different mitigation potentials are related to **carbon price**.

Carbon removals with **NBS** have low mitigation costs (EUR 10 per ton).

For examples, following histosols shows high mitigations already at low carbon price.



How to bring better incentives to farmers and foresters and create a better business model for them?

Communication on Sustainable carbon cycles

Published 15 December 2021

Carbon removals happen when CO₂ is taken out of the atmosphere and stored in:



SOILS AND BIOMASS (Carbon farming)

E.g. Afforestation/reforestation, improved forest management, agroforestry, soil carbon sequestration, peatland and coastal wetland restoration ...



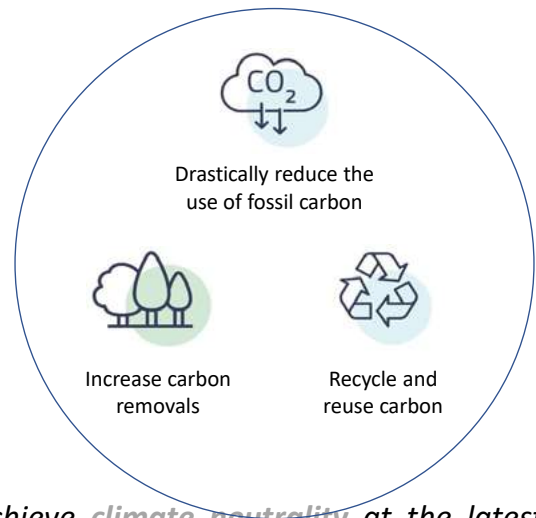
BIO-BASED MATERIALS (Product storage)

E.g. Use of wood-based materials in construction, use of fibre crops in durable bio-plastics or panels...



GEOLOGICAL RESERVOIRS (Geological Storage)

E.g. Bio-Energy with Carbon Capture and Storage (BECCS), Direct Air Carbon Capture and Storage (DACCS). Note: capture and storage of carbon of fossil origin is excluded from the scope.



To achieve *climate neutrality* at the latest by 2050 and *negative emissions* thereafter, the EU needs to increase carbon removals and establish *sustainable carbon cycles*.

Carbon farming



A **green business model** rewarding land managers for improved land management practices, resulting in carbon sequestration in ecosystems and reducing the release of carbon to the atmosphere.

Dual opportunity for the **agricultural sector**:

- New business around carbon **sequestration** in soils and vegetation
- New value chains offering long-term carbon **storage** in bio-based products

Benefits of carbon farming:



Increased carbon removals



Additional income for land managers



More biodiversity and nature



Increased climate resilience of farm and forest land

Next step

A regulatory framework for the certification of carbon removals

Call for Evidence* (Q1 2022)

Conference (31 January 2022)

Legislative proposal (Q4 2022)

Set **robust requirements** for quality criteria for monitoring, reporting and verification of the carbon removed from the atmosphere

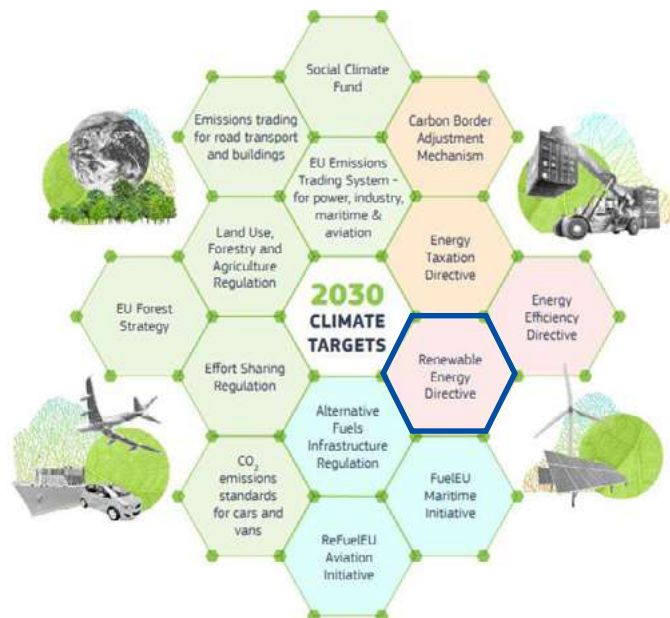
Ensure a high level of **environmental integrity** and biodiversity protection

Enhance the **uptake** of market-based carbon removal solutions, give prospects to carbon farming and industrial projects that **invest** in carbon removals

Establish an effective **governance framework** for effective, cost-efficient and transparent implementation

Involve **stakeholders** (Call for evidence, conference, expert group)

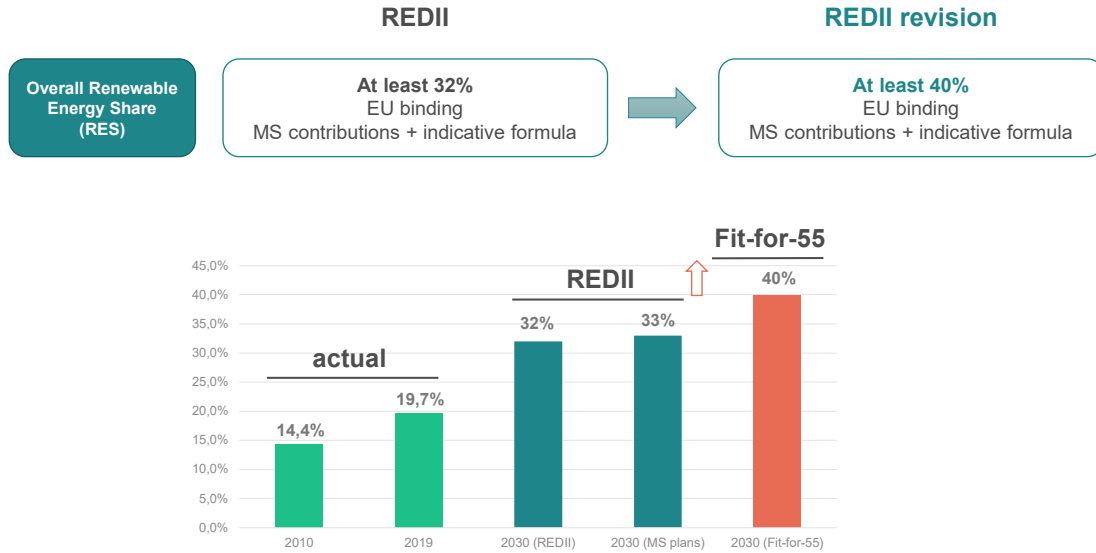
* Inception Impact Assessment open for feedback; Open Public Consultation until 2nd May.



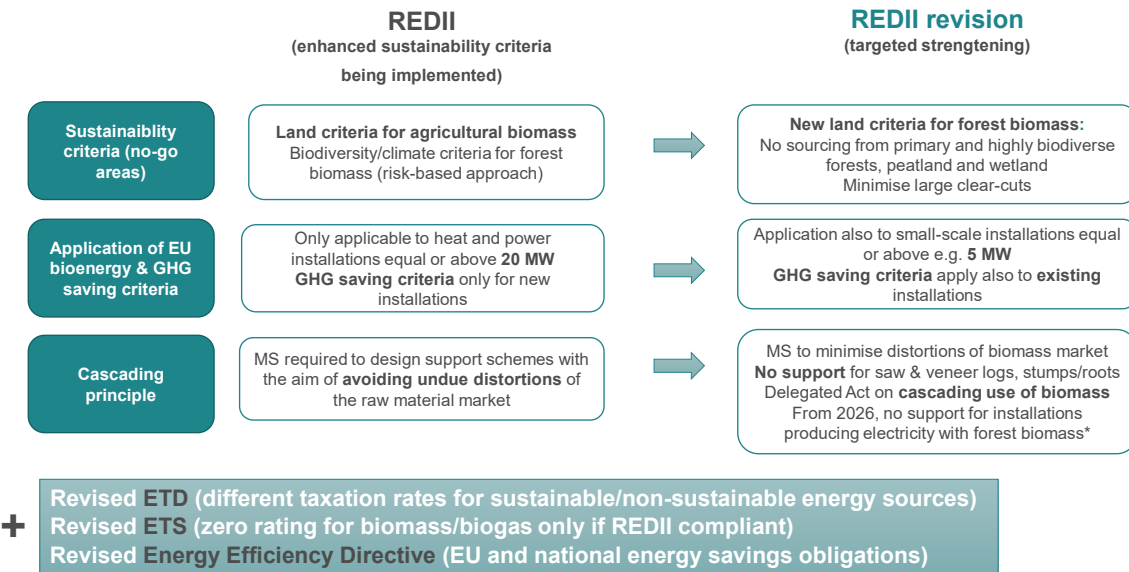
© European Union, 2021.
 Reuse of this document is allowed, provided appropriate credit is given and any changes are indicated (Creative Commons Attribution 4.0 International license).
 For any use or reproduction of elements that are not owned by the EU, permission may need to be sought directly from the respective right holders.
 All images © European Union, unless otherwise stated.



Overall ambition – the EU-level target



Bioenergy sustainability: targeted strengthening EU criteria



* With certain exceptions for coal regions in transition

The EU Green Deal: for a new 'green growth'

The new EU forest strategy forming the economy for a sustainable future

key objectives effective **afforestation**, and forest **preservation** and **restoration** in Europe, to help to increase the absorption of CO₂, reduce the incidence and extent of **forest fires**, and promote the **bio-economy**, in full respect for ecological principles favourable to **biodiversity**.
The national strategic plans under the **common agricultural policy** should incentivise forest managers to preserve, grow and manage forests sustainably. ... plus **international dimension**

Mobilising research and fostering innovation

A zero pollution ambition for a toxic-free environment

Preserving and restoring ecosystems and biodiversity

From 'Farm to Fork': a fair, healthy and environmentally friendly food system

The European Green Deal

The EU as a global leader

The European Green Deal communication of 11 December 2019
*"Building on the 2030 biodiversity strategy, the Commission will prepare a new EU forest strategy covering the whole forest cycle and promoting the many services that forests provide.
 The new EU forest strategy will have as its key objectives effective afforestation, and forest preservation and restoration in Europe, to help to increase the absorption of CO₂, reduce the incidence and extent of forest fires, and promote the bio-economy, in full respect for ecological principles favourable to biodiversity."*

From 'Farm to Fork' designing a fair, healthy and environmentally-friendly food system

Main targets in the Farm to Fork strategy



The use of pesticides in agriculture contributes to pollution of soil, water and air. The Commission will take actions to:

- ✓ reduce by **50%** the use and risk of chemical pesticides by 2030.
- ✓ reduce by **50%** the use of more hazardous pesticides by 2030.



The **excess of nutrients** in the environment is a major source of air, soil and water pollution, negatively impacting biodiversity and climate. The Commission will act to:

- ✓ reduce **nutrient losses by at least 50%**, while ensuring no deterioration on soil fertility.
- ✓ reduce **fertilizer use by at least 20%** by 2030.



Antimicrobial resistance linked to the use of antimicrobials in animal and human health leads to an estimated 33,000 human deaths in the EU each year. The Commission will **reduce by 50% the sales of antimicrobials for farmed animals and in aquaculture by 2030**.



Organic farming is an environmentally-friendly practice that needs to be further developed. The Commission will boost the development of EU organic farming area with the aim to achieve **25% of total farmland under organic farming by 2030**.



The new EU-wide Biodiversity Strategy will:

➤ Establish protected areas for at least:



**30%
of land in
Europe**



**30%
of sea in
Europe**

With stricter protection of remaining EU primary and old-growth forests legally binding nature restoration targets in 2021.

➤ Restore degraded ecosystems at land and sea across the whole of Europe by:



Increasing organic farming and biodiversity-rich landscape features on agricultural land



Halting and reversing the decline of pollinators



Restoring at least 25 000 km of EU rivers to a free-flowing state



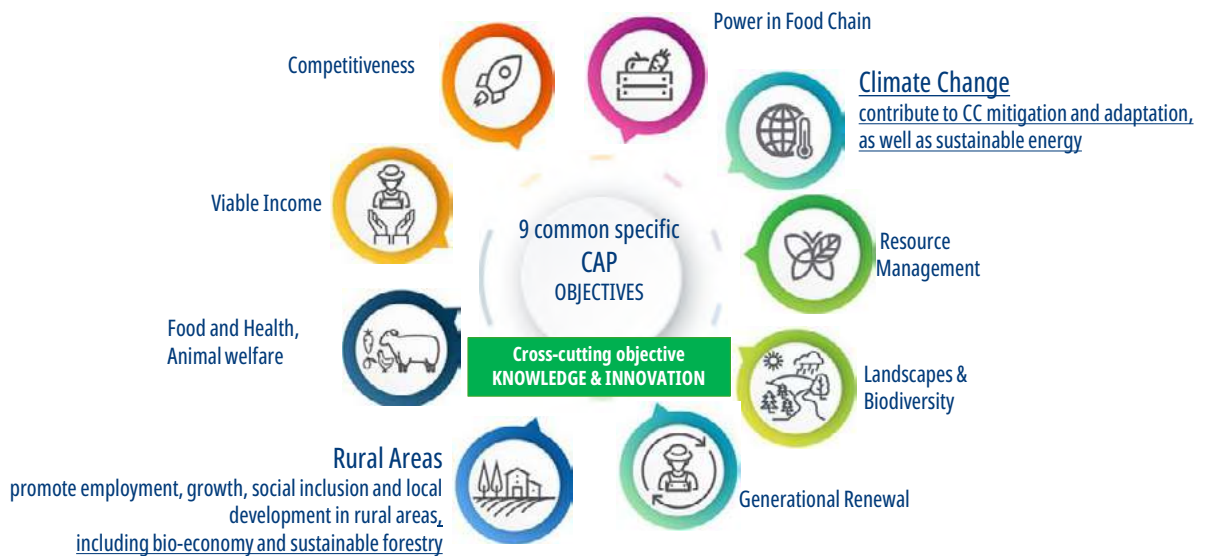
Reducing the use and risk of pesticides by 50% by 2030



Planting 3 billion trees by 2030



CAP common specific objectives



CAP after 2020 – Increased environment and climate ambition

- Environmental and climatic objectives clearly mentioned among the objectives
- Specific indicators for climate mitigation
- CAP Strategic Plans: Higher level of flexibility, coherence of intervention to meet the needs
- Consistency with EU political priorities and national policies on the ground
- Higher level of responsibility: Result-based policy
- Requirement of no backsliding
- Wider and stronger portfolio of policy tools (conditionality and eco-scheme)
- Green Deal recommendation to MS, reinforced links with key pieces of legislation related to climate goals
- Strategic plans for the CAP
- National recovery and resilience plans



Upscaling climate actions with CAP

Public funding opportunities :

Common Agricultural Policy

- Good Agricultural and Environmental Conditions obligations (Basic conditionality for Direct Payments):
 - preserving carbon stock (GAEC 1 - Maintenance of permanent grassland)
 - protection of carbon-rich soils (GAEC 2 - Protection of wetland and peatland)
 - maintenance of soil organic matter (GAEC 3 - Ban on burning arable stubble)
 - others
- Support to carbon farming practices through **eco-schemes** or **rural development measures** (e.g. Commission [list of potential agricultural practices](#))
- EIP-AGRI and new Agricultural Knowledge Information System, supports cooperation and testing of new approaches
- Advisory services, knowledge exchange, training, collective and cooperation approaches and innovation actions,
- Limitations: land eligible to CAP, timeframe, administrative burdens for a robust MRV for carbon cred



CAP Plans are built on the objectives

Under the CAP Strategic Plans (2023-2027, Regulation 2021/2115), interventions are programmed by 10 Specific Objectives

Coming CAP (2023-2027)

- (a) to foster a smart, competitive, resilient and diversified agricultural sector ensuring long-term food security; 6.12.2021 EN Official Journal of the European Union L 435/27
- (b) to support and strengthen environmental protection, including biodiversity, and climate action and to contribute to achieving the environmental and climate-related objectives of the Union, including its commitments under the Paris Agreement;
- (c) to strengthen the socio-economic fabric of rural areas.

Reg. 2115/2021 – art. 5

SO4: to contribute to **climate change** mitigation and adaptation, including by reducing greenhouse gas emissions and enhancing carbon sequestration, as well as to promote sustainable energy;

- Minimum 25% of Direct Payments to be dedicated to eco-schemes
- Minimum 35% of the EAFRD should be dedicated to environmental and climate objectives
- Reinforced links with key pieces of legislation related to climate goals
- Impact and Result indicator (e.g. R.14 Share of agricultural area that receives support to reduce emissions or store carbon in soils and biomass)

Other: R.17 Afforested land, R.19 Improving and protecting soils. R.34 Preserving landscape features.



The role of the CAP

- **Support the 3 pillars of sustainability**
- Integrate CAP data in the National inventories (CAP as source of data)
- Promote practices and technologies to reduce non-CO2 emissions
- Promote soil carbon protection (in grassland and peatlands)
- Promote practices for soil carbon increase in depleted soils
- Promote afforestation and agroforestry
- Promote production of sustainable biomass
- Cover upfront investments, support advisory, transition costs, innovation
- Support piloting with bottom-up innovation projects with farmers, knowledge transfer.



R&I related to carbon farming in Horizon Europe – new projects, open calls

- Topics in **WP 2022** (open until 27 September):
 - Network on *carbon farming* for agricultural and forest soils (Soil Mission, CSA, 3M €)
 - *Monitoring, reporting and verification* of soil carbon and greenhouse gases balance (Soil Mission, RIA, 14M €)
 - Demonstration *network* on climate-smart farming – boosting the role of *advisory service* (Cluster 6, CSA, 20M €)

Research lines and innovation needs

- Improve monitoring, reporting and verification (use of remote sensing, field measurements and multisectorial integrated modelling, set standards for GHG accounting systems)
- Ecosystem monitoring of GHG fluxes. Understand dynamics with future climate scenarios
- Push the reduction of emissions in the agricultural sector, with technology mainly (to ensure food security) > feed additives; small scale biogas, precision agriculture, sustainable fertilization, nutrient recovery, circular economy
- LCA and GHG calculators for farmers, foresters, and policy makers, labelling sustainability
- Understand forest vulnerability (ensure biomass supply for the bioeconomy)
- Best management of peatlands and wetlands
- Carbon farming (how to reward for C sequestration), how to define C credits
- Land use modelling for land availability and land dynamic > production of non-food crops
- Enzymatic processes for the production of biofuels from lignocellulosic material
- Understand drivers of biodiversity and halt losses
- Citizen involvement
- Stricter link between research results and policy making and its implementation (EU vision).

> Science-based policy making

Links

- Call for Evidence on Carbon Removal Certification [Certification of carbon removals – EU rules \(europa.eu\)](#)
- Watch the recording of the Conference on Sustainable Carbon Cycles, 31 January 2021 [Sustainable Carbon Cycles Conference - About \(b2match.io\)](#)
- Our [webpage](#) and our [press release](#) on the Sustainable Carbon Cycles communication
- Our webpage on [Carbon Farming \(europa.eu\)](#)
- Commission list of potential eco-schemes <https://europa.eu/yb74nC>
- Study on Carbon Farming: <https://data.europa.eu/doi/10.2834/594818>
- Study on Wood in construction: <https://dx.doi.org/10.2834/421958>
- Legislative proposal on a new Regulation for Land use, forestry, and agriculture [Delivering the European Green Deal | Climate Action \(europa.eu\)](#)



Thank you



© European Union 2020

Unless otherwise noted the reuse of this presentation is authorised under the [CC BY 4.0](#) license. For any use or reproduction of elements that are not owned by the EU, permission may need to be sought directly from the respective right holders.

Slide "Sustainable bioeconomy – examples": picture BECCS, source: <https://www.stockholmexergi.se>; picture timber in construction, source: <https://www.build-in-wood.eu>; picture fiber crops, source: <http://news.europeanflax.com/>



CHANGEMENT CLIMATIQUE : UNE OPPORTUNITÉ D'INNOVATION EN AGRICULTURE

M. Solomon Gyan Ansah

Directeur de l'agriculture et chef de l'unité des semences, direction des services des cultures, ministère de l'alimentation et de l'agriculture, Ghana

Le changement climatique est passé d'un simple sujet scientifique à un problème de développement de plus en plus important qui nécessite une attention particulière de la part de tous. À l'échelle mondiale, le changement climatique est l'un des défis de développement du XXI^e siècle, d'où la nécessité d'intensifier les efforts et les collaborations pour faire face à ses impacts sur l'agriculture et les systèmes alimentaires. Le réchauffement climatique résultant du changement climatique a des effets dévastateurs sur notre agriculture. Le changement climatique exerce une pression extrême sur nos ressources naturelles, entraînant ainsi une dégradation des terres (sols) et des ressources en eau. Certains des effets du changement climatique provoquent des sécheresses et des inondations inattendues qui détruisent nos cultures et notre bétail et affectent la production halieutique. Ces effets sont préoccupants en raison de la forte dépendance de nos systèmes agricoles et alimentaires aux facteurs climatiques. Il est donc important de porter un regard critique sur les menaces climatiques actuelles et d'adapter nos systèmes de production aux évolutions actuelles des conditions climatiques variables.

Le changement climatique nous offre peut-être une opportunité. Il renforce la nécessité de progresser davantage dans le transfert et la diffusion des connaissances et des technologies existantes et d'accélérer le développement et le transfert de nouvelles innovations. L'innovation est essentielle pour renforcer la résilience et la compétitivité de l'agriculture et relever les défis urgents posés par le changement climatique.

Les caractéristiques de l'innovation sont la divergence, la curiosité, la pluridisciplinarité (travail d'équipe) et la résilience (tester, itérer, c'est-à-dire tester en continu). Parmi les diverses caractéristiques de l'innovation, aucune n'exige la technologie. L'innovation est une perspective et un processus centrés sur l'humain. Le processus nécessite de l'expérimentation et de l'itération, une équipe diversifiée et un désir d'apprendre tout en échouant. Des solutions innovantes peuvent déboucher sur une nouvelle technologie, mais innovation n'est pas synonyme de technologie. L'innovation peut être intangible, contrairement à la technologie, qui est tangible. Vous pouvez appliquer le processus d'innovation à votre vie quotidienne. La technologie peut être utilisée pour mettre en œuvre l'innovation, mais la technologie elle-même ne produit pas d'innovation.

Selon le problème, l'innovation ne doit pas nécessairement être compliquée ou nécessiter une technologie super avancée qui ne peut peut-être même pas être utilisée par le public cible. Cela pourrait simplement conduire à des solutions simples qui n'ont pas été pensées avant, et peuvent facilement être appliquées au profit de nos utilisateurs prévus.

Certains des objectifs que nous envisageons pour l'agriculture intelligente face au climat dans les domaines sur lesquels les innovations sont centrées comprennent, mais sans s'y limiter :

- I. résistance à la sécheresse (maturité précoce, tolérant à la sécheresse);
- II. résistance aux maladies et ravageurs existants et émergents (par exemple le virus de la striure brune du manioc, la maladie virale de la nécrose létale du maïs, la légionnaire d'automne, etc.);
- III. l'azote et l'eau utilisent des variétés de cultures efficaces.

Des exemples typiques d'innovations issues de l'agriculture intelligente face au climat (AIC) comprennent :

- I. l'utilisation de drones et d'analyses avancées de données d'image qui peuvent permettre l'identification précoce des ravageurs et des maladies, tandis que les systèmes d'alerte précoce offrent des informations aux agriculteurs via leurs téléphones portables qui peuvent les conseiller sur le moment de planter. Cela réduit leurs risques et leurs pertes et renforce la sécurité alimentaire et des moyens de subsistance;
- II. renforcer la résilience climatique en accélérant l'utilisation des informations agrométéorologiques, des technologies d'irrigation améliorées et des énergies renouvelables dans les unités de transformation des aliments;
- III. distribution de semences améliorées résistantes à la sécheresse, irrigation plus efficace et techniques d'agriculture de conservation au profit des agriculteurs.

Il existe cependant certaines contraintes à l'innovation en rapport avec le changement climatique. Certaines de ces contraintes comprennent des investissements insuffisants dans la technologie et les infrastructures. De plus, les conditions de croissance imprévisibles pourraient entraver la capacité de l'agriculteur à estimer la valeur de nouvelles technologies telles que la tolérance à la sécheresse.

Il est donc recommandé que les programmes de recherche doivent viser à développer des technologies et des méthodes de gestion intelligentes face au climat, des systèmes d'alerte précoce, une assurance contre les risques et d'autres innovations qui favorisent la résilience et luttent contre le changement climatique. En outre, il est nécessaire d'augmenter les investissements dans la recherche et le développement d'analyses et d'essais de sols; variétés de cultures de courte durée, résilientes au climat, à haut rendement, résistantes aux maladies et aux ravageurs, en tenant compte de la santé et de la sécurité des consommateurs. En outre, l'environnement politique doit être favorable au secteur privé et les institutions doivent être renforcées pour soutenir les innovations liées au changement climatique.

Présentation faite au séminaire

CLIMATE CHANGE: AN OPPORTUNITY FOR INNOVATION IN AGRICULTURE.

*Solomon Gyan Ansah (PhD)
Directorate of Crop Services
Ministry of Food and Agriculture
Accra-Ghana*

Seminar to explore the role of plant breeding and plant variety protection in enabling agriculture to adapt to, and mitigate, climate change, October 11 and 12 (virtual), October 26, 2022 (hybrid)

INTRODUCTION

- Globally, climate change is one of the developmental challenges of the 21st Century
- Climatic factors such as humidity, temperature, rainfall etc. have changed in various agro-ecologies.
- Global warming as a result of climate change is having devastating effect on our agriculture.
- Unexpected drought and floods are destroying our crops, livestock as well as affecting fisheries production.

INTRODUCTION CONT'D

- Climate change perhaps presents us with an opportunity; It reinforces the need to make greater progress on the transfer and dissemination of existing knowledge and technologies and to speed up the development and transfer of new innovations.
- Innovation is vital to build resilience and competitiveness in agriculture and to meet the urgent challenges presented by climate change.
- Innovations applied to agriculture has made agriculture climate smart

SOME FOCUS AREAS WHERE INNOVATION IS APPLIED TO CLIMATE SMART AGRICULTURE

These include:

- a. Early maturity, drought tolerant, Nitrogen and water use efficient crop varieties
- b. Resistance to existing and new emerging diseases and pests (eg cassava brown streak virus, maize lethal necrotic virus disease, fall army worm etc)
- c. Conservation Agriculture;
- e. Artificial Intelligence
- f. Meteorological data to predict rainfall or drought, pest evasion etc
- g. Investment in irrigation and water harvesting structures

EXAMPLES OF INNOVATIONS THAT HAS EMANATED FROM CLIMATE SMART AGRICULTURE (CSA)

- The use of drones and advanced image data analytics can enable the early identification of pests and diseases.
- Early warning systems offer information to farmers via their mobile phones that can advise them on when to plant.
- The use of agrometeorological information which has strengthen climate resilience
- Improved irrigation technologies and the use of renewable energy in food processing units.
- Development of improved early maturing/drought-tolerant seeds, etc.
- More efficient irrigation and conservation agriculture techniques that benefit farmers

SOME CONSTRAINTS TO INNOVATION

- Inadequate investment in technology and infrastructure especially in the developing countries;
- Unpredictable growing conditions which can hamper farmer's ability to assess the value of new technologies such as drought tolerance

RECOMMENDATIONS

- The policy environment should be friendly and institutions strengthened to support climate change related innovations.
- Research programs should be aimed at developing climate- smart technologies and management methods, early warning systems, risk insurance and other innovations that promote resilience and combat climate change.
- The need for increased investments in research and development of soil testing and analysis; climate resilient, high yielding, disease and pest resistant, short duration crop varieties, taking into account consumer health and safety.
- The process of innovation requires experimentation and iteration, a diverse team, and a desire to learn while failing and these process must be ongoing in the phase of climate change to come out with better innovations.

THANK YOU

LE RÔLE DE L'OBTENTION VÉGÉTALE POUR L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE AU MEXIQUE

Mme Sol Ortíz García

Directrice générale des politiques relatives à la prospection et au changement climatique, secrétariat pour l'agriculture et le développement rural, Mexique

INTRODUCTION

Les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture (RPGAA) sont du matériel génétique d'origine végétale ayant une valeur réelle ou potentielle pour l'alimentation et l'agriculture (FAO 2010). Les RPGAA comprennent des cultivars modernes, des lignées génétiques, des stocks génétiques, des cultivars obsolètes, des écotypes, des variétés d'agriculteurs, des races locales et des races de mauvaises herbes, ainsi que des espèces sauvages apparentées aux plantes cultivées et des espèces sauvages récoltées pour l'alimentation (FAO 2019).

Les RPGAA contribuent à la sécurité alimentaire en étant le constituant de base des aliments. Elles contribuent à la nutrition à la fois par des régimes alimentaires diversifiés et avec une composition différente de vitamines et de minéraux dans différentes ressources végétales alimentaires. En outre, la plantation d'une diversité de variétés a permis aux agriculteurs de réagir plus facilement aux demandes changeantes du marché ou aux variations environnementales susceptibles d'affecter la production agricole, contribuant ainsi au développement économique et à la réduction de la pauvreté. La diversité génétique des cultures a également le potentiel d'améliorer des fonctions écosystémiques spécifiques telles que l'efficacité de la pollinisation, la lutte contre les ravageurs et les maladies, les processus du sol (cycle des nutriments, décomposition et contrôle de l'érosion) et la séquestration du carbone (Hajjar *et al.* 2008).

Le changement climatique affecte les RPGAA de nombreuses manières, notamment via des facteurs non biotiques, tels que la hausse des températures, la modification des régimes de précipitations, l'augmentation de la fréquence des événements météorologiques extrêmes et l'augmentation de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère, et des facteurs biotiques, tels que l'émergence de nouveaux ravageurs et maladies et les modifications de la virulence de ceux qui existent déjà. Bien que les impacts varient d'une culture à l'autre et selon l'emplacement et le type de système de production, il existe un consensus scientifique selon lequel la hausse des températures sera préjudiciable à la production agricole. Bien que les RPGAA puissent s'adapter aux changements climatiques via l'évolution, il n'apparaît clairement que cela se produira assez rapidement pour suivre le rythme du changement climatique (CGRFA-18 2021). Le fait que le changement climatique affecte différentes interactions biologiques, y compris la diversité agricole, illustre clairement les liens étroits entre l'agriculture, la biodiversité et le changement climatique.

Le Mexique est considéré comme un pays extrêmement diversifié et un centre d'origine et de diversité de nombreuses cultures importantes pour le secteur agroalimentaire, dont le maïs, les haricots, l'avocat, la tomate et le piment. Avoir cette agrobiodiversité devient très important pour faire face au défi du changement climatique au Mexique. Le Mexique présente une forte variabilité climatique, avec une tendance à la hausse des températures, des sécheresses récurrentes et des précipitations imprévisibles.

En raison de la grande diversité des régions orographiques, des conditions géographiques, du régime climatique et de la disponibilité de l'eau, seuls 27% de la superficie agricole du Mexique sont produits sous irrigation; les 73% restants sont réalisés en conditions pluviales, avec le risque de conditions climatiques de plus en plus changeantes. Les variétés indigènes sont fréquemment utilisées dans l'agriculture pluviale tandis que les variétés améliorées sont utilisées dans les terres cultivées irriguées.

Dans ce contexte, la Politique semencière nationale (2020) différencie les types de régions suivants en fonction de leur productivité et de leur potentiel :

- Régions à haut potentiel productif avec accès à la technologie de pointe, à l'information, à l'approvisionnement, à l'irrigation ou au très beau climat, au financement et aux semences de variétés améliorées à haut potentiel productif selon les régions. En général, elles réunissent toutes les conditions d'une productivité élevée qui ont permis leur développement, atteignant ces dernières années une production à l'hectare compétitive au niveau international. C'est le cas de régions telles que le nord-ouest du pays (Sinaloa, Sonora, Baja California et Baja California Sur) avec la production de maïs, de légumes, de blé, de pommes de terre, de fraises et d'autres produits, ainsi que les régions à haute productivité dans le Bajío, l'Ouest et d'autres régions ciblées. Ces régions ont fait du pays une puissance productrice et exportatrice de certaines cultures.
- Il existe d'autres régions à plus faible productivité parce qu'elles sont soumises aux conditions climatiques; bien que leurs conditions soient généralement favorables, caractérisées par de bonnes conditions météorologiques la plupart des années, elles souffrent d'un accès limité aux intrants, à la technologie et au financement. Dans ces conditions, nous décelons des régions parmi Veracruz, Jalisco, la région du Bajío, Nayarit, le centre et des parties de Valles Altos de Chiapas et des zones de transition dans les États de Mexico, Puebla, Hidalgo et Queretaro.
- Les régions qui, bien qu'elles présentent des conditions climatiques favorables, pour divers facteurs sociaux, tels que la propriété foncière et l'accès aux intrants, n'ont pas été en mesure de développer le potentiel productif de la région. C'est le cas du sud-est du Mexique. Ces régions ont un potentiel de performance élevé, mais une faible application technologique.
- Enfin, des régions à régime pluviométrique moyen à instable peuvent être observées. Dans ces régions, la production continue de se faire à partir de semences sélectionnées à partir de la récolte précédente et majoritairement de variétés indigènes, avec peu ou pas d'accès aux intrants, dont la production est réalisée avec peu de technologie. Ces régions se caractérisent par une fragmentation importante de la propriété foncière et un faible pouvoir d'investissement pour le développement de la productivité. Dans ce cas, il est possible de mentionner les localités de l'Altiplano de San Luis Potosí, Aguascalientes, Coahuila, Chihuahua et Valles Altos au centre du pays, ainsi que les régions du sud-est du pays.

LES DÉFIS AGRICOLES DU MEXIQUE DANS LE CADRE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Selon la carte de l'indice de stabilité climatique, élaborée par la Commission nationale pour la connaissance et l'utilisation de la biodiversité du Mexique (CONABIO, 2019), avec un scénario de trajectoires représentatives de concentration (RCP) de 4,5, soit le scénario le plus optimiste, les résultats de la modélisation montrent que les principales régions agricoles du Mexique sont celles qui connaîtront une plus grande variabilité climatique (données non publiées du Ministère de l'agriculture et du développement rural). Il s'agit notamment de différents types de cultures, telles que les céréales, les légumes et les légumineuses, où les plus grandes superficies plantées devraient connaître une forte variabilité climatique, en particulier dans le nord du Mexique, mais aussi dans la région centrale pour les légumes et les légumineuses et, dans le cas des céréales, dans les parties du sud du Mexique.

Cela signifie que l'adaptation, telle que définie par la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC 2023), y compris les ajustements des systèmes écologiques, sociaux ou économiques en réponse aux stimuli climatiques réels ou attendus et à leurs effets ou impacts, est nécessaire pour la plupart des pays et pour de nombreuses cultures.

Le Mexique en a tenu compte dans ses politiques publiques dans le secteur agricole. Par exemple, le programme sectoriel pour l'agriculture et le développement rural (2020-2024) a trois objectifs principaux : i) atteindre l'autosuffisance alimentaire en augmentant la production et la productivité de l'agriculture, de l'élevage et de l'aquaculture-pêche; ii) contribuer au bien-être de la population rurale par l'inclusion des agriculteurs historiquement exclus dans les activités productives rurales et côtières, en tirant parti du potentiel des territoires et des marchés locaux; et iii) accroître les pratiques de production durable dans le secteur de l'agriculture et de l'aquaculture-pêche face aux risques agroclimatiques. Ce dernier objectif répond notamment aux enjeux du changement climatique.

Les actions incluses dans ce programme sectoriel contribuent également aux objectifs de développement durable de l'Agenda 2030, en particulier aux ODD 1 – pas de pauvreté, 2 – faim zéro, 5 – égalité des sexes, 6 – eau propre et assainissement, 12 – consommation et production responsables, 13 – lutte contre les changements climatiques, 14 – vie aquatique et 15 – vie terrestre. Et ceux-ci contribuent indirectement au reste des ODD.

Les objectifs et les lignes stratégiques de ce programme sectoriel disposent de différents instruments de politique publique pour leur mise en œuvre. Deux sont directement liés aux RPGAA : La Politique semencière nationale et le Programme de travail pluriannuel du Comité sectoriel des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture (CSRGAA).

POLITIQUE SEMENCIÈRE NATIONALE

La Politique semencière nationale (PSN, 2020) vise à renforcer les actions coordonnées entre les acteurs impliqués et intéressés par les filières semencières (gouvernement, universités et institutions de recherche, entreprises productrices de semences, associations de producteurs, distributeurs et agriculteurs) pour organiser la gestion du pool génétique et la génération de variétés, la production de semences de qualité, le commerce des semences et la qualité et la réglementation des semences. Ainsi, l'objectif est de renforcer les filières semencières et d'assurer l'approvisionnement (approche régionale et marché) dont l'agriculteur a besoin pour augmenter sa productivité, faire face aux défis du changement climatique et de la dégradation des sols, et pouvoir contribuer à l'atteinte de l'autonomie alimentaire et au bien-être familial.

Le principal moteur de la productivité et de la prospérité dans l'agriculture est la recherche et le développement avec un transfert systématique des innovations vers la production. L'élément principal de l'innovation agricole est la génération de nouvelles variétés qui satisfont à la fois le marché et les besoins des agriculteurs. Premièrement, il faut tirer parti des variétés existantes qui répondent aux besoins des agriculteurs. Au Mexique, il existe plus de 5000 variétés enregistrées dans 139 cultures; parmi celles-ci, 1903 ont des droits d'obtenteur, 2396 figurent sur la liste nationale du Catalogue national des variétés végétales et 110 disposent des deux types d'enregistrement. Les variétés végétales protégées au Mexique par le titre d'obtenteur proviennent de 26 pays différents, dont les États-Unis d'Amérique avec 36% des variétés enregistrées, suivis du Mexique avec 32% et des Pays-Bas avec 18%.

Deuxièmement, le Mexique travaille avec une politique différenciée qui doit tenir compte de la diversité des systèmes de production du pays pour promouvoir le développement, l'adoption et l'utilisation de nouvelles variétés, puisque le pays aura d'importantes zones de production agricole où la variabilité climatique devrait être plus élevée et où la stabilité du rendement dans un climat imprévisible et variable peut être maintenue grâce à la plasticité phénotypique, à la diversité au sein de la population et aux caractéristiques qui confèrent directement une résistance aux stress biotiques ou abiotiques. Ce sont les principales caractéristiques auxquelles les programmes de sélection doivent s'attaquer. Ces options d'obtention envisagent également des approches différentes selon les types de systèmes de production. Pour les cultures commerciales, il est important d'utiliser des variétés améliorées adaptées à la sécheresse, à la salinité, à la résistance aux ravageurs et aux maladies locales et à la faible fertilité des sols. Pour les agriculteurs possédant des variétés locales, il est très important de promouvoir les systèmes semenciers locaux, d'améliorer la sélection pour l'autoconsommation, de développer et de maintenir des banques de semences communautaires et de faciliter la sélection participative et la production de semences indigènes. Idéalement, les deux approches pourraient intégrer les connaissances scientifiques, techniques, locales et traditionnelles.

Troisièmement, et parallèlement aux deux points précédents, pour la génération de variétés en fonction des besoins des agriculteurs et pour satisfaire la demande des marchés, le Mexique doit tirer parti des institutions publiques de recherche qui développent des programmes d'amélioration. Les institutions de recherche publiques améliorent les variétés de cultures là où les entreprises privées ne perçoivent pas de revenus. Au Mexique, ces institutions produisent respectivement 90% et 80% des variétés de haricots et de blé. Ces variétés peuvent être utilisées par de petites entreprises nationales qui n'ont pas leurs propres programmes d'amélioration.

Par exemple, l'Institut national de recherche en foresterie, agriculture et élevage (INIFAP) détient le plus grand nombre d'enregistrements dans le Catalogue national des variétés végétales en maïs, haricot et riz, pour différentes régions. Dans le cas du maïs, de nombreuses approches de sélection visent à avoir des variétés avec des cycles plus courts et des caractéristiques qui confèrent une résistance à de nouveaux ravageurs. L'INIFAP a également des programmes d'amélioration dans 48 cultures (NSP 2020). Dans le cas de l'amélioration génétique des légumes,

ils appliquent différentes stratégies de sélection pour augmenter le rendement du bulbe, du fruit et du tubercule. Les espèces étudiées sont l'ail, l'oignon, le piment, la tomate, la pomme de terre et l'Alkékenge du Mexique. À la suite de ces enquêtes, les chercheurs de l'INIFAP ont 19 variétés pour l'ail, 10 pour l'oignon, 21 pour le piment, 29 pour la pomme de terre et 2 pour l'Alkékenge du Mexique (González Pérez *et al.* 2021).

PROGRAMME DE TRAVAIL PLURIANNUEL DU COMITÉ SECTORIEL DES RESSOURCES GÉNÉTIQUES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE

Le Secrétaire à l'agriculture et au développement rural a récemment créé le Comité sectoriel des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture (CSRGAA) dans le but de promouvoir la conservation, la gestion, la répartition juste et équitable des avantages et l'utilisation durable des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture (GRFA), par une coordination interinstitutionnelle et interdisciplinaire dans le secteur. Le comité apporte des éléments techniques pour la gestion des ressources financières et la coopération technique nationale et internationale qui favorisent la conservation, la gestion et l'utilisation durable des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture.

Le CSRGAA est organisé en quatre sous-comités : 1) ressources génétiques pour l'agriculture; 2) ressources génétiques pour le bétail; 3) ressources génétiques pour la pêche et l'aquaculture; et 4) ressources génétiques pour les invertébrés et les micro-organismes. Chaque sous-comité comprend plusieurs intervenants différents impliqués et intéressés à contribuer aux principaux objectifs du CSRGAA. Dans un exercice participatif, leurs membres ont élaboré le Programme de travail pluriannuel : diversité génétique pour une production durable, adaptation au changement climatique et bien-être (PTP 2022-2024).

Ce PTP reconnaît l'importance de l'obtention végétale, en l'inscrivant dans l'un de ses sept grands axes d'action : 1) conservation de la diversité génétique; 2) caractérisation des ressources génétiques; 3) amélioration génétique; 4) transfert de technologie; 5) renforcement des capacités; 6) valeur ajoutée et utilisation durable; et 7) accès et répartition des avantages. Ces lignes d'action traduisent un ordre séquentiel, bien qu'elles puissent également être mises en œuvre en parallèle. Avec des ressources génétiques caractérisées à un certain niveau, des programmes de sélection seront développés pour optimiser la productivité et la résistance aux facteurs biotiques et abiotiques, et pour améliorer les qualités nutritionnelles, garantissant le maintien de la diversité génétique dans les produits finaux, qui ont le potentiel d'être transférés à producteurs pour la production d'aliments et d'autres produits.

Le Service national d'inspection et de certification des semences (SNICS) coordonne le sous-comité des ressources génétiques pour l'agriculture, et renforce le réseau des banques de germoplasme, ajoutant au Centre national des ressources génétiques et aux différents centres de conservation la création et l'entretien des banques de semences communautaires qui préservent temporairement les semences locales. Le SNICS mène également un effort national pour la conservation des cultures indigènes, avec plus de 64 000 accessions de plus de 1300 espèces, y compris des espèces sauvages apparentées aux cultures.

Les programmes d'amélioration génétique dans les institutions nationales de recherche ont encore besoin de plus de coordination. En général, l'amélioration conventionnelle est effectuée et dans certains projets spécifiques, de nouvelles techniques d'amélioration sont incorporées pour les programmes de sélection. Par exemple, un groupe de chercheurs engagés du Centre de recherche et d'études avancées (CINVESTAV) utilise la génomique pour accélérer la caractérisation et l'amélioration des cultures stratégiques au Mexique. Ils ont déjà le génome de neuf espèces : *Agave tequilana*, *Persea americana*, *Capsicum annum*, *Phaseolus vulgaris*, *Citrus aurantifolia*, *Zea mays*, *Carica papaya*, *Vanilla planifolia* et *Rubus ulmifolius*. Par exemple, concernant la papaye, le génotypage par séquençage (GBS) pour les caractéristiques de domestication, la résistance aux maladies, les stress abiotiques et les caractéristiques des fruits est en cours d'étude. Étant donné que ces programmes sont soumis à la disponibilité de ressources publiques pour leur fonctionnement qui ont des restrictions en raison de la réaffectation des fonds pour faire face à la pandémie de COVID, les avances sont encore limitées. Cependant, cet effort illustre que les programmes de sélection doivent être mis à jour par l'incorporation d'outils innovants, et la mise en relation et la coordination de tous les acteurs du domaine semencier.

L'adaptation au changement climatique par l'obtention végétale doit être complétée par d'autres stratégies qui incluent la conservation *in situ* de populations génétiquement diverses pour permettre la poursuite de l'évolution et la génération de caractéristiques adaptatives, et la conservation *ex-situ* pour assurer le maintien de la diversité des espèces, des populations et des variétés, y compris celles provenant de zones susceptibles d'être fortement affectées par le changement climatique.

Dans certaines régions où sont plantés le haricot et le maïs, les conditions de la saison des pluies, du sol et de l'accès aux intrants sont insuffisantes pour le développement de ces cultures. Il est nécessaire de reconverter ces régions vers des cultures moins exigeantes, tant en eau qu'en intrants, pour accroître la productivité et la rentabilité des agriculteurs de ces régions.

Des systèmes agricoles diversifiés avec des pratiques de gestion qui augmentent la diversité pour accroître la résilience aux divers effets du changement climatique devraient être mis en œuvre. Par exemple, les systèmes de multicultures comme la milpa et la milpa avec des arbres fruitiers ainsi que les systèmes agrosylvopastoraux, la rotation des cultures, l'utilisation de cultures de couverture et de variétés multiples avec une gamme de caractères adaptés. Les pratiques de gestion durable des sols qui contribuent également à l'atténuation pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et améliorer les puits de carbone sont généralement également liées à l'adaptation, en tenant compte des solutions fondées sur la nature avec une approche par bassin versant.

Enfin, pour parvenir à l'adaptation et à l'atténuation du changement climatique, il est nécessaire de générer constamment des connaissances pour mieux comprendre et se préparer aux effets futurs potentiels du changement climatique. Il est nécessaire de mieux coordonner au sein et entre les institutions publiques et privées, les institutions de recherche, les organisations de vulgarisation et d'agriculteurs, y compris les agriculteurs des communautés locales et les peuples autochtones. Favoriser la communication et le dialogue entre les parties prenantes impliquées devrait contribuer à des collaborations plus efficaces, en connectant tous les éléments nécessaires et en maintenant un engagement à long terme pour lutter contre les effets négatifs du changement climatique.

RÉFÉRENCES

CONABIO (2019). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2019). Índice de estabilidad climática 2015-2039 RCP 4.5. Available in: <http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/imr451539gw.html>

FAO (2010) The second report on the state of the world's plant genetic resources for food and agriculture. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/i1500e/i1500e.pdf>.

FAO (2019) Voluntary guidelines for the conservation and sustainable use of farmers' varieties/landraces. Rome. <http://www.fao.org/3/ca5601en/ca5601en.pdf>.

Hajjar, R., Jarvis, D. and Gemmill-Herren, B. (2008) The utility of crop genetic diversity in maintaining ecosystem services. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 123: 261–270.

CGRFA-18 (2021) Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. The role of genetic resources for food and agriculture in climate change adaptation and mitigation. Eighteenth Regular Session/21/3/Inf.1.

National Seed Policy (2020) Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/652647/Politica_Nacional_de_Semillas_Interactiva.pdf

González Pérez, E., Ramírez-Meraz, M., Canul-Ku, J., Flores-López, R. and Macías-Valdez, L.M. (2021) Aportaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias al mejoramiento genético de hortalizas Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas publicación especial número 25. <http://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/2802>

MWP (2022–2024). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Programa de Trabajo Multianual del Comité Sectorial de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura 2022–2024. Diversidad genética para la producción sostenible, la adaptación al cambio climático y el bienestar. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/759874/Recursos_geneticos_extendido_1_compressed.pdf

UNFCCC. 2023. Introduction Adaptation and Resilience [online]. <https://unfccc.int/topics/adaptation-and-resilience/the-big-picture/introduction>

Présentation faite au séminaire

Seminar on the role of plant breeding and plant variety protection in enabling agriculture to mitigate and adapt to climate change

The role of plant breeding for adaptation to climate change in Mexico

Sol Ortiz García
General Director of Policies, Prospective and Climate Change
Secretary of Agriculture and Rural Development
Mexico




AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

2022 Ricardo Flores Año de Magón
PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA

Importance of PGRFA

Plant genetic resources for food and agriculture contribute to:

- Food security
- Nutrition
- Adaptation and mitigation of climate change
- Ecosystems services (provision)
- Raw material for many products
- Economic development and livelihoods



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

RECURSOS GENÉTICOS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA
RGAA

Medios de Vida

Seguridad alimentaria

Nutrición

Mitigación y adaptación al cambio climático

Servicios ecosistémicos

Materia prima para el sector farmacéutico, industrial, semillero, alimenticio, suplementos, cosméticos

2022 Ricardo Flores Año de Magón
PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA

Climate change affects PGRFA

Non-biotic factors

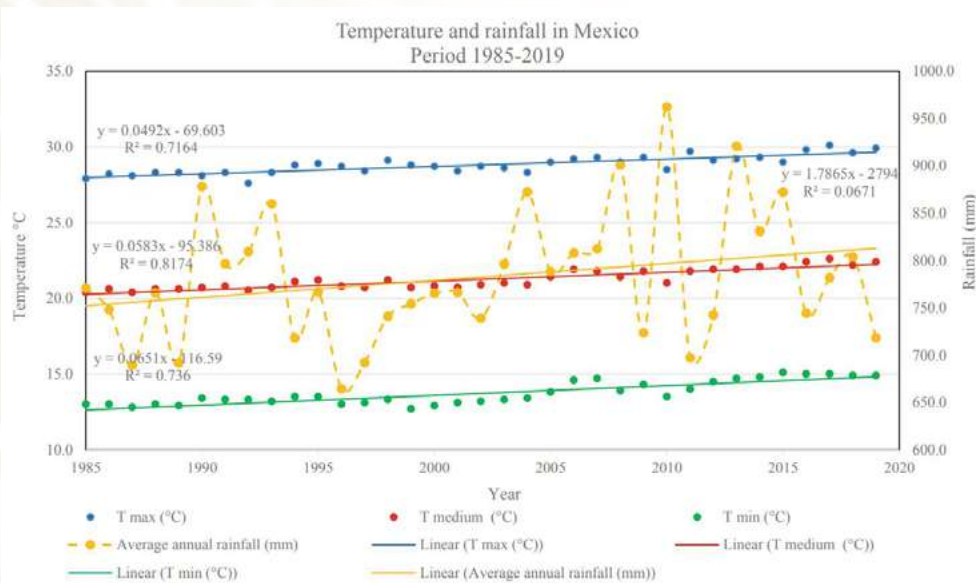
- ▶ Rising temperatures
- ▶ Changing precipitation patterns
- ▶ Increasing frequency of extreme weather events
- ▶ Rising concentration of CO₂ in the atmosphere

Biotic factors

- ▶ Emergence of new pests and diseases
- ▶ Changes in distribution range of pest
- ▶ Changes in the virulence of existing pests
- ▶ Reduced pollinator populations



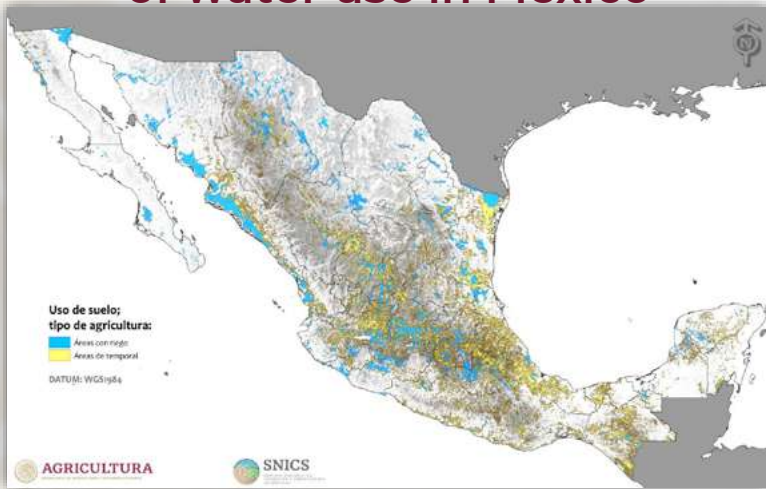
Effects of climate change in Mexico



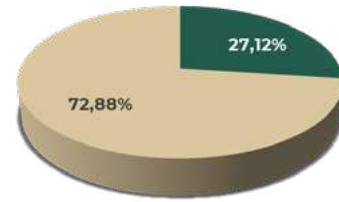
The climate of Mexico presents high variability, with a tendency to temperature increase, recurrent droughts and unpredictable rainfalls



Agriculture and modalities of water use in Mexico



Rainfed and irrigated agriculture in Mexico (2021)

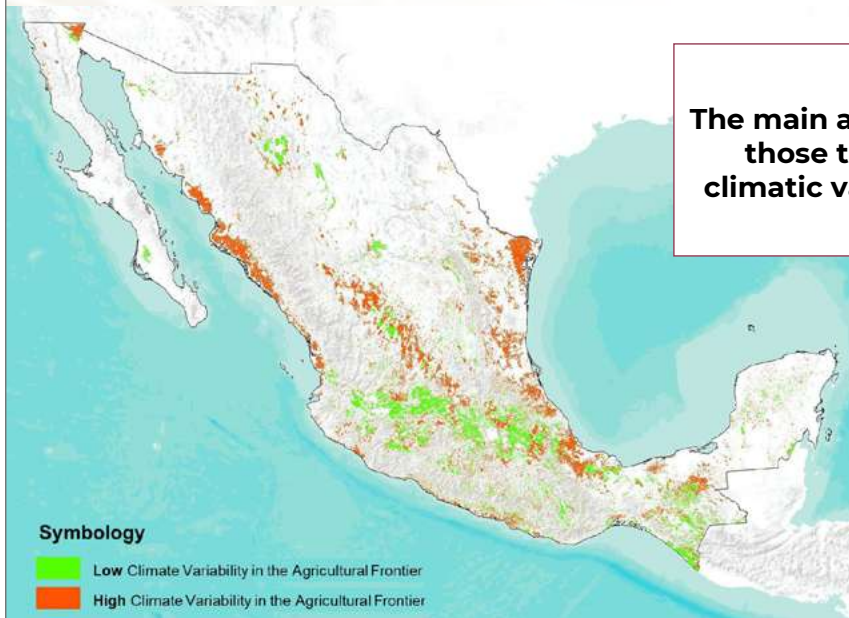


■ Agricultura de riego ■ Agricultura de temporal

Mainly, native varieties are used in rainfed agriculture whereas improved varieties are used in irrigated crop land.



Source: Land use and vegetation vector data set obtained from INEGI, 2018



The main agricultural areas of Mexico are those that will experience greater climatic variability (considering the 2015-2039 scenario and an RCP 4.5.)

It is necessary to promote actions for the adaptation of agriculture to climate change

Source: Own elaboration with data from CONABIO, IB-UNAM, CONANP-SEMARNAT, UNDP, INECC. Climate Change and Biodiversity Explorer, version 1.0. National Commission for the Knowledge and Use of Biodiversity, Mexico. Available in: http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/explorador_cambio-climatico



Regions with the largest area planted



High climatic variability expected

Cereals

Vegetables

Legumes



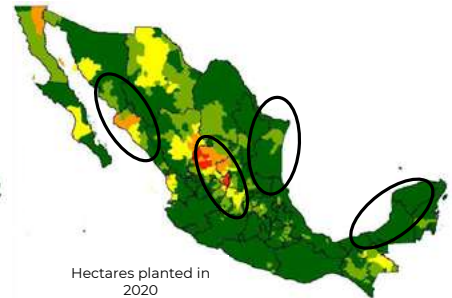
Hectares planted in 2020

- 0.0 - 1,000.0
- 1,000.1 - 10,000.0
- 10,000.1 - 50,000.0
- 50,000.1 - 100,000.0
- 100,000.1 - 214,742.75



Hectares planted in 2020

- 0.0 - 500.0
- 500.1 - 1,000.0
- 1,000.1 - 5,000.0
- 5,000.1 - 10,000.0
- 10,000.1 - 18,224.0



Hectares planted in 2020

- 0.0 - 1,000.0
- 1,000.1 - 5,000.0
- 5,000.1 - 20,000.0
- 20,000.1 - 50,000.0
- 50,000.1 - 105,965.0



Public policies to achieve food security



Mexico. Sectorial Program for Agriculture and Rural Development 2020-2024



1.- Achieve food self-sufficiency by **increasing production and productivity** of agriculture, livestock, and aquaculture-fishing.

2.- Contribute to the well-being of the rural population through the **inclusion of historically excluded farmers** in rural and coastal productive activities, taking advantage of the potential of the territories and local markets.

3.- **Increase sustainable production practices in the agricultural and aquaculture-fishing sector in the face of agro-climatic risks.**



Importance of plant breeding



Actions to promote plant breeding and seed quality to face climate change

- 1** Take advantage of existing varieties
- 2** Adopt and use new varieties
- 3** Generate varieties according to needs



National Seed Policy

1 Take advantage of existing varieties

5,409 registered varieties (139 crops)

1,903 PBR	1,110 PBR & NLI	2,396 NLI
---------------------	---------------------------	---------------------

PBR: Plant Breeder's Right
NLI: National Listing (CNVV)

26 countries

Origin of plant varieties protected in Mexico with breeder's title

Country	Count	Percentage
United States	1,024	36%
Mexico	914	32%
Netherlands	517	18.1%
Germany	46	1.6%
Australia	63	2.2%
France	63	2.2%

United States

- Corn 278
- Strawberry 147
- Chili 87
- Vine 76
- Sorghum 72

Mexico

- Corn 311
- Wheat 70
- Sorghum 55
- Beans 45
- Potato 26

Netherlands

- Rose 69
- Anthurium 64
- Chrysanthemum 52
- Daisy 43
- Lettuce 37

Australia


- Blueberry 38
- Cotton 9
- Peach 8
- Mango 3
- Apple 2

France

- Rose 40
- Tomato 8
- Chili 6
- Lettuce 4
- Raspberry 2

Germany

- Rose 39
- Potato 2
- Rice 1
- Cherry 1



National Seed Policy



2 Adopt and use new varieties

Yield stability in an unpredictable and variable climate can be maintained through **phenotypic plasticity**, **diversity within the population**, and **traits** that directly **confer resistance to biotic or abiotic stresses**.

Plant breeding

- ◆ In commercial crops
- ◆ In local landraces



Use of improved varieties
Breeding varieties adapted to drought, salinity, resistance to local pests and diseases, or low soil fertility.

Local seed systems
Selection for self-consumption
Community seed banks
Participatory breeding
Native seed production

Integrate scientific, technical, local and traditional knowledge



National Seed Policy



3 Generation of varieties according to needs

Take advantage of public research institutions

46 public research institutes with improvement programs and 253 active researchers

inifap



UAAAN
ESTABLECIDA EN 1923

INIFAP* Program of genetic improvement in vegetables:

- » Different breeding strategies are applied to **increase the yield** of bulb, fruit, and tuber.
- » Species that have been studied: garlic, onion, chili, tomato, potato, and husk tomato.
- » As a result of these investigations, 19 **varieties** for garlic, 10 for onion, 21 for chili, 29 for potato and 2 for husk tomato.

* Gonzalez -Perez et. al., 2021. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas publicación especial número 25. 13p



Creation of the Sectorial Committee on Genetic Resources for Food and Agriculture (CSRGAA)

- Legally established on July 16, 2020.
- Multiannual Work Program: Genetic Diversity for sustainable production, **adaptation to climate change**, and wellbeing.
- Consolidation of 4 Subcommittees on GRFA
 - GR Agriculture
 - GR Livestock
 - GR Fisheries and aquaculture
 - GR Invertebrate and microorganisms

General objective:

Promote **the conservation, management, fair and equitable distribution of benefits, and sustainable use of these genetic resources**, through inter-institutional and interdisciplinary coordination in the sector.

Specific objectives:

Contribute with technical elements for the management of financial resources and national and international technical cooperation that promote the **conservation, management, and sustainable use of genetic resources for food and agriculture**.

Available in:
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment_data/file/759874/Recursos_geneticos_extendido_1_compressed.pdf



Importance of plant breeding



Multiannual Work Program of the CSRGAA:

- Line of action 1: Conservation of genetic diversity
- Line of action 2: Characterization of genetic resources
- Line of action 3: **Genetic improvement**
- Line of action 4: Technology transfer
- Line of action 5: Capacity building
- Line of action 6: Added value and sustainable use
- Line of action 7: Access and distribution of benefits

With the genetic resources that have characterization at some level, **breeding programs will be developed to optimize productivity, resistance to biotic and abiotic factors and to improve nutritional qualities**, guaranteeing **the maintenance of genetic diversity** in end products, which have the potential **to be transferred to producers** for the generation of food and other products.



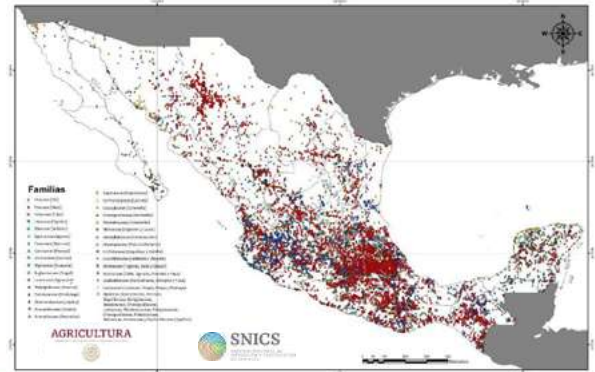
Sectoral Committee on Genetic Resources for Food and Agriculture (CSRGAA)

Conservation of GRFA:

Network of Germplasm Banks



Seed Conservation for native crops



64,000 accessions from 1,301 species

Genomes of Mexican crops



Crop		Genome	
Common name	Species	Size	Status
Agave	<i>Agave tequilana</i>	2.7 Gbp	Finished
Avocado	<i>Persea americana</i>	920 Mbp	Published
Chili*	<i>Capsicum annum</i>	3.5 Gbp	Published
Beans	<i>Phaseolus vulgaris</i>	590 Mbp	Published
Mexican lime	<i>Citrus aurantifolia</i>	350 Mbp	Finished
Maize	<i>Zea mays</i>	2.3 Gbp	Published
Papaya	<i>Carica papaya</i>	507 Mbp	Finished
Vainilla	<i>Vanilla planifolia</i>	3.2 Gbp	Finished
Blackberry	<i>Rubus ulmifolius</i>	246 Mbp	Finished

Genomics to accelerate the characterization and improvement of strategic crops in Mexico



*Not generated by Mexicans

Papaya



GBS for domestication traits, disease resistance, abiotic stresses, and fruit characteristics.

- **Maradol (5 accessions)**
- **Mulata (9 accessions),**
- **Red Passion (6 accessions),**
- **Intenzza (6 accessions):**
 - Biotic and non biotic stress, maturation
- **Wild relative (8 accessions):**
 - Domestication
- **Hybrids and segregants (154 accessions):**
 - Pathogen resistance (fungi, bacteria & virus), non biotic stress.
- **Other species (10 accessions):**
 - Evolution analysis and variation of genes of interest.

Wild papaya



Commercial Papaya Maradol



Wild papaya tree (Veracruz)



Domesticated papaya tree



What else is needed for adaptation to climate change



- **In situ conservation** of genetically diverse populations to allow evolution to continue and the generation of adaptive traits;
- **Ex situ conservation** to ensure the maintenance of diversity of species, populations and varieties, including those from areas expected to be highly affected by climate change;
- **Diversified farming systems:** management practices that increase diversity tend to increase resilience to the various effects of climate change;
- **Sustainable soil management** practices that also contribute to mitigation;
- Knowledge, coordination, communication, collaboration, connection & commitment (6C).



iThank you!

Sol Ortiz García

sol.ortiz@agricultura.gob.mx

Acknowledges:
Israel Lorenzo Felipe
Leobigildo Córdova Tellez
Alfredo Herrera Estrella
Verónica Bunge Vivier



ATTÉNUATION DU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS L'AGRICULTURE

M. Alexandre Lima Nepomuceno

Chercheur, Société Brésilienne De Recherche Agricole (EMBRAPA), Brésil

Mme Liliane Henning

Chercheuse, Société Brésilienne De Recherche Agricole (EMBRAPA), Brésil

Le Brésil est un important producteur de biens liés à l'alimentation et à l'agriculture dans le monde, et l'un des rares à pouvoir augmenter considérablement sa production au cours des prochaines décennies. Il a également un grand potentiel pour devenir le premier producteur et fournisseur de biocarburants. Contrairement à la plupart des pays développés, où la production agroénergétique peut concurrencer la production alimentaire, le Brésil peut incorporer plus de 50 millions d'hectares de pâturages dégradés pour augmenter la production agricole, sans nouvelle déforestation et reconversion des zones de production alimentaire. Cependant, comme d'autres pays, le Brésil est également affecté par les problèmes que les changements climatiques causent à la planète. La Société brésilienne de recherche agricole (Embrapa) développe des lignées de soja résistantes à la sécheresse sur la base d'informations provenant d'études moléculaires impliquant des plantes modèles pour aider à atténuer le problème. Nous avons également recherché dans le génome du soja des gènes conférant une tolérance à la sécheresse afin d'élucider les mécanismes régulant les gènes identifiés. Sur la base de nos découvertes, nous avons généré de nouvelles lignées de soja, qui ont été évaluées dans des conditions de serre et de champ pour identifier les lignées les plus résistantes à la sécheresse. De plus, nous avons déterminé des combinaisons de gènes et de promoteurs de tolérance à la sécheresse et introduit ces combinaisons dans des cellules de soja à l'aide de méthodes basées sur *Agrobacterium tumefaciens*. Nous avons évalué la tolérance au stress des plantes transgéniques résultantes en serre et au champ, en observant que certaines lignées de soja transgéniques présentaient une tolérance accrue à la sécheresse. Ces lignes peuvent être utiles pour atténuer les effets du changement climatique. Les lignées de soja transgéniques générées peuvent aider à stabiliser ou à augmenter la production de soja au Brésil. Ces plantes sont transgéniques et, à cause de cela, les coûts de déréglementation et de mise sur le marché des variétés dans différents pays sont très élevés, et pratiquement prohibitifs. Cependant, au cours des 10 dernières années, de nouveaux outils d'édition du génome ont été développés, nous permettant de reproduire certains des résultats du soja transgénique sans avoir besoin d'un gène d'une autre espèce. Dans de nombreux pays, dont le Brésil, les plantes dont le génome a été modifié, au cas par cas, ne seront pas considérées comme transgéniques. Alors que la biosécurité est préservée, les coûts de développement d'une variété commerciale peuvent chuter d'environ 40 à 60%. Ainsi, de nombreuses institutions comme Embrapa passent de stratégies de la transgénèse à des stratégies d'édition du génome afin que l'utilisation de la biotechnologie dans l'agriculture puisse redevenir plus démocratique. Bien que l'utilisation de la transgénèse reste un outil très important pour aider à atténuer les problèmes causés par les changements climatiques, malheureusement, en raison des coûts, seules quelques entreprises peuvent développer des variétés commerciales en y recourant.

Présentation faite au séminaire



“Mitigation of climate change in agriculture”

ALEXANDRE NEPOMUCENO, Ph.D.
Embrapa Soybean General Head

Brazilian Agricultural Research Corporation

Embrapa

Embrapa
49 anos

INSTITUTO
AGROPECUÁRIO
RESEARCH
EMBRAPA



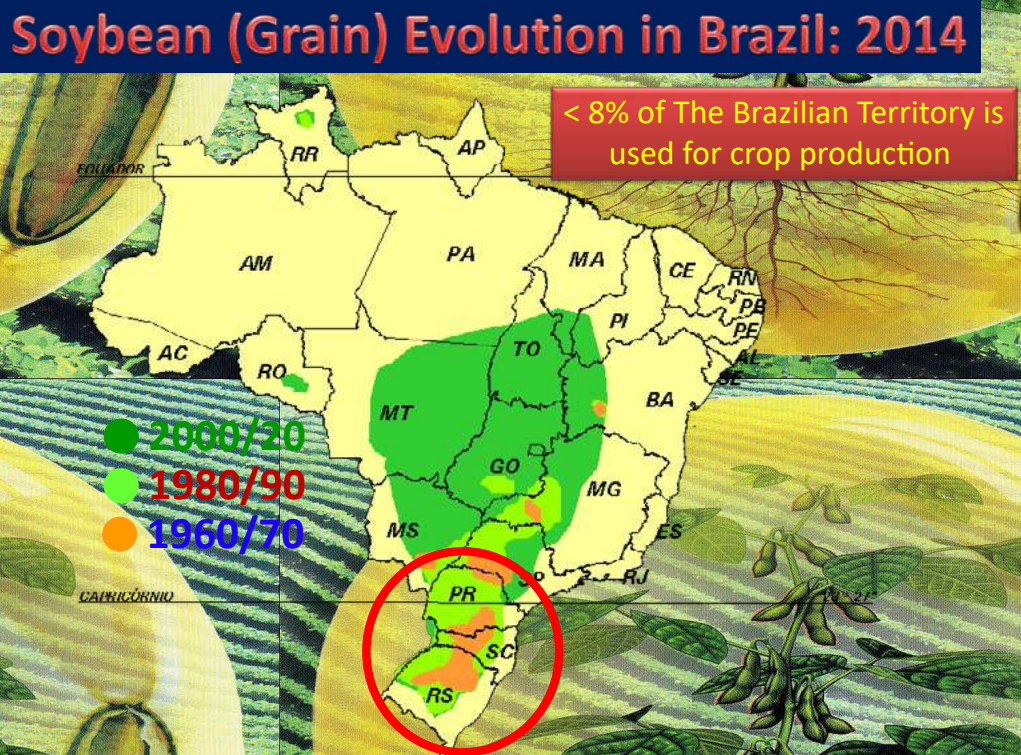
Brazilian Soybean Research Center – Embrapa Soybean

Embrapa
Soja



Embrapa

Brazilian Agricultural Research Corporation



Harvest Season 2021/22 Biggest Drought of the last 93 years

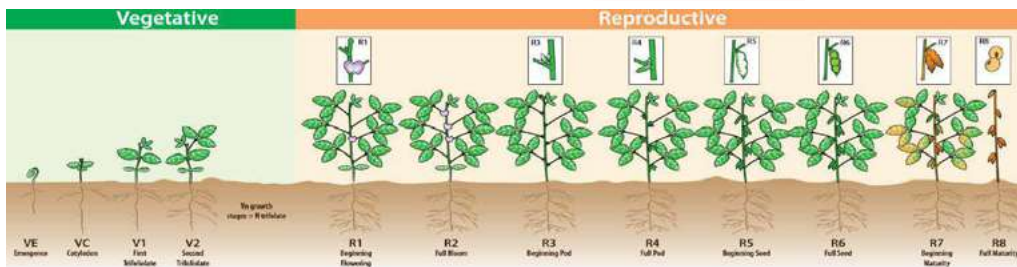
State	Productivity (Ton/ha)		Losses (Ton/ha)	Sowed Area (ha x million)	Losses (U\$ billion)
	Expected	Actual			
RS	3,300	1,620	-1,680	6,4	6,07
SC	3,480	2,880	-600	0,7	0,24
PR	3,660	2,040	-1,620	5,7	5,23
MS	3,600	2,520	-1,080	3,5	2,20
					↓ 13,74

Drought
High unpredictability
and high level of
economical damage

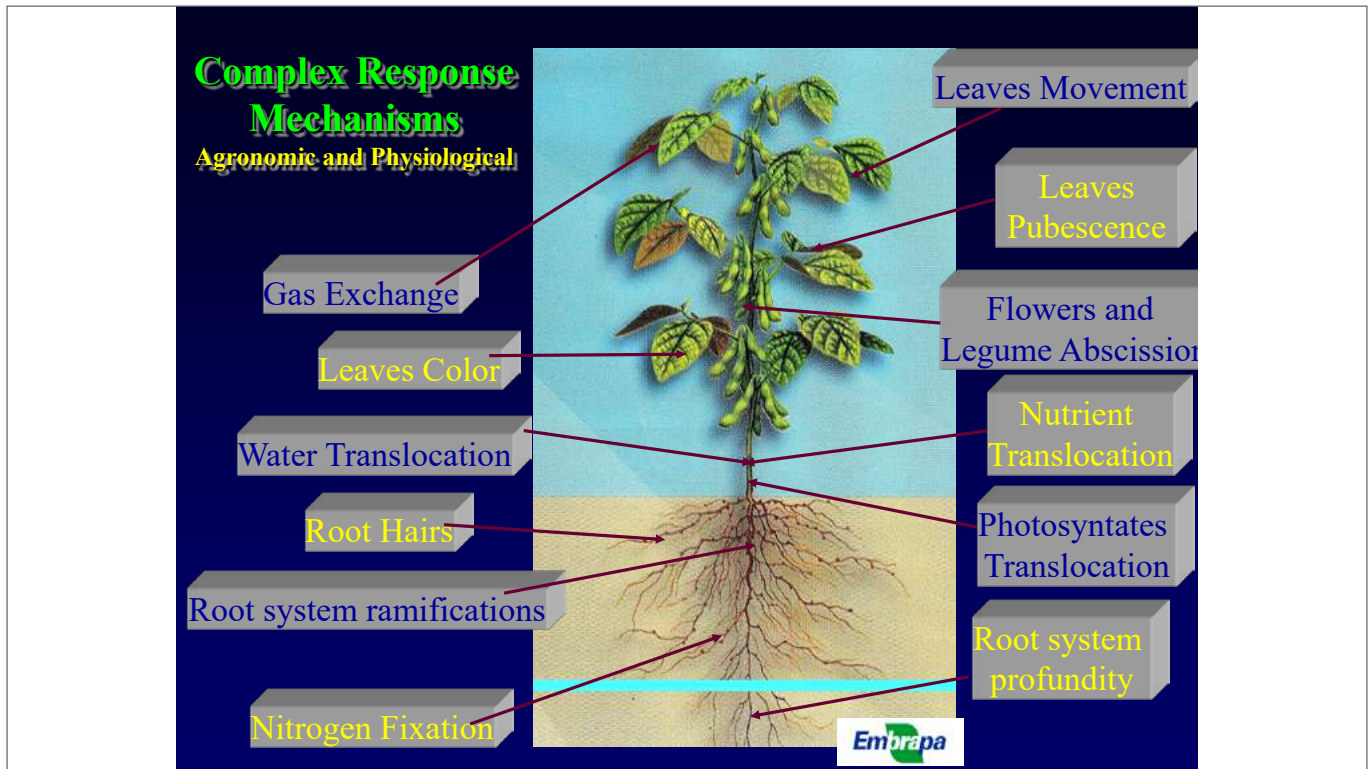
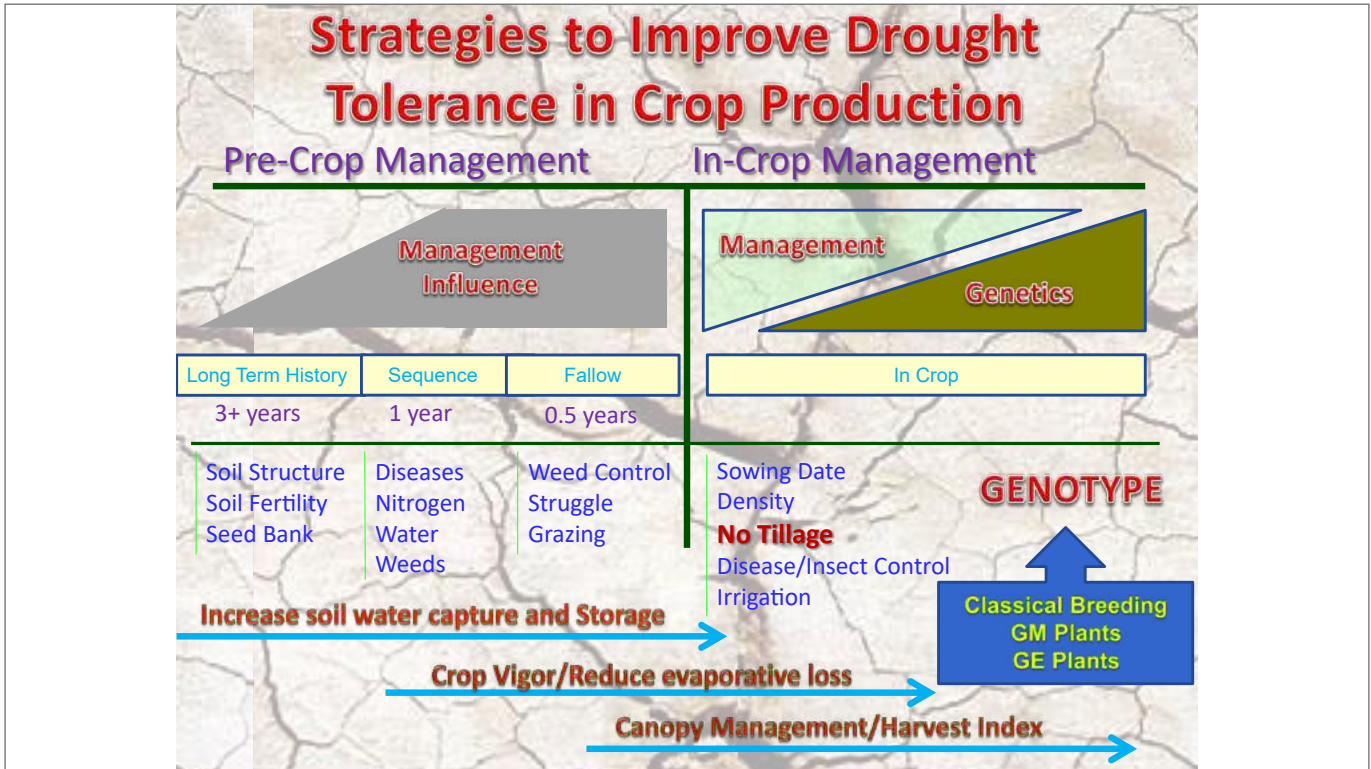
**~24 Million Ton
not harvested**



Source: Embrapa Soybean, 2022



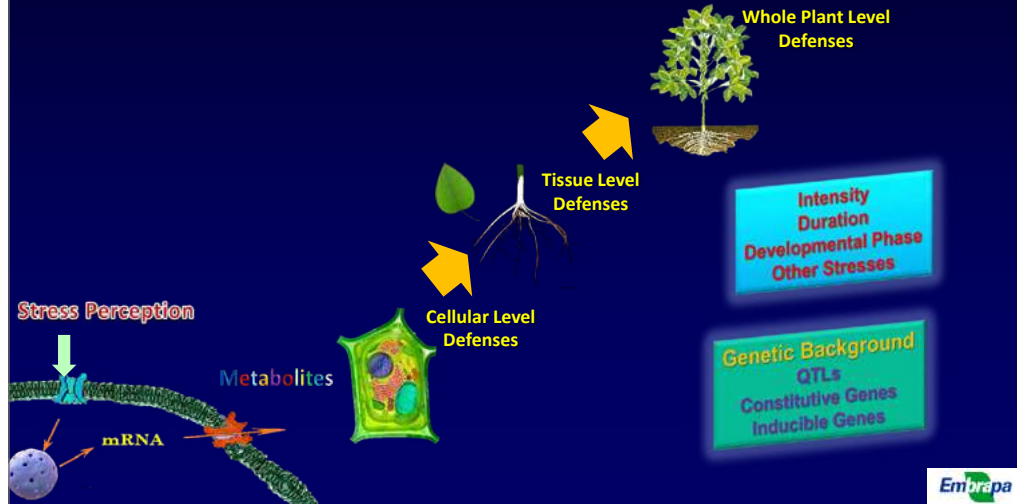
**How to deal with this
Challenge?**



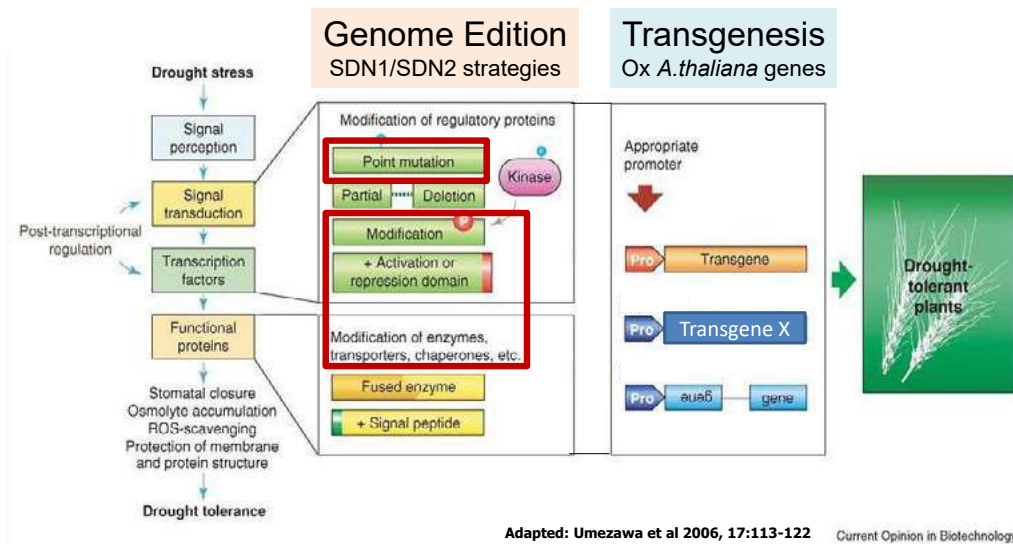
Plant Responses to Drought

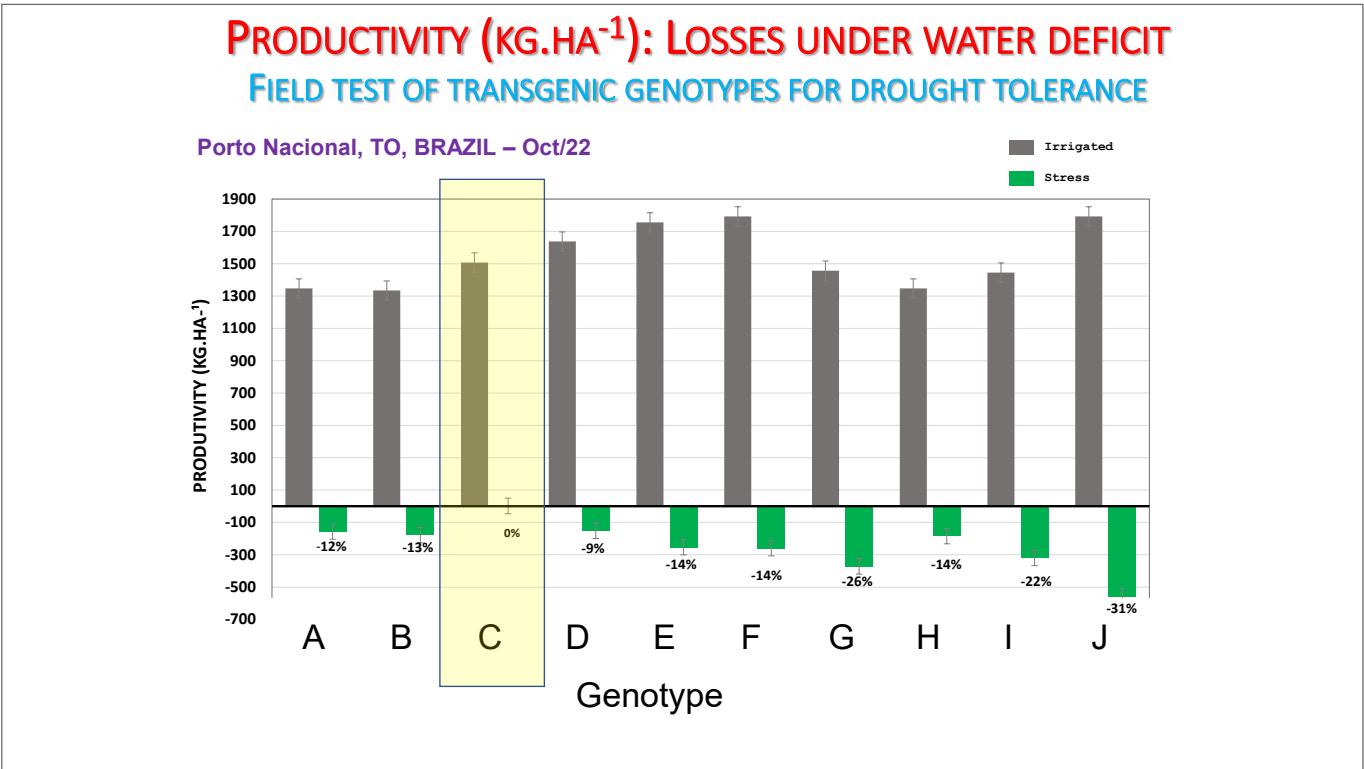
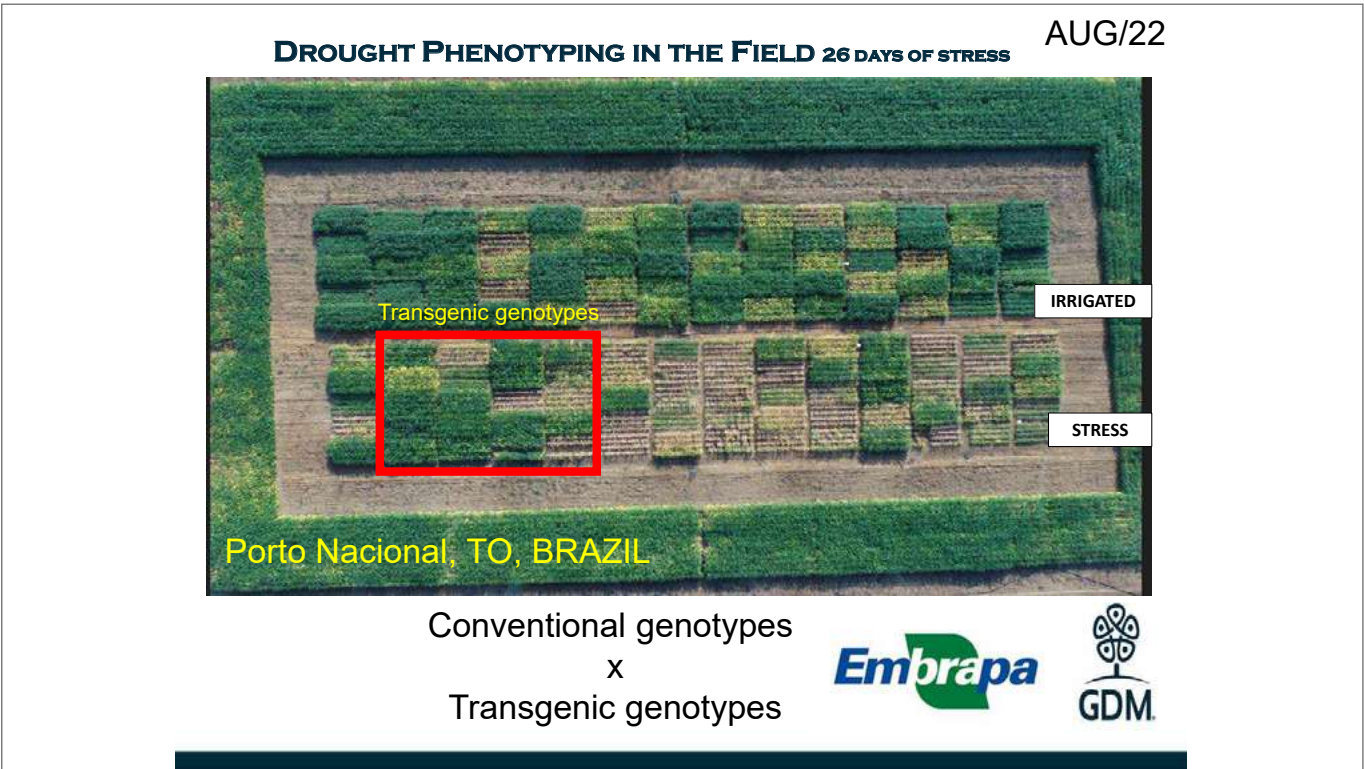
- Drought resistance is a complex characteristic to express in plants.
- There are many genes and mechanisms involved.

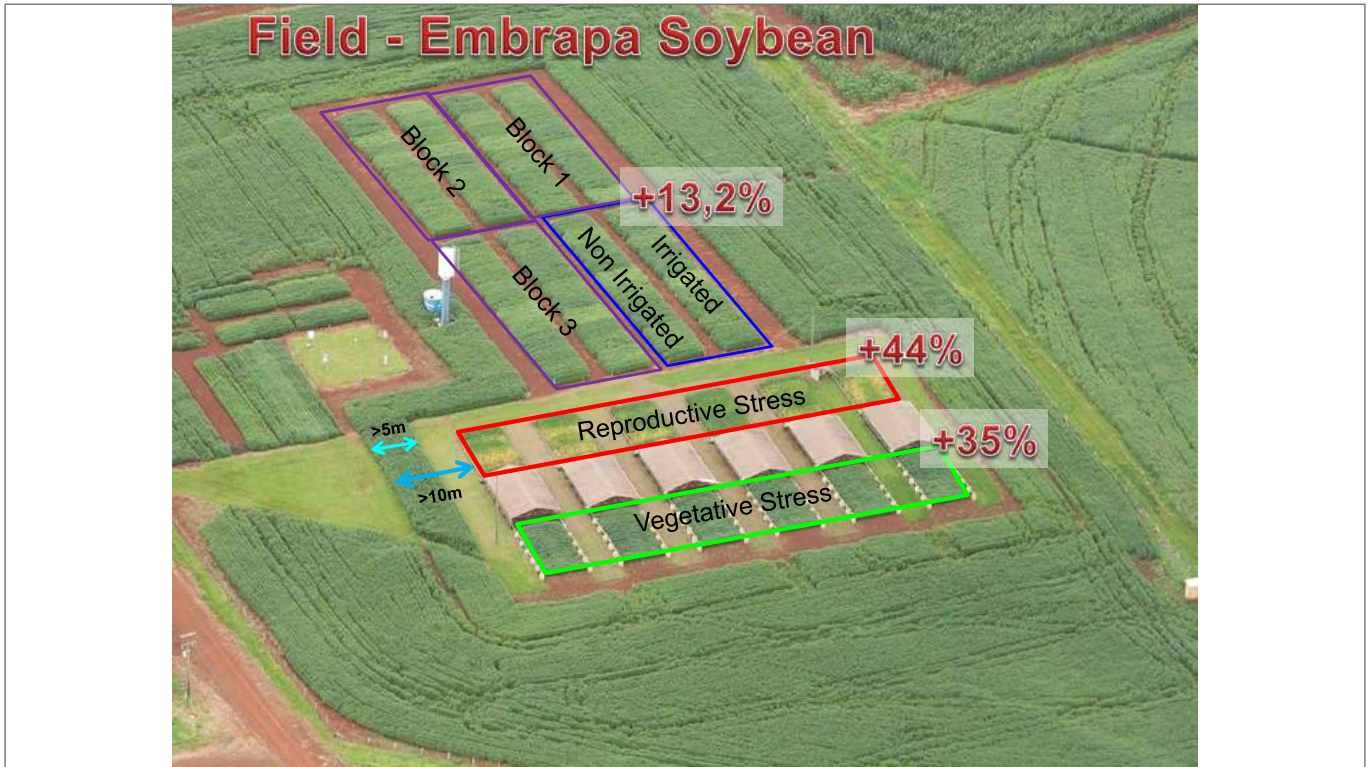
Plant-Soil-Atmosphere Interactions



Strategies for the drought mitigation in soybean using Transgenesis and Genome Edition







Plant Mol Biol Rep
DOI 10.1007/s11054-012-9341-4

ORIGINAL PAPER

Overexpression of the ABA-Dependent *AREB1* Transcription Factor from *Arabidopsis thaliana* Improves Soybean Tolerance to Water Deficit

Elton Gargioni Grilloste Barbosa¹ · Juliana Paula Leite¹ · Silvana Regina Rockenbach Marin¹ · Juliana Prela Marinho¹ · Joiceley de Fátima Corrêa Carvalho¹ · Renata Fuganti-Pagliarini¹ · José Renato Bouças Farias¹ · Norman Neumaler¹ · Francimar Corrêa Marcelino-Gulmarães¹ · Maria Cristina Neves de Oliveira¹ · Kazuko Yamaguchi-Shinozaki¹ · Kazuo Nakashima¹ · Kyunobin Maruyama¹ · Norihito Kanamori¹ · Yasumari Fujita¹ · Takuya Yoshida¹ · Alexandre Lima Nepomuceno²

Genetics and Molecular Biology, 36, 4, 556–565 (2013)
Copyright © 2013, Sociedade Brasileira de Genética. Printed in Brazil
www.sbg.org.br

Research Article

Introduction of the *rd29A:AiDREB2A* CA gene into soybean (*Glycine max* L. Merrill) and its molecular characterization in leaves and roots during dehydration

Cibelle Engels¹, Renata Fuganti-Pagliarini², Silvana Regina Rockenbach Marin², Francimar Corrêa Marcelino-Gulmarães², Maria Cristina Neves Oliveira², Norihito Kanamori³, Junya Mizoi⁴, Kazuo Nakashima⁴, Kazuko Yamaguchi-Shinozaki^{4,5} and Alexandre Lima Nepomuceno²

GMR Genetics and Molecular Research
Volume 36(4) 556–565 (2013)

Molecular, anatomical and physiological properties of a genetically modified soybean line transformed with *rd29A:AiDREB1A* for the improvement of drought tolerance

A.M. Polizep¹, M.E. Medri¹, K. Nakashima¹, N. Yamamoto¹, J.R.B. Farias¹, M.C.N. de Oliveira¹, S.R.R. Marin¹, R.V. Abdelnoor¹, F.C. Marcelino-Gulmarães¹, R. Fuganti¹, F.A. Rodrigues¹, R. Stoff-Moreira¹, M.A. Beneventi¹, A.A.P. Rolla¹, N. Neumaler¹, K. Yamaguchi-Shinozaki¹, J.F.C. Carvalho¹ and A.L. Nepomuceno²

Publications

Transgenic Res
DOI 10.1007/s11248-013-9723-6

ORIGINAL PAPER

Phenotyping soybean plants transformed with *rd29A:AiDREB1A* for drought tolerance in the greenhouse and field

Amanda Alves de Paiva Rolla¹ · Joiceley de Fátima Corrêa Carvalho¹ · Renata Fuganti-Pagliarini¹ · Cibelle Engels¹ · Alexandre de Rio¹ · Silvana Regina Rockenbach Marin¹ · Maria Cristina Neves de Oliveira¹ · Magda A. Beneventi¹ · Francimar Corrêa Marcelino-Gulmarães¹ · José Renato Bouças Farias¹ · Norman Neumaler¹ · Kazuo Nakashima¹ · Kazuko Yamaguchi-Shinozaki¹ · Alexandre Lima Nepomuceno²

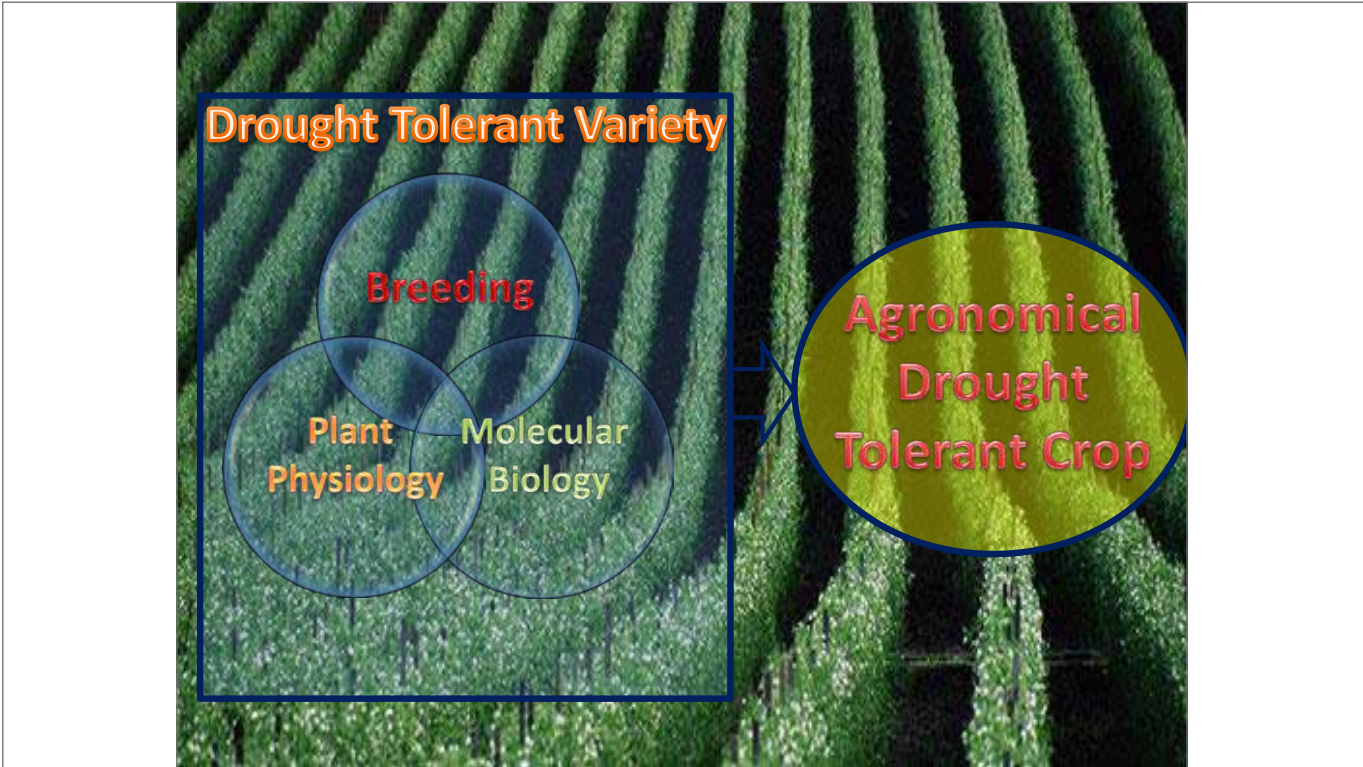
Received: 13 March 2013 / Accepted: 8 June 2013
© Springer Science+Business Media Dordrecht 2013

Plant Mol Biol Rep (2014) 34:410–425
DOI 10.1007/s11054-013-9524-9

ORIGINAL PAPER

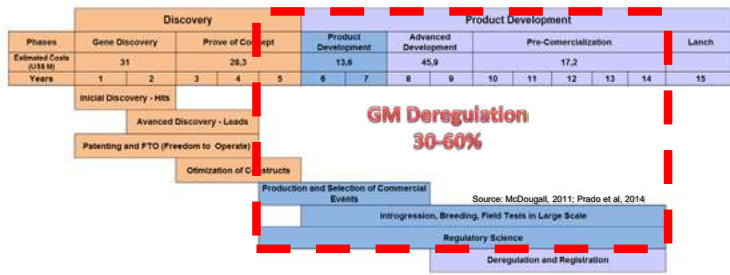
Characterization of Molecular and Physiological Responses Under Water Deficit of Genetically Modified Soybean Plants Overexpressing the *AREB1* Transcription Factor

Juliane Prela Marinho^{1,2} · Norihito Kanamori³ · Leonardo Cesar Ferreira² · Renata Fuganti-Pagliarini² · Joiceley de Fátima Corrêa Carvalho² · Rafaela Alves Freitas^{2,4} · Silvana Regina Rockenbach Marin^{2,5} · Fabiana Aparecida Rodrigues² · Liliane Márcia Merto-Henning² · José Renato Bouças Farias² · Norman Neumaler² · Maria Cristina Neves de Oliveira² · Francimar Corrêa Marcelino-Gulmarães² · Takuya Yoshida⁶ · Yasumari Fujita⁶ · Kazuko Yamaguchi-Shinozaki⁶ · Kazuo Nakashima⁶ · Alexandre Lima Nepomuceno²



OGM: Each country created its own rule

Phases and Costs to Development of a GM Crop



Today, basically, only four companies can place GM Crop Varieties in the Market

Bayer (+Monsanto)

BASF

Corteva (Dow+DuPont+Pioneer)

Syngenta (+ChemChina)

Estimated Costs: ~US\$136 million

Estimated Costs of Deregulation Phase: ~US\$75 million

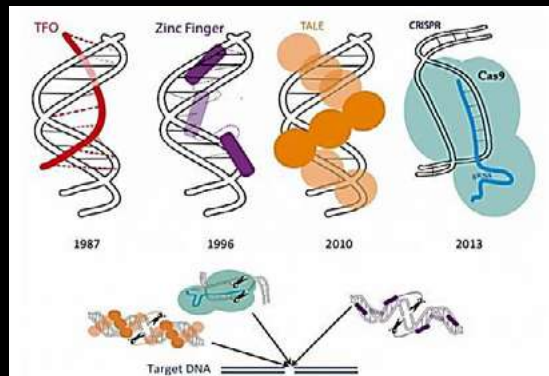
It can take ~12-20 years from discovering a gene(s) and placing a GM Commercial Variety in the Market.

Also, limited the use of Biotech in Agriculture to major crops (Soybean, Cotton, Corn, Eucalyptus, Sugarcane, etc...)

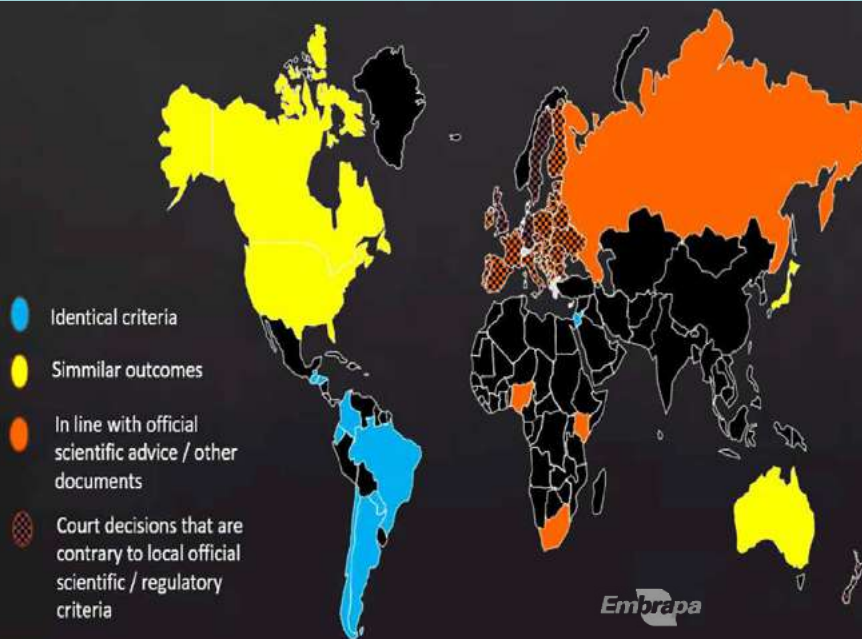


... but evolution on genetics
keeps moving fast...

... **CRISPRs**
Technology
brought a
revolution in
Genome Editing
and is
democratizing the
use of
biotechnology in
agriculture



A more assertive global legislation is DEMOCRATIZING the use of biotechnology allowing more cultures, small and medium companies to also participate in the Market.



Genome Edition with CRISPR

Site Directed Mutagenesis type:

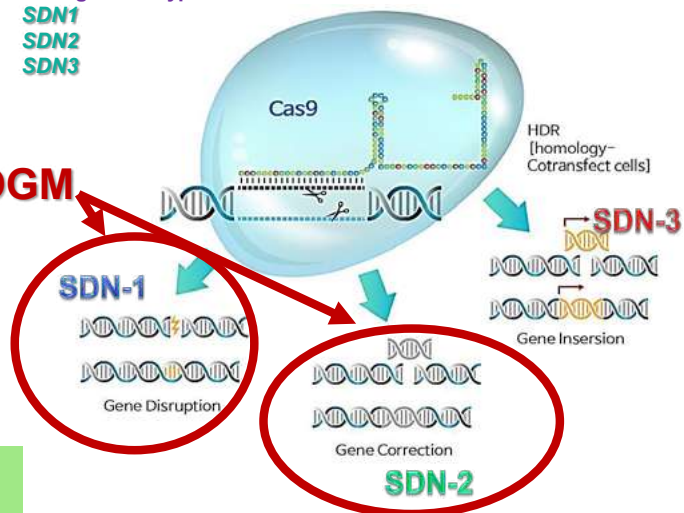
SDN1
SDN2
SDN3

Clustered
Regularly
Interspaced
Short
Palindromic
Repeats

Não OGM

DNA cutting is done in regions (sequences) chosen with precision

Similar to mutations that occur in nature and are responsible for evolution on planet earth



Submission (Oct/22) at CTNBio to evaluate if a SDN1 mutation made in a Embrapa Soybean variety be considered a conventional genotype

EMBRAPA SOYBEAN - Genome Edited Soybean for Drought Tolerance

KNOCKOUT OF THE Gene A

13 Plants with edited cells/3 High percentage

Analyzes using TIDE and ICE software



gRNA2 Glyma.XXXXXX

- Regeneration T0 lines
- T1 - Transgene-free with editing heritable
- T2 - Homozygous seeds
- Molecular and phenotypic characterization in greenhouse



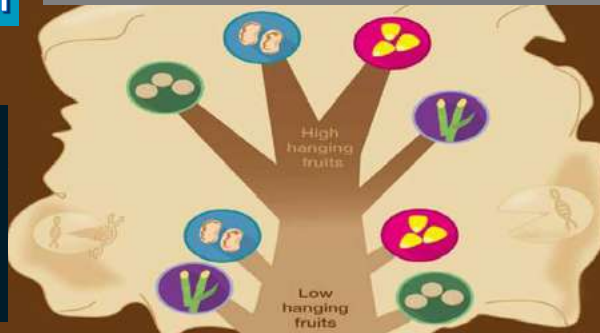
PROJETO CRISPRevolution

Plantas de importância econômica com genoma editado pela tecnologia CRISPR visando melhoria da qualidade nutricional e industrial e tolerância a estresse hídrico

CRISPRevolution

Four Crops and Two Strategies

Leading project on Genome Edition at EMBRAPA



Knock-out (SDN1)
Soybean: Anti-nutritional Factors/Drought
Sugarcane: Cell wall structure (2G Ethanol)
Corn: Cell wall structure (2G Ethanol)
Common Bean: Tegument Color

HDR (SDN2)
Soybean: Drought
Sugarcane: Drought
Corn: Drought
Common Bean: Drought

Geneticamente editada para aumento da digestibilidade da biomassa
 Geneticamente editada para aumento da digestibilidade da biomassa

Projeto em parceria com as Unidades Descentralizadas: Embrapa Agroenergia, Embrapa Arroz e Feijão, Embrapa Milho e Sorgo, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Embrapa Soja e Unidade Mista de Pesquisa GenCima



Embrapa Soybean first genome edited evaluated by CTNBio

Lectin (soybean antinutritional factor) - knockout by SDN1 strategy

Considered NON GM in 01 September, 2022



Thank you!

Alexandre.Nepomuceno@Embrapa.BR

General Head Embrapa Soybean
Cel/WhatsApp +55 (43) 99667 4425
BRAZIL



ADAPTATION DE L'AGRICULTURE ET DES SYSTEMES AGRICOLES AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : ETUDE DES OPTIONS GENETIQUES

M. George Prah

Directeur adjoint, direction du service des cultures, ministère de l'alimentation et de l'agriculture, Accra, Ghana

CONTEXTE

Le changement climatique constitue une grave menace pour l'avenir de l'environnement en ce qui concerne l'agriculture, la biodiversité, la société humaine et presque toutes les facettes de notre monde. La principale cause du changement climatique est l'ajout anthropique de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. En raison de ces émissions humaines, la température moyenne de la planète a augmenté de près de 1 °C depuis 1850 (GIEC 2018;Nunez *et al.* 2019).

Selon un rapport spécial du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) sur le réchauffement climatique, il est indiqué que même si le réchauffement devait être stoppé à 1,5 °C, ce qui nécessiterait une action mondiale drastique et immédiate, les effets à long terme des émissions passées persisteraient pendant des siècles ou des millénaires (GIEC 2018). L'ampleur des effets dépend de la quantité d'émissions;en général, des vagues de chaleur, des sécheresses, des inondations plus fréquentes et une élévation persistante du niveau de la mer et des températures mondiales sont attendues (GIEC 2018). En effet, bon nombre de ces effets sont déjà observés (GIEC 2018;Nunez *et coll.* 2019).

Dans les écosystèmes naturels comme dans les milieux agricoles, les plantes et les animaux sont contraints de faire face à de nouvelles conditions qui changent plus rapidement que leur rythme d'adaptation. La hausse des températures et le changement des régimes de précipitations modifieront radicalement le paysage biologique, entraînant la migration, l'invasion et l'extinction des espèces (Urban 2015;Nunez *et al.*, 2019). D'autres études ont également estimé qu'une espèce sur six pourrait disparaître en raison du changement climatique (Urban 2015). Simultanément, les approvisionnements alimentaires mondiaux diminuent, car les sécheresses et les inondations ont un impact sur la production agricole. Selon une série de scénarios de réchauffement, la production agricole devrait décliner à l'échelle mondiale. La productivité des principales cultures de base devrait être affectée, en particulier celles des basses latitudes où les effets du changement climatique sur le rendement seront plus graves.

Le Ghana est une économie agraire et est fortement dépendante de l'agriculture, employant environ 42% de la main-d'œuvre et contribuant à environ 19,7% du produit intérieur brut (PIB) national (Ghana Statistical Service 2020). Le secteur est caractérisé par des systèmes de culture et d'élevage pluviaux à petite échelle avec une taille moyenne des exploitations inférieure à 1,2 ha, représentant environ 80% de la production agricole totale. Les principales cultures pratiquées sont le maïs, l'igname, le manioc, le riz, le cacao, le palmier à huile, l'hévéa, le tabac, la noix de karité, la canne à sucre et diverses variétés de fruits et légumes selon les différentes zones agroécologiques.

Le climat du Ghana est tropical, avec deux principaux régimes pluviométriques : le nord connaît une saison des pluies unimodale de mai à novembre;tandis que le sud connaît des saisons humides bimodales, une saison des pluies plus longue de mars à juillet et des pluies courtes de septembre à novembre. Cependant, le changement climatique et la variabilité climatique menacent les systèmes de production alimentaire car la majeure partie de l'agriculture au Ghana est pluviale. L'analyse des données climatiques à long terme montre une augmentation générale de la température dans le pays avec une augmentation annuelle constante de 0,06 °C par an et une augmentation globale d'environ 1 °C au cours des 40 dernières années (Hansel *et al.* 2012).

Entre 1991 et 2008, le Ghana a connu six inondations majeures qui ont touché plus de 2 millions de personnes. Les projections du climat futur montrent que la température annuelle moyenne au Ghana augmentera de 1,0 à 3,0 °C et de 1,5 à 5,2 °C d'ici 2060 et 2090 respectivement. Ces changements sont susceptibles d'être plus prononcés et plus graves dans le nord du pays. Il a été estimé que le changement et la variabilité climatiques entraîneront une baisse de la consommation des ménages et du PIB de 5 à 10% et de 1,9 à 7,2% respectivement au Ghana

d'ici 2050 (Banque mondiale 2010). Arndt *et al.* (2015) appuient également la déclaration de la Banque mondiale détaillant les implications du changement climatique pour l'économie du Ghana.

Encore une fois, la production agricole au Ghana est principalement pluviale et avec de petits exploitants agricoles qui représentent un pourcentage important de la production agricole totale au Ghana, ce qui la rend très vulnérable aux impacts du changement climatique (Kyei-Mensah *et al.* 2019). Cette situation est exacerbée par la dépendance vis-à-vis de la production de cultures sensibles au changement climatique. Le pays connaît déjà une augmentation des conditions météorologiques extrêmes, avec des incidences plus élevées et des périodes plus prolongées d'inondations et de sécheresses. Les températures élevées augmenteront encore et les régimes de précipitations seront moins prévisibles. Des précipitations plus intenses devraient augmenter l'érosion, tandis que des précipitations totales moins importantes pourraient diminuer le débit d'eau. L'irrégularité des précipitations a de graves conséquences sur la production, car seuls 2% du potentiel d'irrigation du pays ont été exploités.

La hausse des températures devrait entraîner une baisse des rendements des principales cultures de base (manioc, igname, banane plantain, maïs et riz). Les rendements du manioc, par exemple, devraient chuter de 29,6% d'ici 2080 et ceux du maïs de 7% d'ici 2050. L'échec total des récoltes devrait se produire environ une fois tous les cinq ans dans les régions du nord du Ghana en raison du retard ou de la diminution des pluies. Le cacao, une culture commerciale majeure et la deuxième source de devises du Ghana, est sensible à la hausse des températures et à la sécheresse. Les zones propices à la production de cacao, qui se trouvent principalement le long de la côte, se contractent à mesure que les températures augmentent, que les inondations augmentent et que la salinisation des sols et l'érosion côtière se poursuivent. L'augmentation prévue du réchauffement et des sécheresses entraînera une réduction de la disponibilité de l'eau, une baisse de la fertilité des sols en raison de la décomposition accrue du carbone organique du sol et une incidence accrue des ravageurs, des maladies et des mauvaises herbes, entraînant une baisse des rendements des cultures (Abubakari et Abubakari 2015; Kyei-Mensah *et al.* 2019). L'analyse des conditions pluviométriques récentes en Afrique de l'Ouest, y compris au Ghana, indique un changement à long terme des régimes pluviométriques dans les zones semi-arides et subhumides, avec une réduction des jours de pluie (Ndamani et Watanabe 2015).

SCÉNARIOS PROJÉTÉS POUR QUELQUES PRINCIPAUX PRODUITS DE BASE (CULTURES) AU GHANA

L'augmentation de la température et les événements climatiques extrêmes tels que les inondations, les sécheresses et les vagues de chaleur se produisent déjà au Ghana (Yiran *et al.* 2017), couplée à une baisse des précipitations du sud vers le nord (Owusu 2018), avec des effets dévastateurs sur la productivité agricole. Le développement du secteur agricole au Ghana continuera d'être affecté négativement par les aléas du climat futur projeté, notamment la variabilité saisonnière marquée se manifestant par l'apparition et l'arrêt irréguliers des précipitations, le raccourcissement de la durée de la période de croissance, la baisse des précipitations totales saisonnières et l'augmentation de la fréquence ainsi que l'intensité des événements climatiques extrêmes tels que les vagues de chaleur, les sécheresses et les inondations qui ont des effets délétères sur les chaînes de valeur agricoles et les systèmes alimentaires.

Certaines des principales cultures connaissent actuellement d'importants écarts de rendement. Par exemple, le manioc, le maïs, le sorgho, le riz et l'igname ont actuellement des écarts de rendement de 57,5%, 38%, 40%, 33,33% et 40%, respectivement. Malgré leur état de production actuel, ces cultures devraient connaître une nouvelle baisse de productivité en raison du changement climatique (Knox *et al.* 2012; Issahaku et Maharjan 2014).

Maïs

Le maïs représente 50% de la production céréalière totale au Ghana. Plus de 70% de la production de maïs du Ghana est produite par de petits exploitants qui n'ont pas accès aux ressources de production nécessaires pour augmenter la productivité, ce qui les rend sujets à une production à faible rendement. Bien qu'il ait été signalé que les rendements annuels du maïs augmentent légèrement d'environ 1,1%, ils devraient cependant diminuer dans toutes les zones agroécologiques du Ghana.

Riz

Bien que le riz soit produit dans toutes les zones agroécologiques du Ghana, la production ne répond pas à la demande des Ghanéens (Olaf et Emmanuel 2009; Aker *et al.* 2011). Le riz devrait décliner de manière drastique dans toutes les zones agroécologiques du Ghana, à l'exception de la zone agroécologique de feuillus, qui devrait connaître un déclin moins drastique.

Sorgho, arachide et mil

Le sorgho, l'arachide et le mil sont principalement cultivés dans les zones agroécologiques relativement plus sèches de la savane soudanienne et de la savane guinéenne du Ghana en raison de leur nature robuste. Les projections pour l'arachide et le sorgho indiquent une probabilité de rendements réduits dans toutes les trajectoires représentatives de concentration (RCP), en particulier dans les zones agroécologiques de la savane guinéenne et soudanienne. Les rendements futurs du mil resteront probablement les mêmes par rapport aux niveaux de rendement actuels dans tous les RCP, comme en témoignent les projections pour les zones agroécologiques de la savane guinéenne et soudanienne.

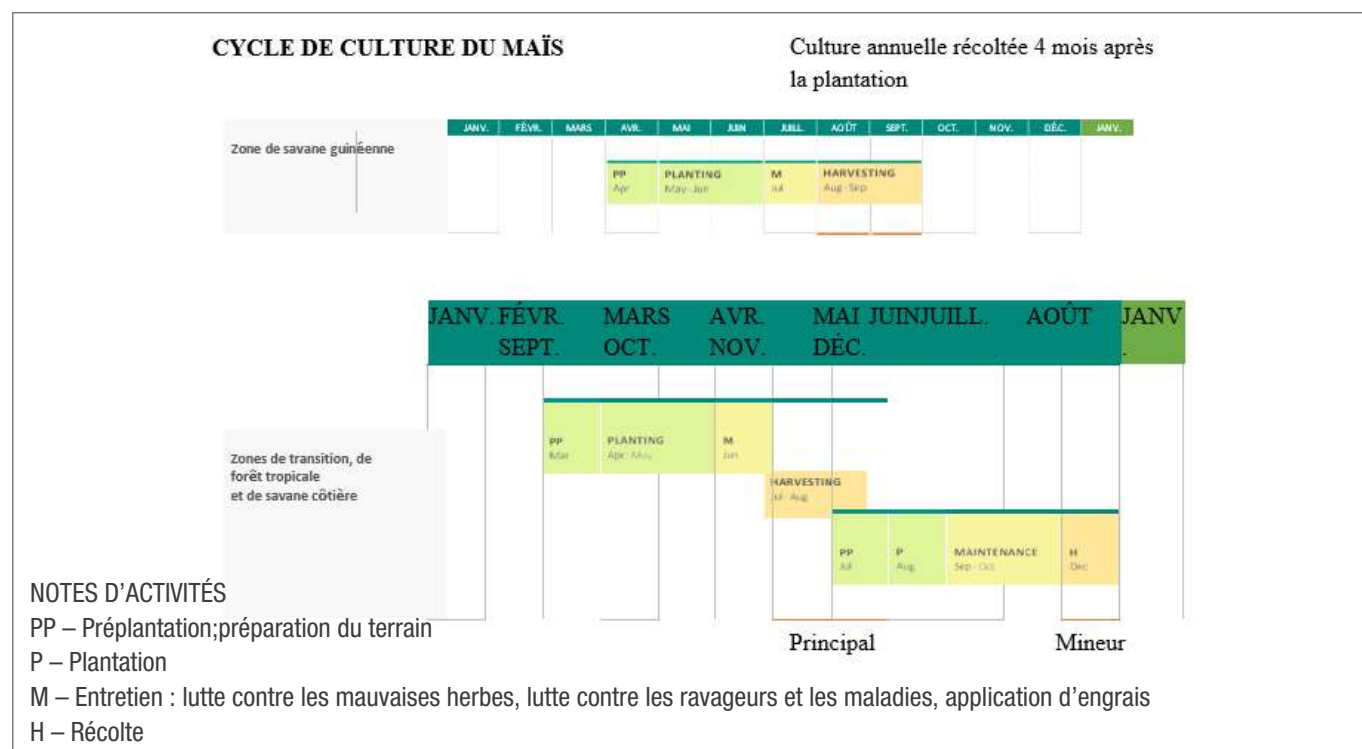


Figure 1. Un cycle de culture de maïs typique au Ghana

Le cycle de culture normal et typique est devenu un défi car les modèles de précipitations ont changé au fil des ans (figure 1). Il devient impossible de récolter deux fois par an dans certaines zones et régions en raison de précipitations irrégulières ou de températures élevées défavorables. En réponse à ces défis, la mise en œuvre d'une ou plusieurs séries de stratégies complémentaires s'impose. Celles-ci peuvent inclure le développement de technologies (génotypes et systèmes de production) pour rendre l'agriculture résiliente au changement climatique.

INNOVATIONS DANS LES SYSTÈMES DE PRODUCTION : ADAPTATION DE L'AGRICULTURE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Au Ghana, il y a une probabilité d'un changement dans les zones de production appropriées pour certaines cultures en raison du changement climatique. Par exemple, les projections indiquent que les zones propices à la production de cacao vont se déplacer, ce qui affectera principalement la zone sud de Brong Ahafo, les régions de l'ouest et de petites sections des parties nord des régions d'Ashanti et de la Volta car elles ne seront plus adaptées à la production de cacao au Ghana d'ici 2030 (Bunn *et al.* 2018).

L'adaptation de l'agriculture au changement climatique nécessitera la mise en œuvre d'une ou plusieurs stratégies complémentaires. Il s'agit notamment de développer des technologies (génotypes et systèmes de production) pour rendre l'agriculture résiliente au changement climatique dans l'empreinte actuelle. Cela peut nécessiter le déplacement de la production vers de nouveaux sites pour suivre les changements environnementaux ou adopter une agriculture protégée. Ces options ont un rôle important à jouer pour assurer la sécurité alimentaire en réponse au changement climatique (figure 2).

Selon l'opinion actuelle en biologie végétale (figure 2), la protection des cultures se présente sous de nombreuses formes avec des degrés de contrôle différents. Les cultures de plein champ peuvent être protégées avec une

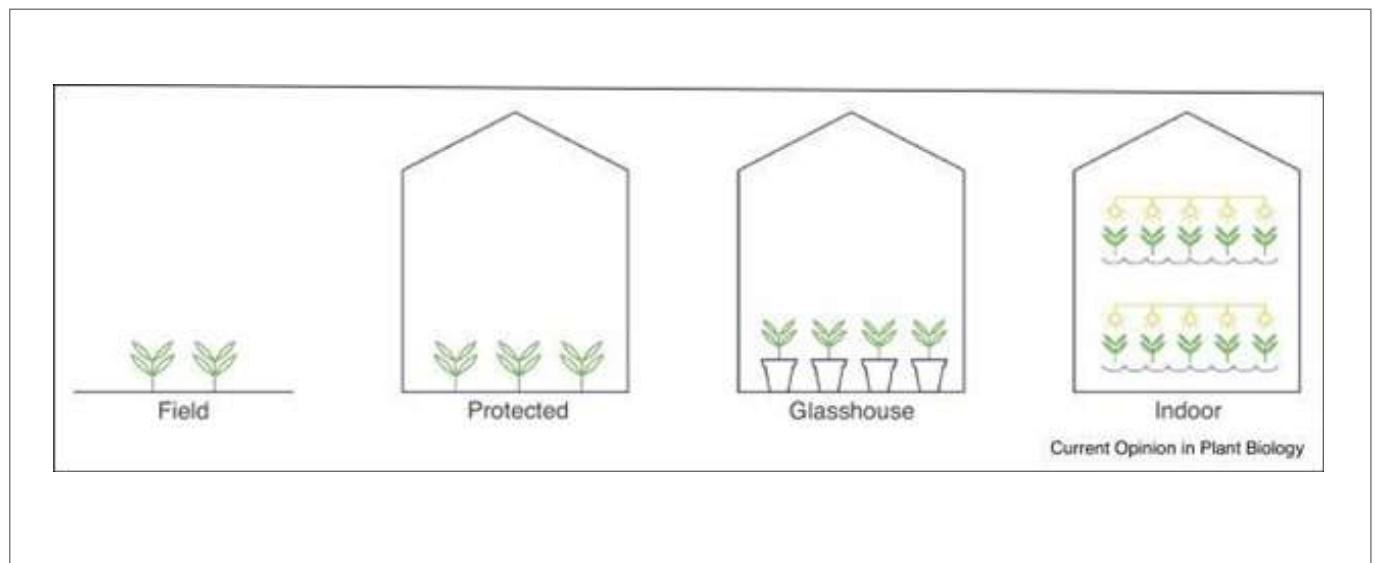


Figure 2. : Déplacement des cibles génétiques pour les obtenteurs de plantes en réponse au changement climatique entraînant l'adoption de cultures protégées.

structure simple. Néanmoins, les grandes cultures resteront probablement en plein champ tandis que les cultures horticoles, en particulier les légumes, seront protégées. La production intérieure est actuellement principalement axée sur la production de légumes à feuilles. Il est opportun de noter que l'expansion à un plus large éventail de plantes verra une plus grande adoption de cette technologie, modifiant considérablement les exigences génétiques.

En tant que prévision, le déplacement ou la relocalisation de la production agricole vers de nouvelles zones pour rester dans les limites environnementales actuelles du système de production actuel est une option et une possibilité. La production de cultures dans de nouvelles régions peut exiger que la génétique s'adapte à des aspects spécifiques du nouvel environnement. Par exemple, les cultures peuvent facilement se déplacer vers des zones dont les climats sont devenus favorables en raison du changement climatique, mais les sols rencontrés peuvent être très différents et cela peut nécessiter une adaptation génétique.

La menace d'un climat changeant et plus variable peut être évitée en déplaçant la production agricole dans des environnements protégés. Cela implique de passer à la production dans une serre ou dans un environnement de production intensifiée complètement contrôlé en agriculture verticale (Eaves et Eaves 2018). Cela peut être considéré comme une option de plus en plus précieuse à mesure que la demande alimentaire augmente et que le changement climatique progresse.

Encore une fois, selon la science et la recherche, l'augmentation de la protection des cultures pour réduire l'impact du changement climatique modifiera les cibles génétiques de celles conçues pour faire face à l'environnement et à sa variation vers des performances optimales dans un environnement sélectionné et contrôlé.

RÉSILIENCE EN GÉNÉTIQUE ET AGRONOMIE

L'amélioration génétique des plantes pour l'agriculture a été soutenue par de nouvelles technologies qui sont apparues à un rythme sans cesse croissant. L'obtention végétale a progressé grâce à des développements majeurs tels que l'application de marqueurs moléculaires dans la sélection, l'utilisation de la transformation génétique et de la sélection génomique jusqu'au développement récent de l'édition du génome. L'extension ultime de l'utilisation des marqueurs moléculaires a été l'utilisation de la sélection génomique. La disponibilité de la technologie pour obtenir facilement des séquences génomiques complètes peut rendre les technologies basées sur la liaison génétique redondantes ou beaucoup moins puissantes par rapport aux options actuelles.

Le développement de nouveaux génotypes de plantes est l'une des options clés pour l'adaptation de l'agriculture au changement climatique. Les plantes peuvent être nécessaires pour assurer la résilience dans les changements climatiques ou soutenir la migration de l'agriculture vers de nouvelles régions. Différents génotypes peuvent être nécessaires pour fonctionner dans les environnements modifiés de l'agriculture protégée. Les préférences des consommateurs (goût, commodité, aliments sains et sûrs et aliments produits de manière durable et éthique)

continueront d'augmenter, malgré les défis climatiques plus importants.

À l'avenir, l'utilisation de l'édition de gènes, également appelée édition du génome ou ingénierie du génome, est devenue une méthode permettant soit d'aider à l'adaptation des organismes au changement climatique, soit d'aider à atténuer les effets du changement climatique sur l'agriculture.

L'édition de gènes est une méthode pour générer des modifications de l'ADN à des emplacements génomiques précis. Ces modifications peuvent entraîner l'inactivation ou le blocage d'un ou de plusieurs gènes sans insertion permanente d'ADN étranger. Alternativement, des gènes provenant du pool génétique de l'organisme ou d'autres organismes peuvent être insérés dans des emplacements précis du génome pour introduire une nouvelle caractéristique. Les nucléases effectrices de type activateur de transcription (TALEN), les nucléases à doigts de zinc (ZFN) et les systèmes CRISPR-Cas ont tous été utilisés pour réaliser des modifications génétiques précises (Gaj et al. 2016;Khalil 2020).

La précision et l'efficacité de la génération d'éditions ont été considérablement améliorées par l'introduction des systèmes CRISPR-Cas, bien qu'il y ait certainement encore un rôle pour d'autres technologies d'édition de gènes. L'application de techniques d'édition de gènes a généré un grand potentiel pour le développement de cultures et d'élevages capables de mieux gérer les impositions du changement climatique.

Le développement de systèmes de production agricole plus résilients au climat est une stratégie importante pour faire face au changement climatique. L'obtention végétale conventionnelle repose généralement sur la sélection dans l'environnement de production cible. De cette manière, l'obtention adapte les variétés à l'environnement de test et au changement climatique car il a un impact sur l'environnement de test. Il a été démontré que la sélection pour la performance dans des conditions de croissance et de nutrition optimales améliore également le rendement dans des situations moins favorables (Voss-Fels *et al.* 2019). Cependant, un changement climatique plus rapide peut nécessiter une approche plus proactive de l'adaptation au climat, en particulier pour les espèces dont les génotypes ont une longue durée de vie ou les plantes à longue durée de vie (comme les arbres). La génomique fournit une plateforme clé pour comprendre la réponse des plantes à l'environnement et la sélection de variétés de cultures mieux adaptées qui pourraient anticiper les futurs changements climatiques (Abberton *et al.* 2015).

Table 1. Genetic technologies that have been applied in plant improvement in Ghana.

Technology	Contribution to crop improvement
Phenotypic selection	Eco-geographical adaptation
Cross breeding/hybridization	High yield increases, agronomic improvement and adaptation to climatic fluctuations and mitigation
Genetic manipulation	Reduction of dependency on agrochemicals (e.g. Bt Cowpea)
Molecular markers	Resistance breeding (e.g. fall armyworm, drought, salt tolerance, aflatoxin accumulation resistance, etc.)
Genomic selection	Increased rate of genetic gain (e.g. food crop and animal breeding)
Gene editing	Novel products (e.g. golden rice, tomato, maize etc.)

TECHNOLOGIE D'AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE

L'édition de gènes est actuellement largement appliquée et peut être utilisée pour générer directement de nouvelles variétés de cultures. Cependant, l'édition de gènes peut également fournir un outil très utile pour tester le phénotype conféré par les allèles découverts dans le germoplasme, les populations sauvages de germoplasme adapté à l'environnement ou pour déterminer le rôle fonctionnel des allèles synthétiques (Tang et Tang 2017). L'application de l'édition de gènes pour sélectionner des cultures adaptées aux climats tropicaux progresse (Haque *et al.* 2018).

La combinaison des progrès de l'analyse génomique et de l'édition de gènes devrait permettre une nouvelle phase d'amélioration des plantes basée sur la conception et la construction de génotypes pour cibler des objectifs spécifiques tels que l'adaptation des cultures à de nouveaux champs ou environnements protégés. Le tableau 1 montre certaines technologies génétiques qui ont été appliquées avec succès dans l'amélioration/la sélection des plantes au Ghana.

CAPTURER PLUS DE BIODIVERSITÉ ET DE CONNAISSANCE DES SYSTÈMES NATURELS

La biodiversité végétale reste une source de variation relativement peu exploitée et disponible pour soutenir la sélection de cultures adaptées aux nouveaux climats. Il peut être nécessaire d'utiliser du matériel génétique plus diversifié provenant du pool de gènes domestiqués. La génomique donne accès à la diversité des espèces sauvages apparentées aux plantes cultivées en facilitant le séquençage du génome (Brozynska *et al.* 2015) et l'identification de nouveaux allèles. Les espèces sauvages apparentées aux cultures contiennent un réservoir de diversité génétique pour soutenir l'adaptation des cultures au changement climatique. C'est probablement aussi un endroit idéal pour rechercher de nouvelles variantes qui pourraient convenir aux tout nouveaux environnements optimisés possibles dans l'agriculture en intérieur.

Des études de populations de plantes sauvages poussant dans divers environnements peuvent révéler comment les plantes s'adaptent aux différences climatiques sous sélection naturelle (Cronin *et al.* 2007). Ces connaissances peuvent guider les efforts visant à sélectionner des variétés de cultures résistantes au climat (Henry et Nevo, 2014).

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Un résumé des idées proposées pour rendre le système de production agricole intelligent et résilient face au climat :

1 L'accent mis sur la conception ou la sélection sur mesure aidera à relever certains défis associés au changement climatique.

1.1 La sélection de caractéristiques souhaitables et/ou l'édition de gènes seront nécessaires pour fournir des génotypes avec les traits ciblés afin de fournir le rendement requis et de fournir des aliments avec les caractéristiques nutritionnelles et fonctionnelles nécessaires pour les nouveaux environnements.

2 La production alimentaire future dépendra du développement continu de nouvelles variétés de cultures, y compris de nouvelles cultures et de nouveaux types d'aliments à base de plantes.

2.1 Les espèces cultivées qui sont actuellement sous-utilisées auront besoin de l'attention de la recherche pour pouvoir contribuer à l'adaptation au climat. Cela peut nécessiter la domestication de nouvelles espèces et l'utilisation intensive d'espèces sauvages apparentées aux plantes cultivées, capturant une plus grande partie de la biodiversité végétale disponible.

2.2 Les stratégies de capture de nouvelles variations peuvent inclure l'utilisation de techniques telles que l'édition de gènes pour introduire directement de nouveaux allèles ou traits trouvés dans les plantes sauvages dans des variétés de cultures domestiquées. Cela permettrait l'évaluation rapide et définitive de la contribution génétique de l'allèle introduit par rapport aux approches antérieures beaucoup moins efficaces et efficaces de rétrocroisement extensif.

- Utilisation d'espèces cultivées sous-utilisées
- Domestication de nouvelles espèces et amélioration de celles existantes
- Utilisation intensive d'espèces sauvages apparentées aux cultures capturant une plus grande partie de la biodiversité végétale intelligente face au climat disponible en génotypes "élite".
- Renforcement des banques de gènes pour préserver les génotypes importants pour une utilisation future
- Accès à la base de données PLUTO de l'UPOV pour soutenir la sélection.

3 Il faut également tenir compte des options d'obtention pour les systèmes protégés par rapport à la sélection pour une production continue au champ.

4 Les changements dans la réglementation et l'acceptation des technologies génétiques par les consommateurs seront cruciaux pour déterminer dans quelle mesure la génétique peut contribuer à l'adaptation de l'agriculture au changement climatique.

5 Les progrès des outils d'analyse des performances des plantes soutiennent également le développement de pratiques agronomiques optimales.

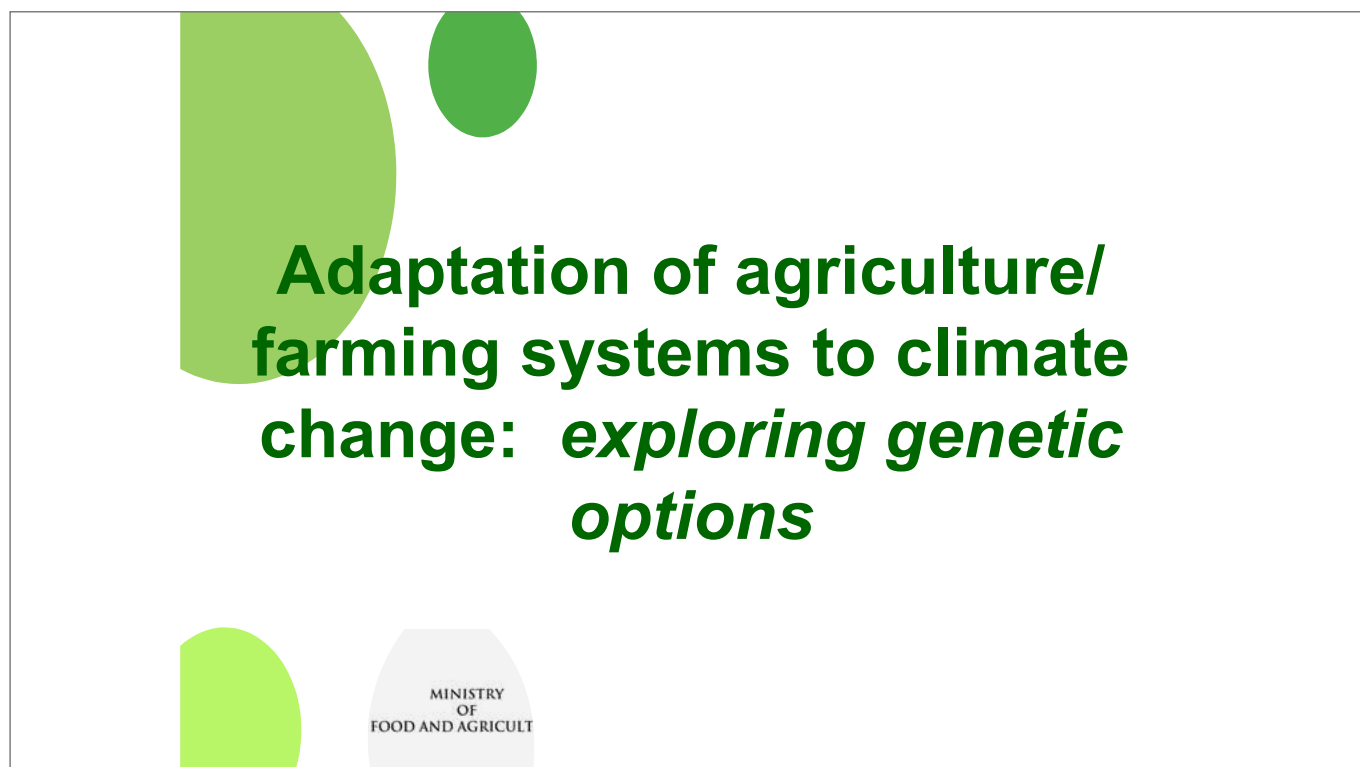
5.1 Cela doit être ciblé sur les cultures susceptibles d'être cultivées dans des environnements différents et variés. Le potentiel d'adaptation des cultures existantes à de nouvelles zones ou écologies est un facteur clé.

RÉFÉRENCES

- Abberton, M., Batley, J., Bentley, A., Bryant, J., Cai, H., Cockram, J., Costa de Oliveira, A., Cseke, L.J., Dempewolf, H., De Pace, C. *et al.* (2015) Global agricultural intensification during climate change: a role for genomics. *Plant Biotechnology J.* 14: 1095–1098.
- Abubakari, F. and Abubakari, F. (2015) Effects of climate changing on food crop production system in Ghana. *Academic Research Journal of Agricultural Science and Research* 3 (4): 76–79.
- Aker, J.C., Block, S., Ramachandran, V. and Timmer, P.C. (2011) *West African Experience with the World Rice Crisis, 2007–2008*. CGD Working Paper 242. Washington, DC: Center for Global Development.
- Arndt, C., Asante, F. and Thurlow, J. (2015). Implications of climate change for Ghana's economy. *Sustainability* 7 (6): 7214–7231. doi: 10.3390/su7067214
- Brozynska, M., Furtado, A. and Henry, R.J. (2015) Genomics of crop wild relatives: expanding the gene pool for crop improvement. *Plant Biotechnology J.* 14: 1070–1085.
- Bunn, C., Schreyer, F. and Castro, F. (2018) The economic case for climate action in West African cocoa production report. Cali, Colombia: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). <https://hdl.handle.net/10568/97166>
- Cronin, J.K., Bundock, P.C., Henry, R.J. and Nevo, E. (2007) Adaptive climatic molecular evolution in wild barley at the isa defense locus. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. USA 104: 2773–2778.
- Eaves, J. and Eaves, S. (2018) Comparing the profitability of a greenhouse to a vertical farm in Quebec. *Can. J. Agric. Econ.* 66: 43–54.
- Gaj, T., Sirk, S.J., Shui, S. and Liu, J. (2016) Genome-editing technologies: principles and applications. *Cold Spring Harb. Perspect. Biol.* 8: a023754. doi: 10.1101/cshperspect.a023754
- Ghana Statistical Service (GSS) (2020) Rebased 2013–2019 Annual Gross Domestic Product, GSS, Accra. https://www.statsghana.gov.gh/gssmain/fileUpload/National%20Accounts/Annual_2013_2019_GDP.pdf
- Hansel, J., Sato, M. and Ruedy, R. (2012) Perception of climate change. *PNAS*, September 11, 109 (37): E2415–E2423. doi: 10.1073/pnas.120527610
- Haque, E., Taniguchi, H., Hassan, M.M., Bhowmik, P., Karim, M.R., Smiech, M., Zhao, K.J.,
- Rahman, M., T. (2018) Application of CRISPR/Cas9 genome editing technology for the improvement of crops cultivated in tropical climates: recent progress, prospects, and challenges. *Islam Front Plant Sci.* 9.
- Henry, R.J. and Nevo, E. (2014) Exploring natural selection to guide breeding for agriculture. *Plant Biotechnology* 12 (6): 655–662.
- Henry, R.J. (2020) Innovations in plant genetics adapting agriculture to climate change. *Current Opinion in Plant Biology*. Volume 56, August 2020, Pages 168–173.
- IPCC (2018) Summary for policymakers. In Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H.-O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P.R. *et al.* (eds) *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5°C Above Pre-industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty*. Geneva: World Meteorological Organization.
- Issahaku, Z.A. and Maharjan, K.L. (2014) Crop substitution behavior among food crop farmers in Ghana: an efficient adaptation to climate change or costly stagnation in traditional agricultural production system? *Agricultural and Food Economics* 2 (1): 16.

- Khalil, A.M. (2020) The genome editing revolution: review. *J. Genet. Eng. Biotechnol.* 18 (68). doi: 10.1186/s43141-020-00078-y
- Knox, J., Hess, T., Daccache, A. and Wheeler, T. (2012) Climate change impacts on crop productivity in Africa and South Asia. *Environmental Research Letters* 7 (3): 034032.
- Kyei-Mensah, C., Kyerematen, R. and Adu-Acheampong, S. (2019) Impact of rainfall variability on crop production within the Worobong ecological area of Fanteakwa District, Ghana. *Advances in Agriculture* 2019.
- Ndamani, F. and Watanabe, T. (2015) Influences of rainfall on crop production and suggestions for adaptation. *Int. J. Agric. Sci* 5 (1): 367–374.
- Nunez, S., Arets, E., Alkemade, R., Verwer, C. and Leemans, R. (2019) Assessing the impacts of climate change on biodiversity: is below 2 °C enough? *Clim. Change* 154: 351–365. doi: 10.1007/s10584-019-02420-x
- Olaf, K. and Emmanuel, D. (2009) Global food security response: Ghana rice study. Attachment I to the Global Food Security Response West African Rice Value Chain Analysis.
- Owusu, K. (2018) Rainfall changes in the savannah zone of northern Ghana 1961–2010. *Weather* 73 (2): 46–50. doi: 10.1002/wea.2999
- Tang, W. and Tang, A.Y. (2017) Applications and roles of the CRISPR system in genome editing of plants. *J. For. Res.* 28 (1): 15–28.
- Urban, M.C. (2015) Accelerating extinction risk from climate change. *Science* 348: 571– 573. doi: 10.1126/science.aaa4984
- Voss-Fels, K.P., Stahl, A., Wittkop, B., Lichthardt, C., Nagler, S., Rose, T., Chen, T.W., Zetzsche, H., Seddig, S., Baig, M.M. *et al.* (2019) Breeding improves wheat productivity under contrasting agrochemical input levels. *Nat. Plants* 5 (7): 706–714.
- World Bank (2010) Households and NPISHs final consumption expenditure per capita (constant 2010 US\$). Ghana.
- Yiran, G.A.B., Stringer, L.C., Attua, E.M., Evans, A.J., Challinor, A.J. and Gyasi, E.A. (2017) Mapping vulnerability to multiple hazards in the savannah ecosystem in Ghana. *Regional Environmental Change* 17: 665–676. doi: 10.1007/s10113-016-1054-8

Présentation faite au séminaire

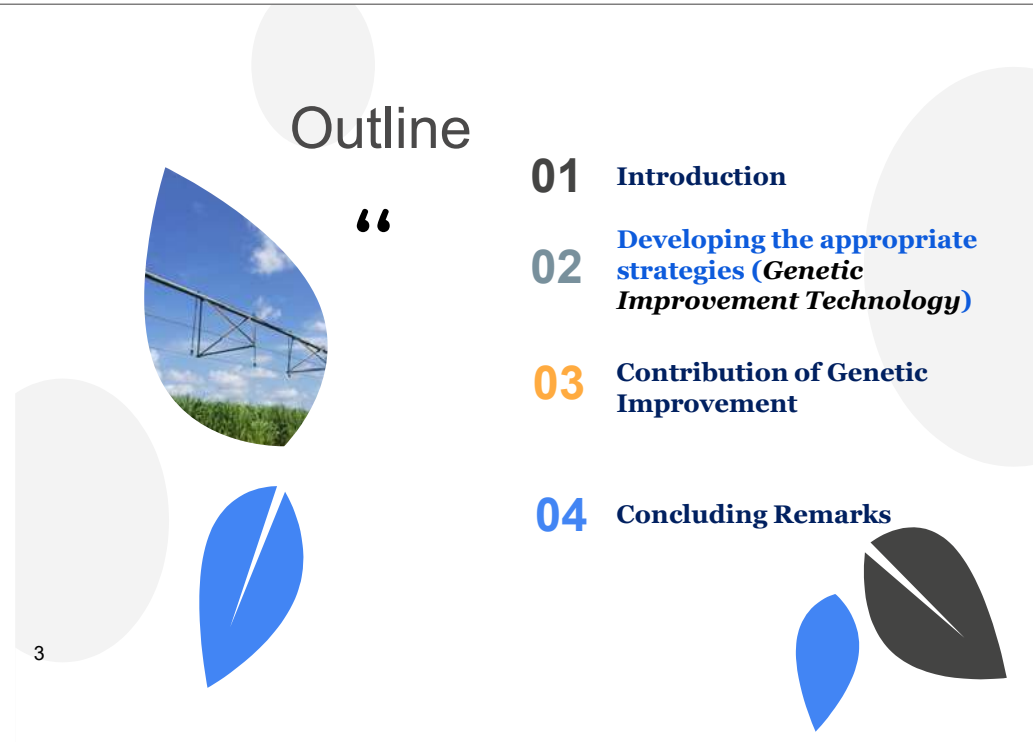


Outline

“


- 01 Introduction
- 02 Developing the appropriate strategies (*Genetic Improvement Technology*)
- 03 Contribution of Genetic Improvement
- 04 Concluding Remarks





3




Introduction

Farmers and Commodities (Plant Genera)

 90-95% of farmer population (Small-scale)

 Cereals Maize, Rice, Sorghum, Millet	 Legumes Soybean, Groundnut, Cowpea, Common Bean, Bambara nut, etc.	 Vegetables Tomato, Pepper, carrot, Okra, leafy vegetables, etc.	 Roots & Tubers Cassava, Sweetpotato, Yam, Cocoyam, Taro, Frafra Potato
---	---	--	---

4

 **MINISTRY OF FOOD AND AGRICULTURE**

WIPO FOR OFFICIAL USE ONLY

Introduction Con't

A typical crop cycle in Ghana

MAIZE CROP CYCLE

Annual Crop
Harvested 4 months after planting

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN
Guinea Savanna Zone				PP Apr	PLANTING May - Jun		M Jul	HARVESTING Aug - Sep					
Transitional, Rainforest and Coastal Savanna Zones				PP Mar	PLANTING Apr - May	M Jun	HARVESTING Jul - Aug						
								PP Jul	P Aug	MAINTENANCE Sep - Oct	H Dec		

ACTIVITIES

PP - Pre-planting: Land preparation
P - Planting
M - Maintenance: Weed control, Pest & disease control, Fertilizer application
H - Harvesting

NOTES



MINISTRY
OF
FOOD AND AGRICULTURE

WIPO FOR OFFICIAL USE ONLY

Developing the appropriate strategies 1

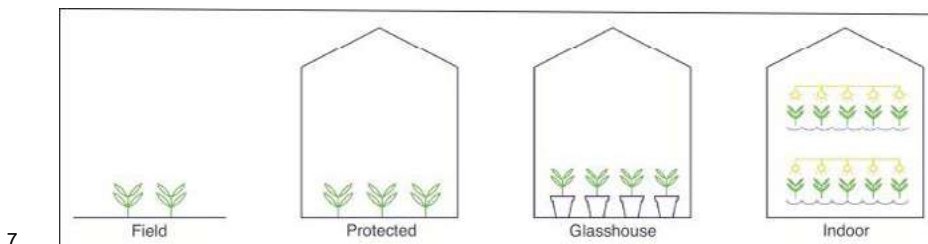
The adaptation of agriculture or making agriculture resilient to climate change requires the implementation of a myriad of complementary strategies:

- ❑ moving agriculture to new locations to follow environmental change
- ❑ adopting protected agriculture by partially or completely controlling the environment.
- ❑ Utilizing environments hitherto classified as not useful for agriculture to mitigate climate change effects
- 6 ❑ Developing new agronomic packages for crops to mitigate climate change effects

Developing the appropriate strategies 2



Manipulating production/agronomic systems



Source: Current Opinion in Plant Biology, 2020

Developing the appropriate strategies 3

- Utilization of underutilized crop species to be able to contribute to climate adaptation and mitigation
- Domestication of new species and the improvement of existing ones to adapt to climate change effects
- Extensive use of wild relatives of crops capturing much more of the available climate smart plant biodiversity into elite genotypes.
- Strengthening gene banks to preserve important genotypes for future utilization
- Accessing UPOV PLUTO database to support breeding



MINISTRY
OF
FOOD AND AGRICULTURE

Using the appropriate Genetic Tools to mitigate climate Change

Genetic improvement of crops as a key strategy to adapt to mitigate climate change effects:

- *Genomic tools for plant **genome analysis** have continued to improve rapidly.*
- *Crop improvement needs to use genomic tools to **design and then deliver the required genotypes** to fit changing and hitherto difficult environments.*
- *Genomic tools can be used to **incorporate new traits** from wild relatives to elite genotypes*
- *Genomic tools such as TALEN, CRISPR/Cas-technique or base editing can be used to **improve wild relatives of crop species** to make them usable*



MINISTRY
OF
FOOD AND AGRICULTURE

WIPO FOR OFFICIAL USE ONLY

Genetic improvement technology



Traditional Crop Modification

selective breeding and hybridization



Genetic Engineering

High yielding, pests and diseases control, manipulation of genome for improved varieties, including farmer preferred traits (PVS, PVB)



Genome Editing

Removal of genes responsible for deleterious traits affecting storage Nutrient uptake



MINISTRY
OF
FOOD AND AGRICULTURE

WIPO FOR OFFICIAL USE ONLY

Genetic technologies that have been applied in plant improvement in Ghana and elsewhere

Technology	Contribution to crop improvement
Phenotypic selection	Eco-geographical adaptation
Cross breeding/hybridization	High yield increases, agronomic improvement and adaptation to climatic fluctuations and mitigation
Genetic manipulation	Reduction of dependency on agrochemicals (e.g. Bt Cowpea, Bt cotton, etc.)
Molecular markers	Resistance breeding (e.g. fall armyworm, drought, salt tolerance, aflatoxin accumulation resistance, etc.)
Genomic Selection	Increased rate of genetic gain (e.g. Food crop , forest trees and animal breeding)
Gene editing	Novel products (e.g. Golden rice, Tomato, Maize, Wheat, etc.)



MINISTRY OF FOOD AND AGRICULTURE

WIPO FOR OFFICIAL USE ONLY

Conclusions

- Future food production will rely on the continued development of new crop varieties
- Underutilized crop species will need research attention to be able to contribute to climate adaptation and mitigation
- Domestication of new species and the improvement of existing ones to adapt to climate change effects
- Extensive use of wild relatives of crops capturing much more of the available climate smart plant biodiversity.
- Strengthening gene banks/treaty on Convention on Biological Diversity (CBD)
- Accessing UPOV database to support breeding



MINISTRY OF FOOD AND AGRICULTURE

WIPO FOR OFFICIAL USE ONLY



13



MINISTRY
OF
FOOD AND AGRICULTURE

WIPO FOR OFFICIAL USE ONLY

QUESTIONS

CUI Yehan (M.), vice-président du Conseil, UPOV (modérateur)

Si quelqu'un a des questions pour les cinq premiers orateurs, veuillez lever la main et poser votre question dès maintenant..

HUERTA Yolanda (Mme), conseillère juridique et directrice chargée de la formation et de l'assistance, UPOV

Professeur Cui, il y a une question de l'Argentine de la part de Mme Laura Villamayor.

VILLAMAYOR María Laura (Mme), coordinatrice des relations institutionnelles et interjuridictionnelles, Institut national des semences (INASE), Secrétariat de l'agriculture, de l'élevage, de la pêche et de l'alimentation, Buenos Aires (Argentine)

Je vous remercie. Bonjour pour moi, bon après-midi à tous, bonsoir. Tout d'abord, merci pour les présentations, des présentations intéressantes. J'aimerais poser une question sur la présentation de la Société brésilienne de recherche agricole (EMBRAPA) et sur la tolérance à la sécheresse dont vous parliez, M. Alexandre de l'EMBRAPA. Nous avons une sorte de réglementation entre l'Argentine et le Brésil concernant ces organismes transgéniques, et je veux savoir comment vous avez géré ce problème que les critiques ont parfois contre les organismes transgéniques tolérants à la sécheresse? Je veux savoir comment vous traitez ce genre de commentaires contre les organismes transgéniques. Et la deuxième question est : avez-vous des réglementations spéciales pour l'édition du génome, ou les traitez-vous comme si elles étaient transgéniques ou comme des variétés normales? Donc, ce sont les deux questions que j'ai pour Alexandre. Je vous remercie de votre attention.

VALSTAR Marien (M.), président du Conseil, UPOV (modérateur)

Merci, Laura. Qui aimerait répondre à la question?

LIMA NEPOMUCENO Alexandre (M.), chercheur, Société brésilienne de recherche agricole (EMBRAPA), Brésil (orateur)

Merci beaucoup pour toutes les questions. Premièrement, la recherche transgénique est une technologie très, très importante et intéressante. Le Brésil a aujourd'hui 70% de sa superficie non labourée à cause des plantes génétiquement modifiées résistantes aux herbicides, malheureusement à cause de toutes ces polémiques sur l'utilisation des organismes transgéniques en agriculture. Parce que, avant le soja Roundup Ready, nous avons des organismes transgéniques dans l'industrie médicale. Personne n'en a parlé. Mais ce n'est pas le sujet ici. Nous avons obtenu des résultats très intéressants avec des plantes transgéniques, comme je l'ai montré. Nous avons introduit certains de ces gènes de surexpression à partir d'épidotes dans des plants de soja. Comme je l'ai dit, c'est dans nos meilleurs matériaux, mais c'est tellement cher, et nous ne pouvons pas -- nous ne pouvons pas faire de reclassement par nous-mêmes. Vous essayez d'obtenir ce partenariat avec une entreprise privée, et nous espérons que nous pourrions aller de l'avant, puis ils nous aideront à déréglementer au Brésil, en Argentine et dans d'autres pays.

Mais comme je l'ai dit, l'édition du génome est arrivée, et il existe cette harmonisation en matière de législation parmi de nombreux pays lorsque vous avez des éditions qui simulent des mutations se produisant déjà dans la nature ou qui pourraient être introduites par l'obtention classique. Pourquoi devriez-vous envisager un organisme transgénique et avoir tous ces frais? Tout d'abord, la biosécurité est préservée. Au sein de la Commission nationale de biotechnologie agricole (CONABIA) en Argentine, au Brésil, c'est passé par la Commission de Sécurité. Le Paraguay, la Colombie, le Chili, les États-Unis d'Amérique, le Canada ont aussi leurs agences, cela va dans le même sens. On sait que le Japon, l'Australie, la Chine semblent aller dans le même sens. Reste à voir ce qui va se passer avec l'Europe. Mais cette édition du génome est un outil très intéressant. La transgénèse va toujours être très importante, car il y a certaines choses que nous ne pouvons toujours pas faire en utilisant l'édition du génome. Mais à cause de ces polémiques, seules quatre ou cinq entreprises peuvent réellement mettre des solutions sur le marché.

Un autre problème est que seules les principales matières premières, à cause du coût, sont des cultures commerciales, elles utilisent cette technologie. Mais l'édition du génome, cette législation plus affirmée, je crois, est en train de changer cela. Le Brésil et l'Argentine négocient en ce moment pour avoir une sorte de déréglementation simultanée des OGM et également des plantes génétiquement modifiées. C'est en discussion en ce moment. Et je crois que cela pourrait aussi être un modèle pour l'Amérique, peut-être pour les Amériques en matière de reconnaissance de l'analyse des agences de chaque pays afin d'avoir une utilisation plus rapide et plus affirmée de ces technologies dans l'agriculture.

Je ne sais pas si j'ai répondu à votre question. Mais au Brésil, le transgénique prend sept ans, pendant sept ans, en raison de la polémique, il était interdit, jusqu'à l'arrivée de la nouvelle loi brésilienne sur la biosécurité. Mais pendant sept ans, nous ne pouvions pas utiliser cette technologie très importante dans notre agriculture. Et nous voyons que maintenant les législations sur l'édition génomique sont partout dans le monde, cela change, et j'espère que cela a changé.

CUI Yehan (M.), vice-président du Conseil, UPOV (modérateur)

Merci, la réponse de M. Alexandre. Y a-t-il d'autres questions de la part des participants?

HUERTA Yolanda (Mme), conseillère juridique et directrice chargée de la formation et de l'assistance, UPOV

Professeur Cui, il y a un commentaire de M. Ranner.

RANNER Herwig (M.), chef d'équipe – Changement climatique et agriculture, Unité de l'agriculture durable, Direction générale de l'agriculture et du développement rural (DG AGRI), Commission européenne

Oui. Merci. C'est simplement parce que la question a été soulevée par mon collègue du Brésil, mais il ne sait pas comment les choses fonctionnent en Europe. Comme je l'ai dit, je ne peux pas parler au nom de toute l'Europe. Il n'y a pas que l'Union européenne.

Dans l'Union européenne, nous avons des règles assez strictes concernant les organismes génétiquement modifiés. Je pense qu'il y a aussi un de mes collègues de la DG SANTÉ dans le domaine s'il y a des questions spécifiques à ce sujet. Mais, en général, on essaie plutôt d'éviter d'utiliser des organismes génétiquement modifiés. Et il y a, comme je l'ai dit, des règles strictes et des procédures très strictes en place si vous travaillez avec de telles plantes. Mais il existe également d'autres moyens d'utiliser de nouvelles variétés de plantes si elles ne le sont pas -- parce que nous avons des cas de plantes envahissantes que nous essayons également d'éviter tout en essayant de conserver notre biodiversité. Mais je pense qu'à cet égard, nous avons les mêmes problèmes qu'au Brésil ou en Argentine ou dans d'autres pays. Merci.

HUERTA Yolanda (Mme), conseillère juridique et directrice chargée de la formation et de l'assistance, UPOV

Professeur Cui, il y a aussi une demande de prise de parole de la part de la Commission européenne, Mlle Päivi Mannerkorpi.

MANNERKORPI Päivi (Mme), chef d'équipe – Matériel de reproduction des plantes, Unité G1 Santé végétale, Direction générale de la santé et de la sécurité alimentaire (DG SANTÉ), Commission européenne, Bruxelles (Belgique)

Merci. L'Union européenne a été interpellée par rapport aux nouvelles techniques génomiques, et je voudrais vous informer que nous travaillons actuellement, à la demande des États membres il y a quelques années, sur une éventuelle nouvelle législation sur les nouvelles techniques génomiques qui serait différente de la législation actuelle sur les OGM à laquelle mon collègue, M. Ranner, faisait référence. Donc, c'est un processus en cours, et nous espérons voir une proposition – une proposition législative l'année prochaine, et cela sera ensuite discuté avec les États membres. Donc, juste pour vous faire savoir que c'est un processus en cours dans l'Union européenne. Merci.

CUI Yehan (M.), vice-président du Conseil, UPOV (modérateur)

Merci, Päivi, de l'Union européenne. Je vois que M. Alexandre du Brésil aimerait répondre. La parole est à vous, Alexandre.

LIMA NEPOMUCENO Alexandre (M.), chercheur, Société brésilienne de recherche agricole (EMBRAPA) (Brésil) (orateur)

Juste pour compléter. Je ne sais pas où en sont les discussions au sein de l'Union européenne. J'ai y participé. Le Brésil y a participé, invité par les réunions de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), et il est vraiment clair que la communauté scientifique en Europe connaît l'importance de ces nouvelles technologies brillantes, principalement l'édition du génome. Et comme la personne qui a parlé avant moi, oui, il y a eu une discussion en Europe, comme je le sais, et probablement il y a -- il y aura une nouvelle législation. Et nous espérons que cela va aller dans la même direction que ces pays en jaune et en bleu que je montre dans ma présentation. Merci.

SESSION THÉMATIQUE N° 3 :

Sélection végétale en vue de l'adaptation au changement climatique et de l'atténuation de ses effets dans l'agriculture : perspectives en matière de culture

Animateur : M. Patrick Ngwediagi, président du Comité administratif et juridique, UPOV

Objectifs de sélection pour améliorer les rendements de blé dans les climats secs: adapter les systèmes de culture de blé aux changements climatiques actuel et futur

M. Greg Rebetzke, chercheur généticien, Canberra, Australie

Système de protection des obtentions végétales et culture de riz économe en eau et résistant à la sécheresse

M. Yu Zhang, chercheur associé, Académie d'agronomie de Shanghai, Chine

Utilisation de la dynamique du génome des plantes pour l'adaptation au stress

M. Etienne Bucher, responsable du groupe de recherche "Dynamique du génome des plantes", Agroscope, Suisse

SmartRice : un riz cultivé à l'aide de méthodes plus durables pour réduire l'utilisation des ressources agricoles et produire davantage de riz pour répondre à un appétit mondial croissant

M. Jose Re, vice-président, développement de nouveaux produits mondiaux, Rice Tech USA, États-Unis d'Amérique

Questions

Caractérisation de la phénologie de floraison des variétés de la collection mondiale de l'olivier au Maroc pour la sélection de génotypes adaptés au changement climatique

Mme Hayat Zaher, chercheuse au Centre Régional de la Recherche Agronomique (CRRA) de Marrakech, Institut national de la recherche agronomique (INRA), Maroc

Changement climatique dans le secteur ornemental : point de vue d'un obtenteur

M. Robert Boehm, chef de biotechnologie, Selecta One, Allemagne

Adaptation des variétés de céréales au changement climatique dans les pays nordiques : sur quelles caractéristiques la sélection végétale peut-elle intervenir et sur lesquelles est-ce plus difficile?

Mme Tina Henriksson, responsable du groupe sélection, céréales et légumineuses et obtentriche principale de blé d'hiver, entreprise suédoise Lantmännen, Suède

Programme Hot Climate : un programme de sélection de pommes adaptées aux climats chauds

Mme Lidia Lozano, Institut de recherche et de technologie agroalimentaire (IRTA), Espagne

Sélection locale de futures cultures mieux adaptées au changement climatique : enseignements tirés de l'expérience du Népal

M. Pitambar Shrestha, conseiller de programme, Initiatives locales pour la biodiversité, la recherche et le développement (LI-BIRD), Népal

Stratégies des sociétés commercialisant des semences potagères pour produire davantage de nourriture dans des conditions toujours plus difficiles et aide que le système des droits d'obteneurs peut apporter aux obteneurs pour faire face à ces défis

Mme Astrid Schenkeveld, spécialiste des droits d'obteneur et de l'enregistrement des variétés végétales, Rijk Zwaan, Pays-Bas

Questions

OBJECTIFS DE SÉLECTION POUR AMÉLIORER LES RENDEMENTS DE BLÉ DANS LES CLIMATS SECS : ADAPTER LES SYSTÈMES DE CULTURE DE BLÉ AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ACTUEL ET FUTUR

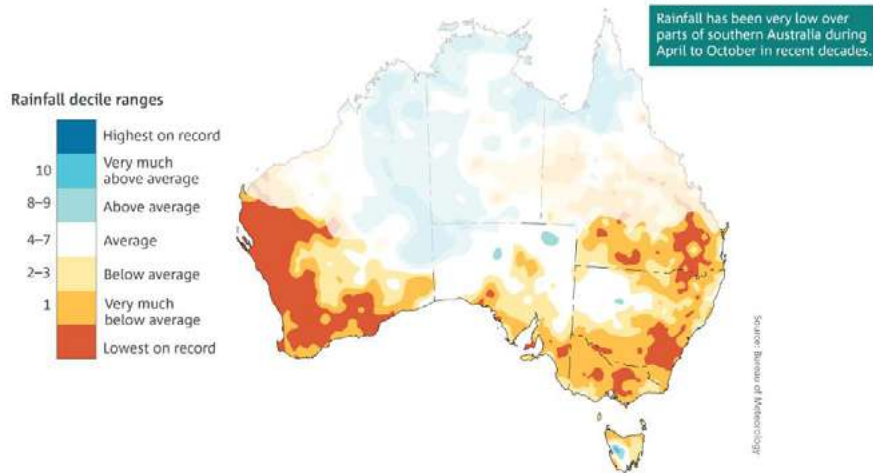
M. Greg Rebetzke

Chercheur généticien, Canberra, Australie

Présentation faite au séminaire



Changes in April-October rainfall

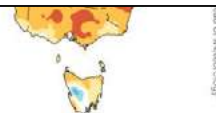


Above average, average or below average winter cropping rainfall for the period 1998 to 2018, in comparison with the entire rainfall record from 1900.

.....and the future

"There is a high degree of confidence that southern Australia will spend more time in drought in future years, consistent with projected declines in rainfall"

(Source: BOM, 2020)



April to October rainfall deciles for the last 20 years (1999–2018). A decile map shows where rainfall is above average, average or below average for the recent period, in comparison with the entire rainfall record from 1900. Areas across northern and central Australia that receive less than 40 per cent of their annual rainfall during April to October have been faded.

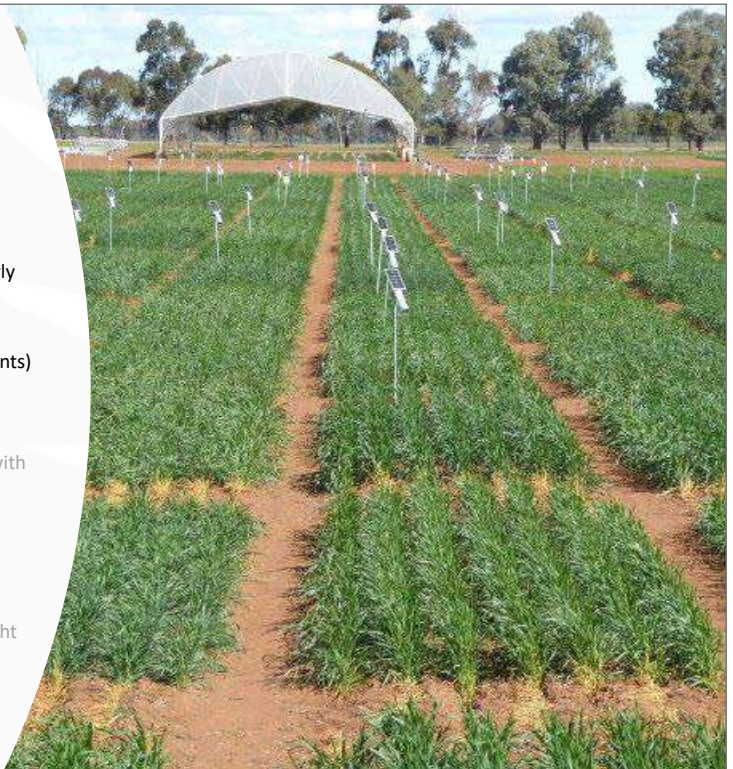
Current focus on breeding 'resistance' to climate change

In Australia, future climates are predicted to be characterized by:

- greater atmospheric concentrations of CO₂
- warmer air and soil temperatures (throughout growth and particularly at sowing and through grain-filling)
- earlier and more intense frost events
- prolonged drought (reflecting more frequent but smaller rainfall events)

Solutions to breeding for climate change in the literature include:

- Small breeding cycles to rapidly select adaptation genes in keeping with climate changes (Atlin et al. 2017)
- Evolutionary breeding using on-farm participatory engagement (Ceccarelli et al. 2010)
- Target 'stress alleles' from wild relatives to meet challenging environmental changes (Dempewolf et al. 2014)
- Trait-based focus to improve tolerance/resistance to heat and drought (Hunt et al. 2018)



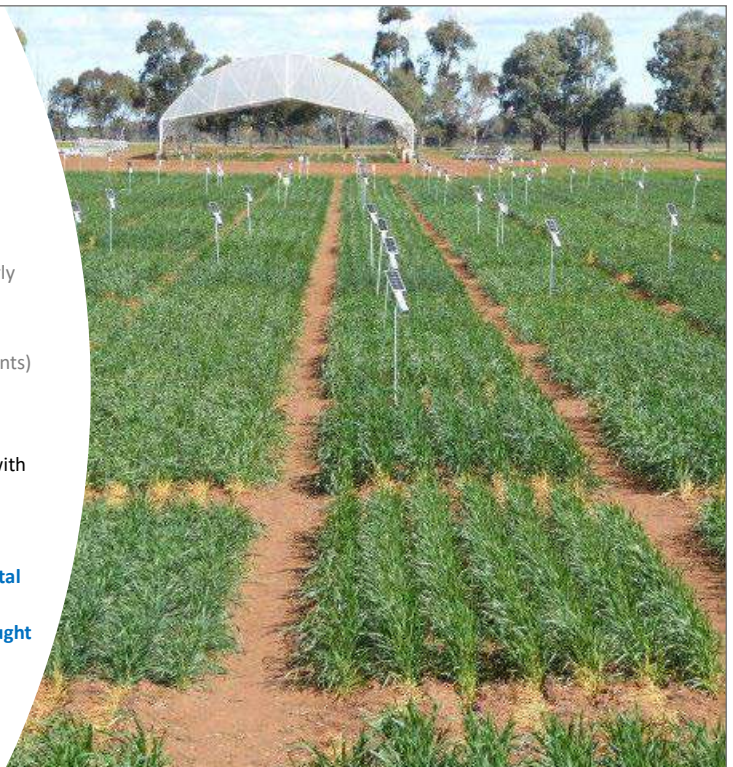
Current focus on breeding 'resistance' to climate change

In Australia, future climates are predicted to be characterized by:

- greater atmospheric concentrations of CO₂
- warmer air and soil temperatures (throughout growth and particularly at sowing and through grain-filling)
- earlier and more intense frost events
- prolonged drought (reflecting more frequent but smaller rainfall events)

Solutions to breeding for climate change in the literature include:

- Small breeding cycles to rapidly select adaptation genes in keeping with climate changes (Atlin et al. 2017)
- Evolutionary breeding using on-farm participatory engagement (Ceccarelli et al. 2010)
- **'Stress alleles' from wild relatives to meet challenging environmental changes (Dempewolf et al. 2014)**
- **Trait-based focus to improve tolerance/resistance to heat and drought (Hunt et al. 2018)**



Climate change and the challenge with 'resistance-based', trait-breeding

Climate constraint	Trait(s)	Value proposition?	Genetic control?	Genetic variability available?	Ease of selection
Frost/heat	Grain number (fertility), grain size	Unknown – High?	Complex	No	Difficult
Heat	Leaf architecture/orientation	Unknown – Small?	Largely simple	Yes	Largely simple
Heat	Photosynthesis	Unknown – High?	Complex	Some	Difficult
Heat	Respiration	Unknown – Small?	Complex	No	Difficult
Heat	Development	Unknown – High?	Simple	Yes	Simple
Heat	Tillering/biomass	Unknown – High?	Complex	Some	Difficult
Drought	Many (e.g. WUE, WSC, VPD-responsiveness)	Unknown – High?	Complex	Yes	Difficult
CO ₂	Grain yield/protein	Unknown – High?	Complex	Some	Difficult

+ potential for high temperatures to challenge existing disease-breeding targets and duration/effectiveness

A need to focus on breeding now for adaptation to future changing climates

Future climate impacts on crop growth appear complex (interactions in temperature extent and duration, VPD, rainfall, and CO₂)(Mark Howden pers. comm.)

A need to focus on breeding now for adaptation to future changing climates

Future climate impacts on crop growth appear complex (interactions in temperature extent and duration, VPD, rainfall, and CO₂) (Mark Howden pers. comm.)

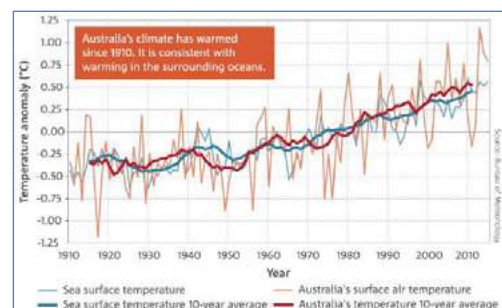
Trait-based breeding only works when there is a long-term, reliable signal for selection (genetic correlation for selection environment with TPE is high) (Rosielle and Hamblin 1980; Atlin and Frey 1989)

A need to focus on breeding now for adaptation to future changing climates

Future climate impacts on crop growth appear complex (interactions in temperature extent and duration, VPD, rainfall, and CO₂) (Mark Howden pers. comm.)

Trait-based breeding only works when there is a long-term, reliable signal for selection (genetic correlation for selection environment with TPE is high) (Rosielle and Hamblin 1980; Atlin and Frey 1989)

Future climate = 'reliably predictable' + significant climate variability



(source: www.climatechangeinaustralia.gov.au)

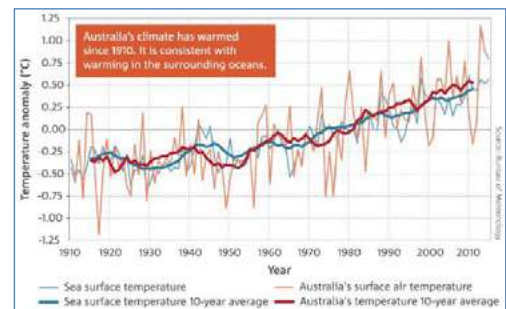
A need to focus on breeding now for adaptation to future changing climates

Future climate impacts on crop growth appear complex (interactions in temperature extent and duration, VPD, rainfall, and CO₂) (Mark Howden pers. comm.)

Trait-based breeding only works when there is a long-term, reliable signal for selection (genetic correlation for selection environment with TPE is high) (Rosielle and Hamblin 1980; Atlin and Frey 1989)

Future climate = 'reliably predictable' + significant climate variability

So, the question in breeding remains 'how much of this forecast change is predictable across long breeding cycle timespans?' Can we be confident that genes under selection with breeding now will be retained when needed in future climates?



(source: www.climatechangeinaustralia.gov.au)

A need to focus on breeding now for adaptation to future changing climates

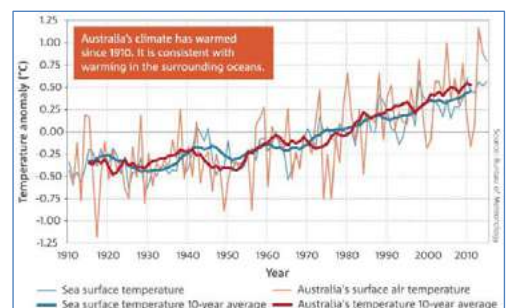
Future climate impacts on crop growth appear complex (interactions in temperature extent and duration, VPD, rainfall, and CO₂) (Mark Howden pers. comm.)

Trait-based breeding only works when there is a long-term, reliable signal for selection (genetic correlation for selection environment with TPE is high) (Rosielle and Hamblin 1980; Atlin and Frey 1989)

Future climate = 'reliably predictable' + significant climate variability

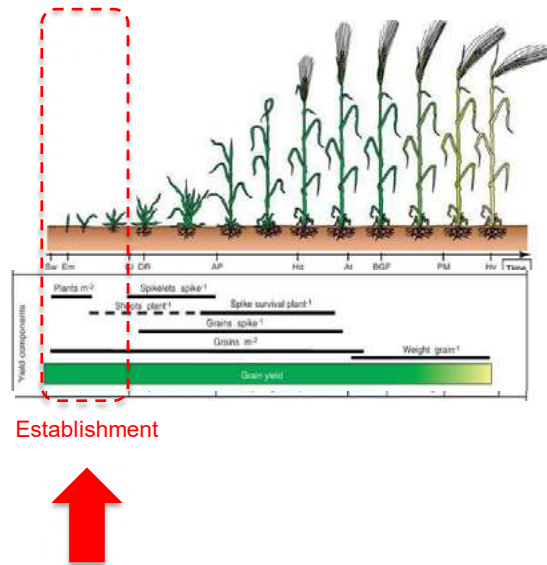
So, the question in breeding remains 'how much of this forecast change is predictable across long breeding cycle timespans?'

Do we need to change our thinking away from 100+ years of farming in reliable albeit rainfed systems? Is there need and is there opportunity to breed and develop cropping systems containing crop varieties that are more *opportunistic* than *resist* against climate change?

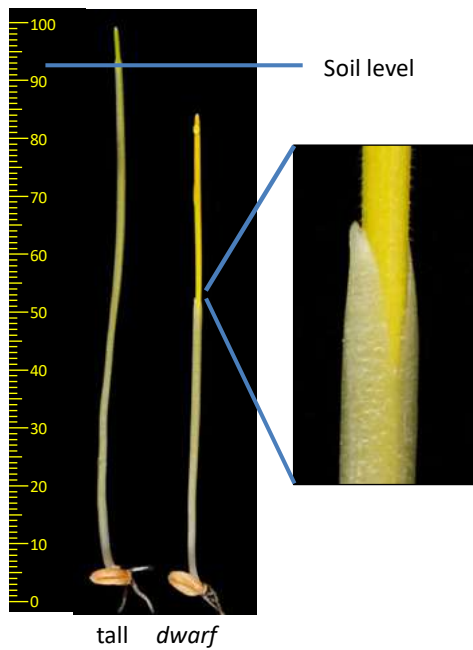


(source: www.climatechangeinaustralia.gov.au)

Opportunity breeding - Optimising crop establishment



The coleoptile: genetics to better link seed to soil surface



Coleoptile length determines how deep seed can be sown



Challenges in successful wheat establishment with changing climates

Declining autumn rainfall (April-May)

- later germination and risks with dry sowing
- greater reliance on stored moisture (deep sowing)

Early sowing of longer season varieties

- soil temperature can increase by 10-15°C
- high soil temperatures reduce coleoptile length

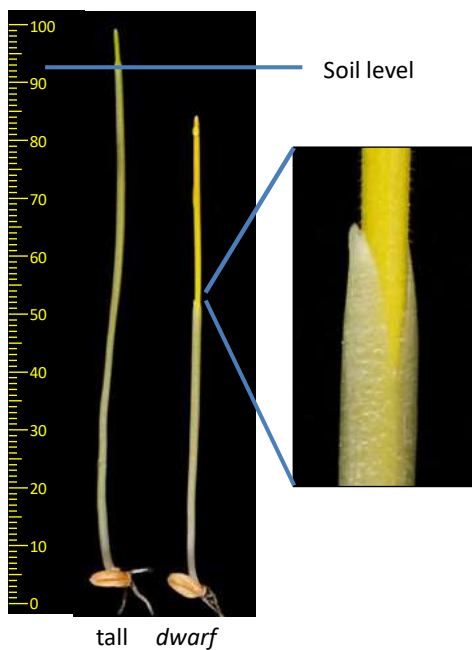
Soil factors

- furrow in-fill with wind and rain

Key trait: long coleoptiles that ensure timely emergence and assured crop establishment



The coleoptile: genetics to better link seed to soil surface



Coleoptile length determines how deep seed can be sown

Dwarfing 'height' genes affect coleoptile length:

Since the early 1960s, coleoptile length was known to be shortened and establishment reduced with Green Revolution dwarfing genes and particularly in warmer soils (Allan et al. 1962)

Replacing green Revolution with new dwarfing genes to increase coleoptile length – here sowing at 12cm depth

Green revolution *Rht2* dwarf



New *Rht18* dwarf

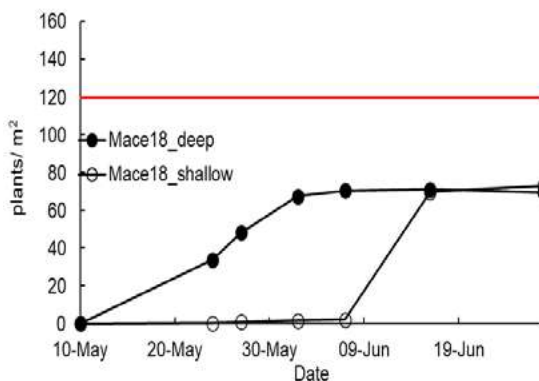


Mike Lamond (SLR)

Assessing subsoil moisture for early germination and growth

Sowing Date: 10 May (seasonal break 31 May)

Summer fallow rainfall (Nov-Mar): 77 mm



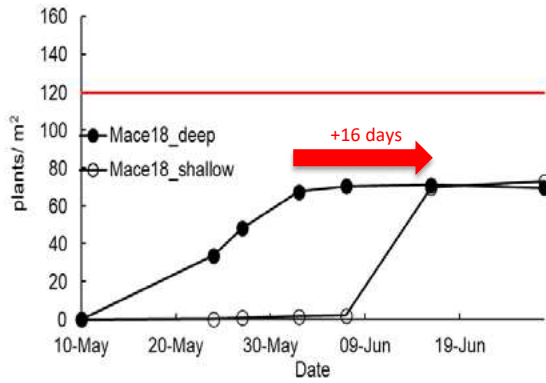
Source: Dr Bonnie Flohr, CSIRO

Earlier shoot and root growth with sowing into deep moisture (note increased weed numbers with late emergence of shallow depth)

Assessing subsoil moisture for early germination and growth

Sowing Date: 10 May (seasonal break 31 May)

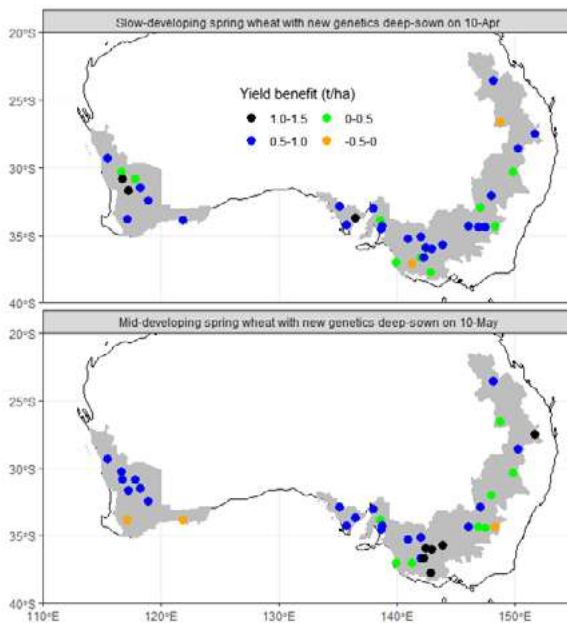
Summer fallow rainfall (Nov-Mar): 77 mm



Earlier shoot and root growth with sowing into deep moisture (note increased weed numbers with late emergence of shallow depth)

Source: Dr Bonnie Flohr, CSIRO

Modelled Yield Benefit of Long Coleoptiles Across Australia for Future Climates

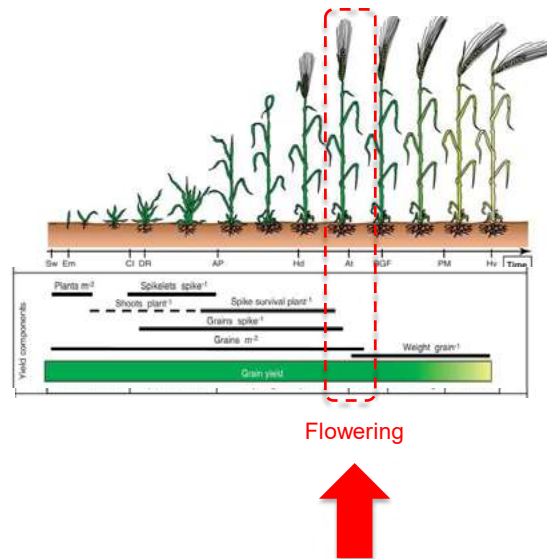


18-20% mean annual yield benefit (1901-2020) of wheat with new genetics (long coleoptiles and greater early vigour) sown at 120mm depth compared to baseline wheat sown at 45mm depth at 37 sites



(Zhao et al. 2022; Nature Climate Change)

Opportunity breeding - Awnless wheats for changing climates



Removing awns for frost-, heat- and drought-prone wheat regions

Awns damage animals mouths to reduce the value of frost-, heat- and drought-affected crops for animal feed

Grower returns can be high for awnless, high soluble-sugar hay



Frost-damaged wheat crop



Wheat bailed as hay for feed

Reducing financial risk – delivery of new CSIRO-bred, awnless wheat varieties ‘LRPB Bale’ and ‘LRPB Dual’ for grain or hay/grazing



Key messages

Breeding for climate change (**and changing climates**) must be in train now but will be challenging:

- Target environments will be climatically complex
- With adequate genetic variation, breeding cycles still take time
- Selection relies on an established environment types ('TPE') - progress will be slower in breeding for variable climates than where change is unpredictable and less directed
- Risk potential loss in key climate adaptation alleles in absence of a reliable stress (and particularly if there is a performance cost in its absence!)

Clear evidence of climate change (and variability) now:

- Genetic variation exists that provides and prepares for climate adaptation now and into the future (e.g. long coleoptiles for deep sowing, development genes for targeted sowing dates, greater early vigour for late sowing opportunities, awnless wheats for grazing/hay etc.)
- Provide farmers with genetic options that best fits their farming system and allows them to 'play the season' while reducing financial and environmental risk

Acknowledgements



- SLR Agriculture (WA): *Michael Lamond and team*
- CSIRO: *Therese McBeath, Belinda Stummer, Andrew Fletcher, Bonnie Flohr, Sarah Rich, John Kirkegaard, Zhigan Zhao, Enli Wang, and team*
- EPAG Research (SA): *Andrew Ware, Rhaquelle Meiklejohn, and team*
- AgGrow Agronomy and Research (NSW): *Barry Haskins, Rachael Whitworth, and team*
- Dept Agric. and Fisheries (QLD): *Darren Aisthorpe and team*
- DPIRD (WA): *Steven Davies and team*
- LongReach Plant Breeders: *Colin Edmondson and Bertus Jacobs*
- GRDC projects SLR2103-001RTX, DAQ2104-005RTX, UCS2105-002RSX, CSP00183; CSIRO Drought Resilience Mission; DAWE



CHANGEMENT CLIMATIQUE : UNE OPPORTUNITÉ D'INNOVATION EN AGRICULTURE

M. Yu Zhang

Institut des Normes Agroalimentaires et des Technologies d'Essai, Académie d'Agronomie de Shanghai, Shanghai, Chine

Le riz est une plante cultivée importante, représentant environ un tiers des cultures céréalières. Avec le développement de l'urbanisation, la surface d'utilisation des terres agricoles se réduit progressivement et le mode de gestion extensive a réduit le rendement du riz. De plus, ces dernières années, des climats extrêmes tels que la sécheresse et des températures élevées se sont fréquemment produits, entraînant de graves difficultés pour le rendement du riz.

De plus, nous devons reconnaître que le réchauffement climatique augmente les émissions de gaz à effet de serre des rizières, tandis que les émissions de gaz à effet de serre favorisent le réchauffement climatique, causant finalement des pertes de rendement du riz et menaçant grandement la sécurité alimentaire mondiale. Par conséquent, les émissions de gaz à effet de serre des rizières sont une préoccupation majeure sans précédent dans le contexte de la sécurité alimentaire, qui attire l'attention mondiale. Un défi majeur dans le développement du riz durable est de savoir comment briser le cercle vicieux des émissions de gaz à effet de serre et du réchauffement climatique dans la production de riz. En Chine, l'objectif de neutralité carbone dans la production de riz, ce qui signifie zéro émission nette de CO₂ dans les rizières, a été proposé. Par conséquent, il est urgent de cultiver des variétés de riz artificielles économes en eau, résistantes à la sécheresse, respectueuses de l'environnement.

Le professeur Lijun Luo a classé la résistance complexe héréditaire à la sécheresse en trois types :

- L'évitement de la déshydratation fait référence à la capacité de la plante à maintenir un statut hydrique élevé par l'absorption d'eau ou une réduction de la perte d'eau dans des conditions sèches.
- La tolérance à la déshydratation est définie comme la capacité relative des plantes à maintenir leur fonction dans des conditions de faible teneur en eau des feuilles. La mesure de cette capacité comprend plusieurs traits physiologiques tels que l'ajustement osmotique, la teneur en acide abscissique (ABA), la teneur en proline, la teneur en sucre soluble, l'antioxydase, etc.
- La récupération après sécheresse fait référence à la capacité de récupération de la plante après une période de sécheresse sévère qui provoque l'arrêt complet de la croissance, une perte complète de la turgescence et la dessiccation des feuilles

Hanyou73 est une variété de riz économe en eau et résistante à la sécheresse (WDR), autorisée en 2016. La culture de croissance de Hanyou73 en culture aérobie a réduit d'environ 97,2% les émissions de CH₄ par rapport aux variétés de riz courantes avec culture inondée. Compte tenu du développement et de la commercialisation rapides du WDR, nous pouvons optimiser une zone de plantation de 670 000 hectares en Chine au cours des cinq prochaines années, ce qui a été projeté dans un programme en cours pour le développement de haute qualité de l'industrie des semences à Shanghai. Cela signifie une réduction annuelle de 156 100 tonnes des émissions de CH₄ des rizières par remplacement au moyen du WDR au total. Une fois que l'équivalent en dioxyde de carbone réduit par la culture WDR peut être échangé sur le marché, il peut fournir un avantage supplémentaire aux agriculteurs chaque année.

Avantages de la sélection de riz économe en eau et résistant à la sécheresse :

- Pour les rizières : changer les méthodes de culture.
- Changer le mode traditionnel de culture du riz, respectueux de l'environnement et réaliser des économies de ressources.
- Pour les terrains secs : ajuster la structure de plantation.

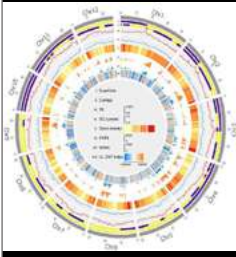
Ajuster la structure de plantation des cultures, en réalisant des terres agricoles à valeur ajoutée pour augmenter les revenus des agriculteurs.

- Pour les nouvelles terres : étendre la zone de production de riz.
- La variété WDR sera utilisée dans les terres agricoles et les pentes abandonnées

Nous pensons que la variété WDR permettra d'économiser de l'eau et de la main-d'œuvre et de réduire les émissions.

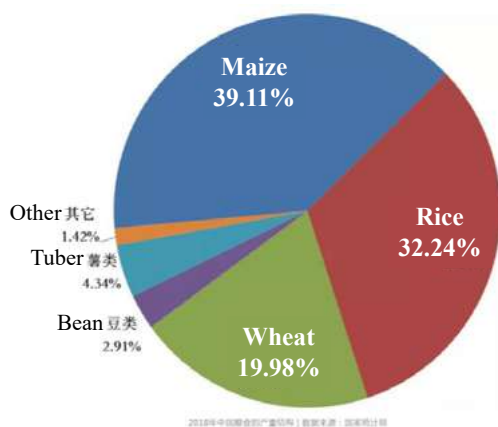
Présentation faite au séminaire

New plant variety protection system and the cultivation of water-saving and drought-resistance rice (WDR)



Dr. Yu Zhang

Shanghai Academy of Agricultural Sciences, China
Shanghai DUS Tests Sub-center of New Varieties of Plants,
Ministry of Agriculture and Rural Affairs, P. R. China



Total grain output: 0.65 billion tons.

Cultivated land and environment bearing forward:

70% of agricultural water consumption.

One third of the world's chemical fertilizer and pesticide use.

The output structure of China in 2019

Rice is the most important food crop.

1. The increase in the national average rice yield is limited



Chen Yuping et al. 2009. Agricultural economy problems. (in Chinese)

2. Rice production rely on much labor force, while the economic benefit is low



lowland rice are poor in drought resistance and not leaving water.
It is not suitable for large scale mechanization because of poorly direct seeding character.
It's getting more expensive to plant.

3. Rice accounts for 50% of the total water consumption

Water resources per capita are declining in a water short country

2002 2200 m³
2030 1800 m³



Irrigation water shortage exceeds 120 billion m³ every year

The high yield of grain depends on groundwater irrigation



4. Traditional rice production caused serious environmental pollution

With the increase of pesticide and fertilizer application, the environmental pollution becomes more and more serious.



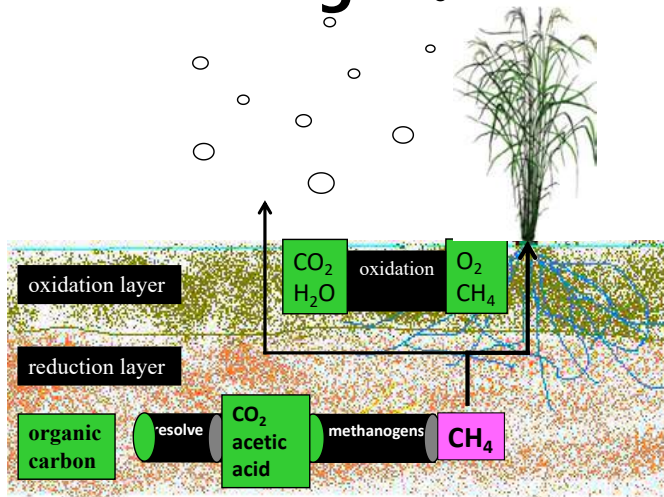
Low fertilizer utilization
Nitrogen fertilizer 35%
Phosphate fertilizer 25%



A lot of pesticides were used, while utilization rate is only 30%



5. Rice production produces a lot of greenhouse gases



Methane emission from paddy fields in China accounted for 19.73%

Slides from Yan X Y(2014)

«Climate Change Assessment report»

Year	Tm increased
2020	1.1 - 2.1 °C
2030	1.5 - 2.8 °C
2050	2.3 - 3.3 °C

ARTICLE
Rice production threatened by coupled stresses of climate and soil arsenic

By 2100, yields were reduced by 39% and arsenic levels in rice tripled

nature COMMUNICATIONS

Article | OPEN | Published: 31 July 2018

North China Plain threatened by deadly
Global temperature to exceed 35 degrees Celsius several times in 2070-2100

- Troubles:**
1. Rice varieties are greatly affected by extreme environment.
 2. Fresh water resources are very limited.
- Solution:** To cultivate **drought-resistance** and **ecologically friendly** rice varieties.

Evolution and differentiation between lowland and upland rice



Oryza rufipogon Grif



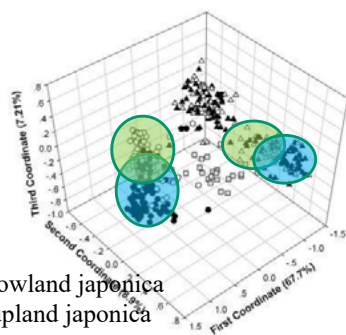
Upland is easy to planting. The environmental pollution was lower compared to traditional rice variety produced.

From dry land to paddy fields



Water demand increased Drought resistance and direct seeding decreased

There was significant genetic differentiation between lowland and upland rice



- lowland japonica
- upland japonica
- △ lowland indica
- ▲ upland indica
- *Oryza rufipogon* Grif

Table 6. Gene symbol, gene ID, and the annotated functions of the decisive selective loci detected in this study.

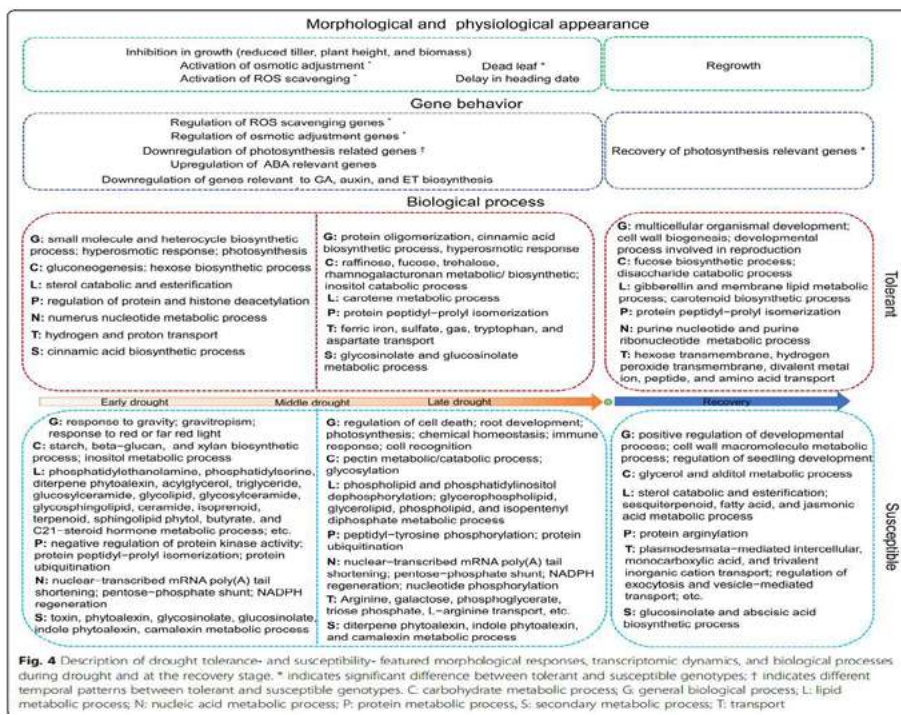
Locus	Gene symbol	Gene ID	Names	Predicted function
E647	Ox01g0607400	4324222	hypothetical protein	Similar to STYLOSA protein
E359	Ox06g0702600	4341978	hypothetical protein	Similar to Auxin response factor 7a
E1899	Ox12j0563600	4352535	hypothetical protein	Protein of unknown function, DUF338 family protein
E3735	Ox07g0260000	4342870	hypothetical protein	Protein prenyltransferase domain containing protein
E1238	Ox10g0554200	4349339	hypothetical protein	TGF-beta receptor, type I/II extracellular region family protein
E1177	Ox06g0633300	4341588	hypothetical protein	Phytosulfokines 1 precursor [Contains: Phyto sulfokine-alpha (PSK_alpha) (Phytosulfokine-α); Phytosulfokine-beta (PSK-beta) (Phytosulfokine-β)]
E4208	Ox07g0546500	4343527	hypothetical protein	Conserved hypothetical protein

doi:10.1371/journal.pone.0106352.t006

Several selective Loci of drought-responding ESTs were identified to associated with the drought resistance of rice

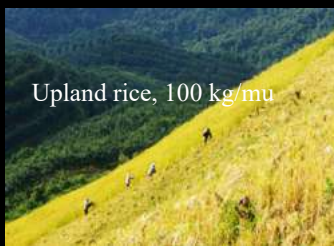
Xia et al. 2014, Plos One

The morphological, physiological responses, gene behaviors and biological mechanisms were different between drought-tolerant and susceptible cultivars in response to drought stress.



Xia et al. 2020 BMC Genomics

What is WDR?



Upland rice, 100 kg/mu

Upland rice variety is easy to planting. The environmental pollution was lower compared to traditional rice variety produced.

From dry land to paddy fields



Traditional rice variety 200 kg/mu

Water-saving and Drought resistance Rice

Water demand increased
Drought resistance decreased and direct seeding decreased



Modern rice > 800 kg/mu

High yield, good quality and disease resistance
Poor water saving and drought resistance, adverse direct seeding

Advantages and disadvantages

The development of WDR variety: from concept to practice and theory



《Journal of Experimental botany》 Published concept and cultivate strategies

- Paddy field direct seeding with drought management, water saving 50%, reduce pesticide fertilizer, stable rice yield
- Dry land direct seeding with drought management, expand rice planting area.
- Save labour and plant easily, and greatly reduce diffuse pollution and greenhouse gas emission.



2013

Second Prize of National Science and Technology Invention



2016

The Ministry of Agriculture promulgates industry standards related WDR



2020

First Prize of National Scientific and technological progress

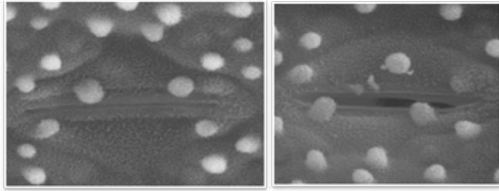
Drought resistance of crops

1. Drought Avoidance, DA
2. Drought Tolerance, DT
3. Drought Recovery, DR



Luo Lijun. 2010 JXB

Drought avoidance

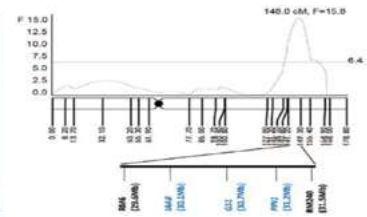


Deep root ratio (RDR) is an important index to measure drought resistance

IRAT 109, a upland rice cultivar from Africa, was found with higher RDR and DA, was widely used in both gene identification and WDR breeding program

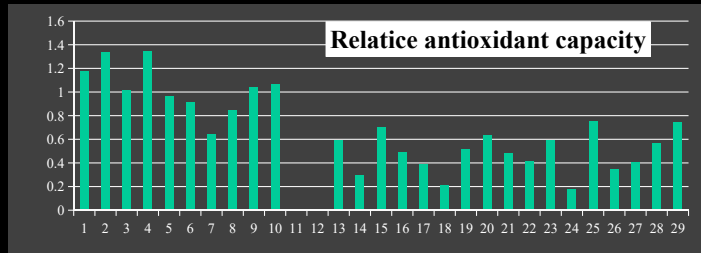
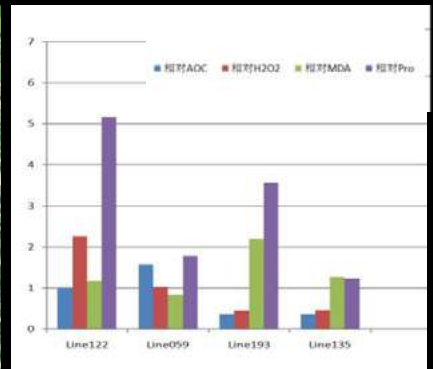


Fig. 1. Root architectures of the parents of the F1s.



Lou et al. 2015 JXB

Drought tolerance



Drought recovery



Stop water for 22 days



Recovery 3 h



Recovery 6.5 h

Achievements

There are 27 certified varieties, including 5 Chinese certified varieties and 22 provincial certified varieties. The research has been published in many journals such as in Cleaner Production, Molecular Plant, Plant Biotechnology Journal, Journal of Environmental Botany, Scientific Report, Frontiers in Plant Science and so on.

HanYou73: Application for plant variety rights

综合查询		植物种类:	水稻
植物种类	水稻 <i>Oryza sativa</i> L.	品种名称:	旱优73号
品种名称	旱优73号	申请号:	20110870.0
申请号	20110870.0	申请日:	2011-11-11
申请日	2011年11月11日	申请人:	上海市农业生物基因中心
申请人	上海市农业生物基因中心	审查状态:	授权
共同申请人	上海天谷生物科技股份有限公司	申请公告日:	2012-03-01
目前状态	授权	授权号:	CNA20110870.0
申请公告日	2012年3月1日	授权日:	2016-03-01
授权日	2016年3月1日	公告号:	CNA007031G
品种权人	上海市农业生物基因中心	品种权人:	上海市农业生物基因中心
共同品种权人	上海天谷生物科技股份有限公司	品种权地址:	上海市北翟路2901号(201106)

HanYou73: was certification in Anhui, Hubei and Guangxi province



High yield and quality
Water-saving drought-resistant
high temperature tolerance
and direct seeding



The character of WDR variety

Easy cultivation

Resistance to direct seeding

Rooting capacity, flooding tolerance, weeds (rice)

Efficient use of fertilizer

Environment friendly.....

Resistance to direct seeding



HanHui3

HanYou73

High efficiency use of phosphate fertilizer

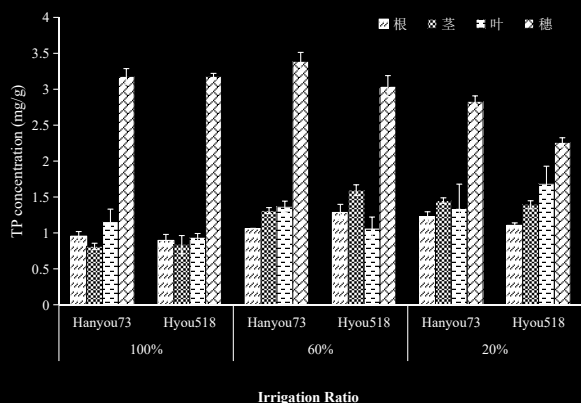


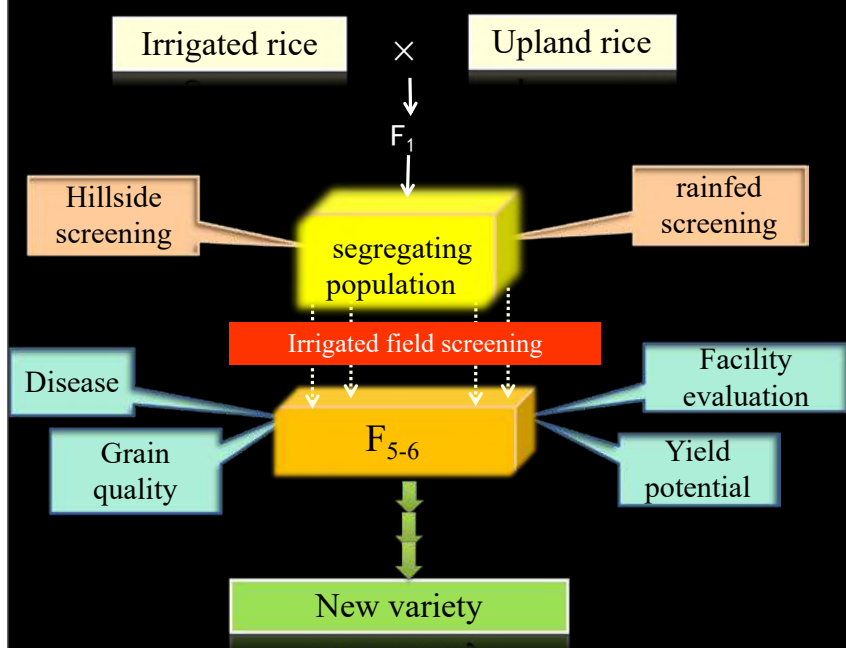
Fig.1 The effect of irrigation quantity on phosphorus (P) accumulation of WDR



Fig. 3 The heat map of organic acids from root of the WDR and lowland rice variety

Bi et al.2021 J. Cleaner Production

How to cultivate WDR variety?



The goal of developing WDR variety

1. For paddy fields: Change cropping methods
2. For dry land: adjust planting structure
3. For new land: expand rice production area

Areas for developing WDR variety

I. Paddy field: water (drought) direct seeding and drought management

Changing the traditional way of growing rice
Realize resource saving and environment friendly!



Areas for developing WDR variety

II. Upland cropping (prone to waterlogging)

Adjust crop planting structure

Realizing value-added farmland to increase farmers' incomes



Target areas for WDR variety

III farmlands abandoned

Basic farmland will go up the mountain



hillslope



The performance of WDR variety Hanyou3 in Guangxi province in 2021



Reduction emission demonstration of WDR variety direct seeding in lowland field

		Huhan61 (WDR)	Xiushui134 (CK)	(%)
Input	Water (m ³ /mu)	210	450	-53.30%
	Urea (kg/mu)	6	25	-76.00%
Output	yield (kg/mu)	717.9	679.1	5.40%
	grain quality	excellent quality	general	
Emission	nitrogen (g/mu)	19.63	68.05	-71.20%
	phosphorus (g/mu)	7.2	11.68	-38.40%
	CH ₄ (mg/mu)	100	500	-80.00%
	2methyl4chlorodicarbonamide (mg/mu)	0	27.24	-100.00%
	orthene (mg/mu)	0	4613.1	-100.00%
	avilamycin (mg/mu)	0	172.9	-100.00%
	indoxacarb (mg/mu)	1.14	9.92	-88.50%
	nitenpyram (mg/mu)	124.82	1004.94	-87.60%
	bentazone (mg/mu)	0	4687.9	-100.00%

Data from Jinshan district of Shanghai in 2018



WDR are going international

中国新闻

新民网 www.xinmin.cn 24小时读者热线: 962555 编辑邮箱: ymywb@xmw.com.cn 读者来信: dshw@xmw.com.cn

新民晚报 | 9

2019年10月16日 / 星期三 本报编印 / 3.5元 视觉设计 / 付建华

节水又抗旱 减排又保土 “沪生”稻南北丰收播撒全球

本报讯 (记者 马廷宇)今天是第39个世界粮食日,金秋送爽,在安徽蚌埠郊区的产粮大县,田野间一片金黄,来自上海的节水抗旱稻正在等待收割。不仅是在这里,这颗改变了水稻传统种植方式的“沪生”新稻种,还推广到江西、湖南、河南等粮食主产区,推广面积累计近600万亩,推广超过上千万个水稻新品种中一颗冉冉升起的绿色明星。

绿色环境是当今人类发展的新需求,在我国,水稻生产用水占农业用水量的70%,消耗了我国总用水量的50%左右,工业和城市用水及其他农业用水的增长使得水稻的灌溉越来越难以保证;为追求高产而加大的施肥和用药量加剧了农田土壤富营养化,水土流失等环境问题;水稻田也是温室气体甲烷的重要来源……越来越多的中国科学家在寻找两全其美的解决之道,努力平衡粮食安全与生态环境。

上海市农业生物基因中心罗利军研究团队,率先提出“节水抗旱稻”的理念,节水抗旱稻兼具水稻高产优质和旱稻节水抗旱特点,经过近20年的探索,在遗传研究、品种培育和推广应用中获得重大突破,与常规水稻栽培“水种水灌”相比,节水抗旱稻在育种时增加了抗旱特性,比普通水稻节水约50%,即使缺水仍能确保高产稳产,像种麦子一样种水稻也成为可能,特别是在没有灌溉条件的中低产田里,节水抗旱稻依然实现稳产增产。

2016年,上海市农业生物基因中心主持制订的《节水抗旱稻水灌和《节水抗旱稻抗旱性鉴定技术规范》两个行业标准由农业部颁布实施。2018年,农业部启动“国家节水抗旱稻区域试验”,目前,上海选育的节水抗旱稻品种在安徽、江西、湖南、河南、福建等各地推广表现良好。

水稻作为我国百姓的餐桌主食,新品种出不行,但是,单一品种的推广面积和群体较少,约八成新品种仅能推广种植几万亩。“沪生”节水抗旱稻家族推出晚粳、中粳、早粳7个品种,已通过浙江、江西、湖南、河南、福建等多个省份引种,种植带从海南延展至山东,全国南北种植面积达到约500万亩,在安徽,旱播面积达到约50万亩,成为年推广面积最大的杂交稻品种。



New strains of rice could address climate change

To tackle such issues, the United Nations Environment Programme (UNEP) has been working with the Shanghai Agricultural Genes Center to develop strains of rice that are drought resistant and don't need to be planted in paddies. The research, say, experts, could help boost food security at a time when COVID-19 is threatening to propel more people into hunger. One strain, dubbed WDR 73 by scientists, proved particularly profitable. During trials in Vietnam, researchers found that it helped boost yields by about 30 per cent compared to locally grown varieties.



Pakistan



Vietnam



Nigeria

Consideration

Environmental factors, such as drought, direct seeding, high temperature and flooding resistance, make it more and more urgent for agriculture to breed superior varieties. In the process of DUS testing, it is necessary to evaluate the drought resistance of plants to cope with the climate change. Whether these stress-related traits can be selected for testing which needs further discussion in the future.

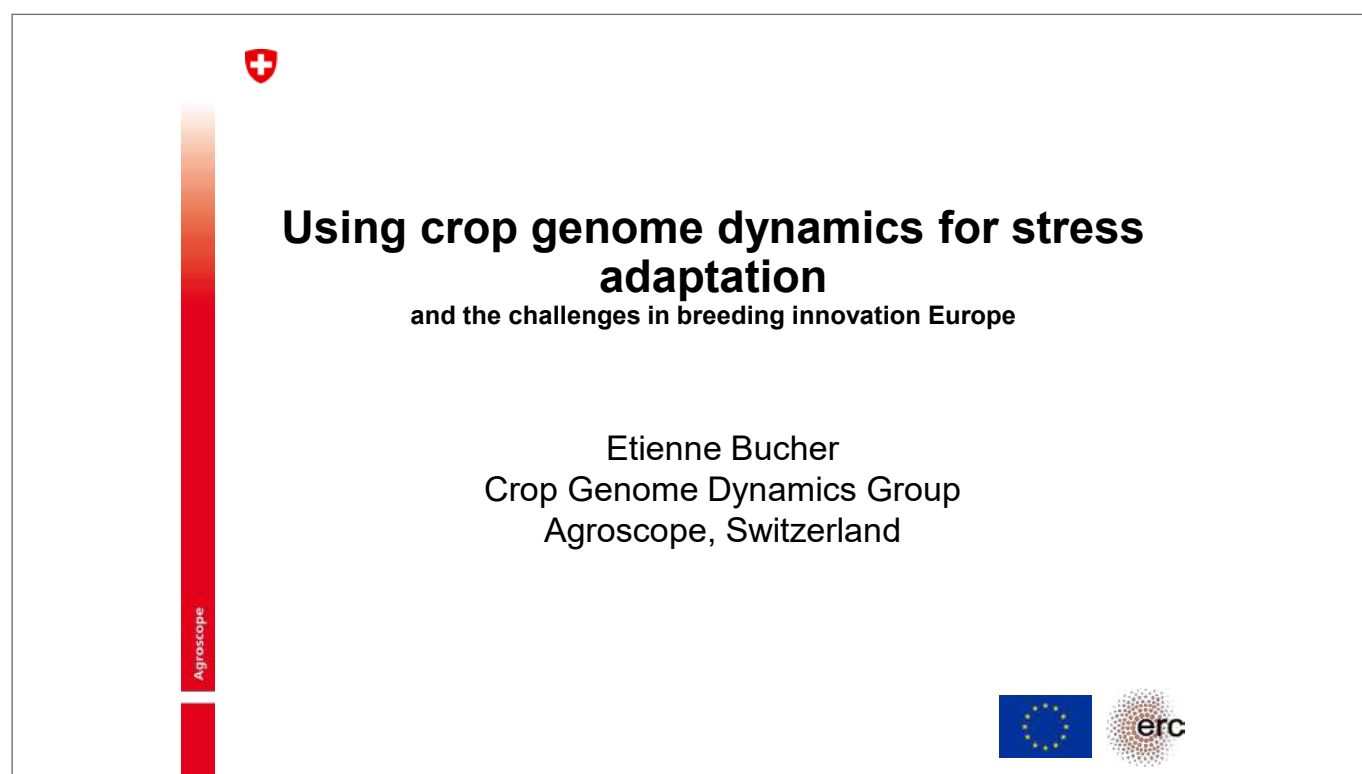


UTILISATION DE LA DYNAMIQUE DU GÉNOME DES PLANTES POUR L'ADAPTATION AU STRESS


M. Etienne Bucher

Responsable du groupe de recherche "Dynamique du génome des plantes", Agroscope, Suisse

Présentation faite au séminaire





The slide features a vertical red bar on the left side with a white cross at the top and the word "Agroscope" written vertically. The main text is centered and reads: "Using crop genome dynamics for stress adaptation and the challenges in breeding innovation Europe". Below this, the presenter's name and affiliation are listed: "Etienne Bucher, Crop Genome Dynamics Group, Agroscope, Switzerland". In the bottom right corner, there are logos for the European Union and ERC.

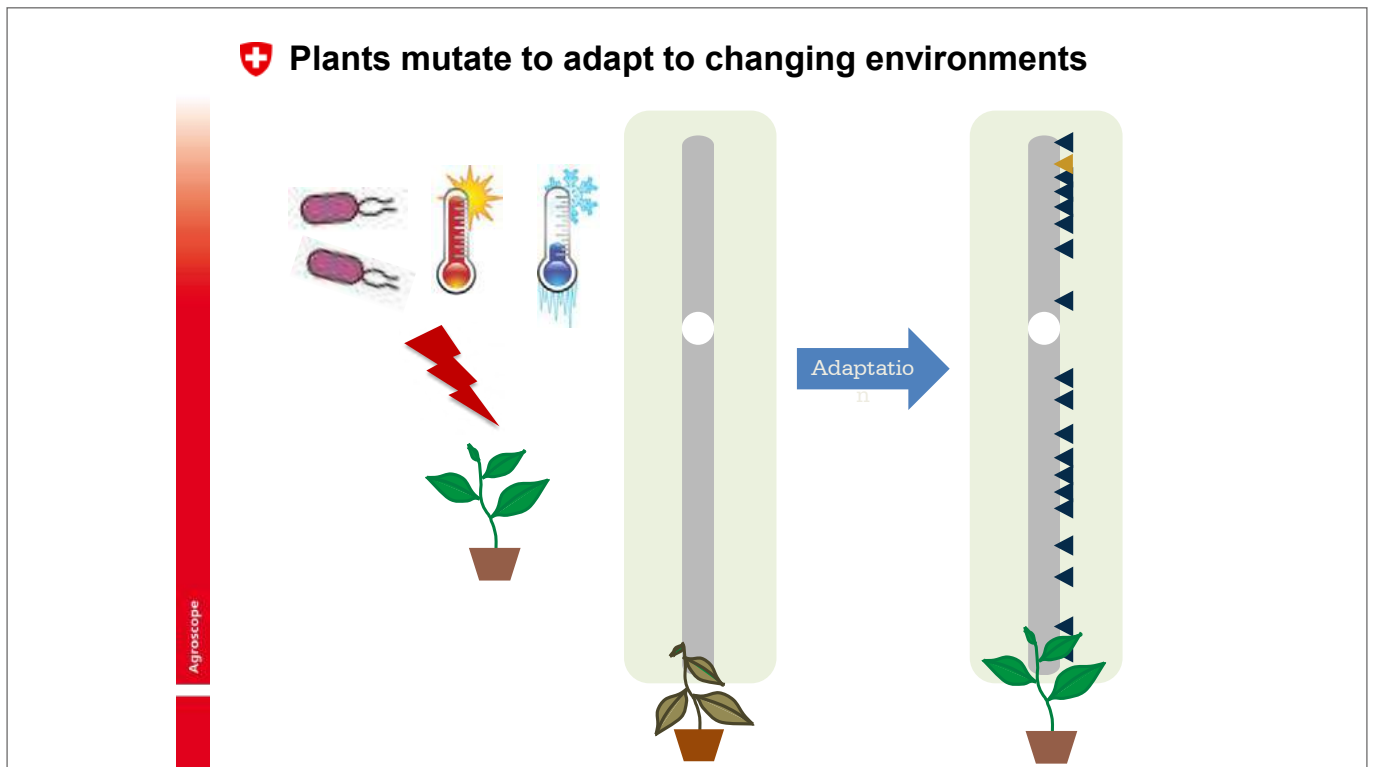
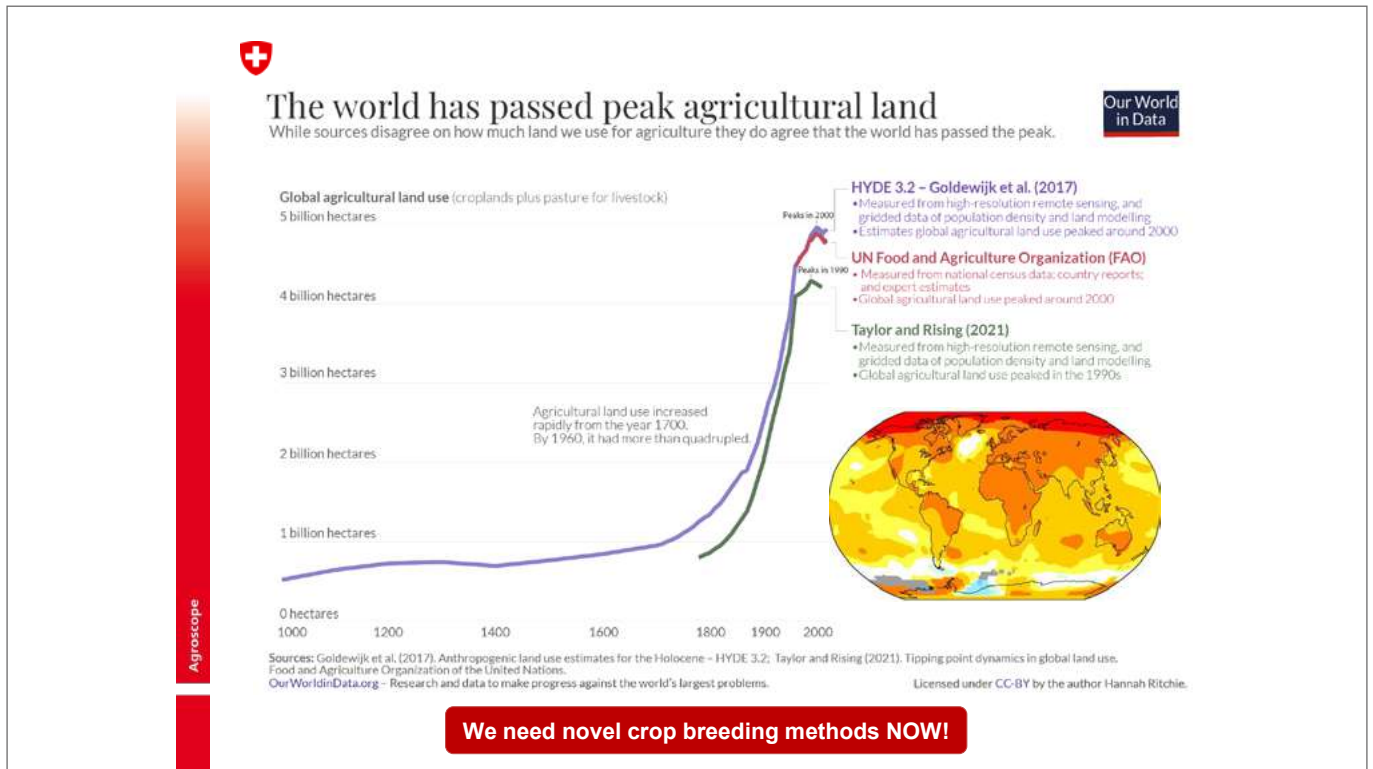


Using crop genome dynamics for stress adaptation
and the challenges in breeding innovation Europe

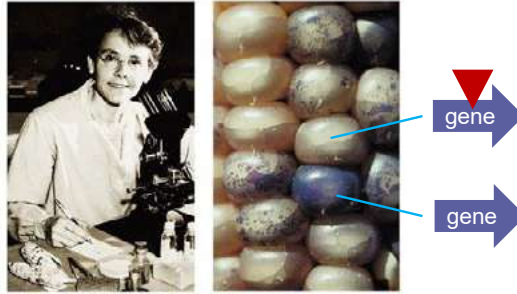
Etienne Bucher
Crop Genome Dynamics Group
Agroscope, Switzerland

Agroscope

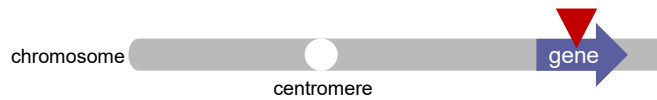
 



Transposable elements

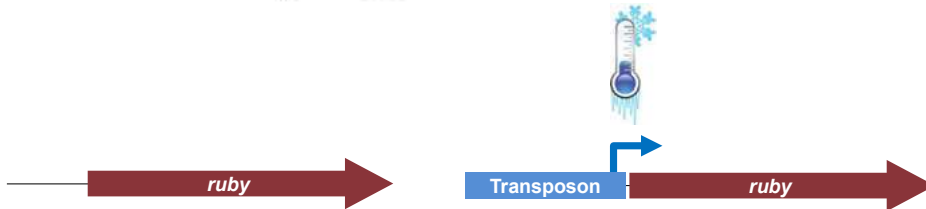
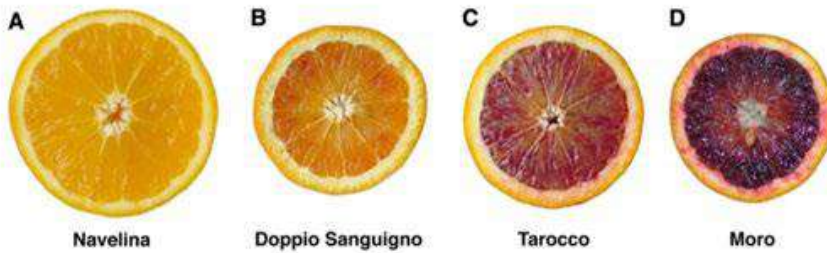


Barbara McClintock, Nobel Prize 1983



Agroscope

Crop traits influenced by transposons

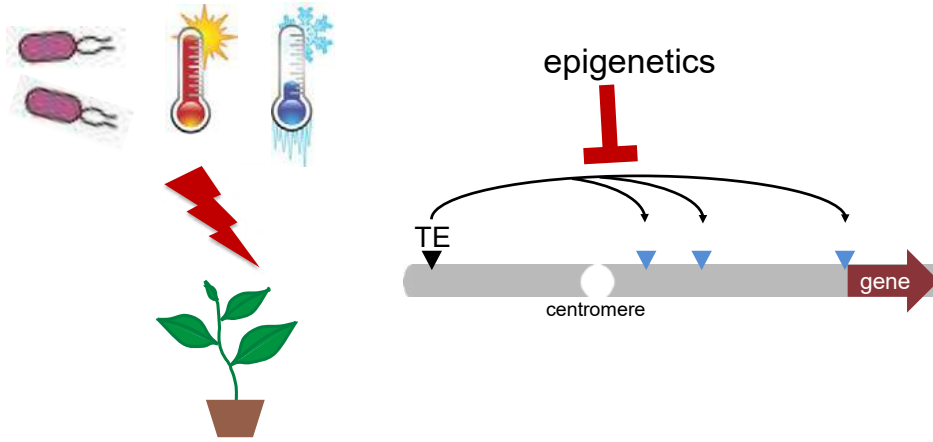


Transposable elements create a link between the environment and the genome

Butelli, E. et al. Plant Cell 24
Walker, A.R. et al. Plant J 49

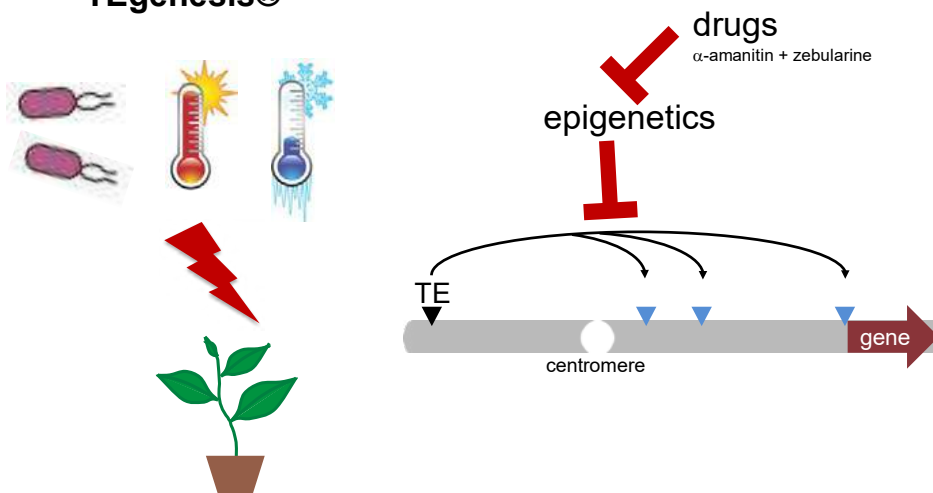
Agroscope

Stresses can mobilize transposable elements



Agroscope

We can mobilize transposable elements with TEgenesis®



Agroscope

TEs could be a powerful tool to adapt plants to different stresses

Disclaimer: I am member of the board of epibreed AG

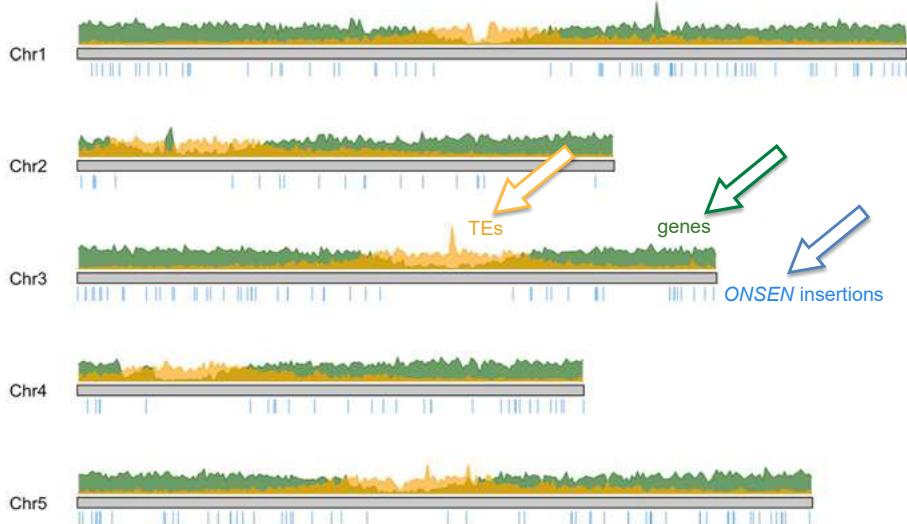


Novel *ONSEN* transposable element insertions cause diverse phenotypes



Thieme, M. et al Genome Biol; 2017;18: 134.

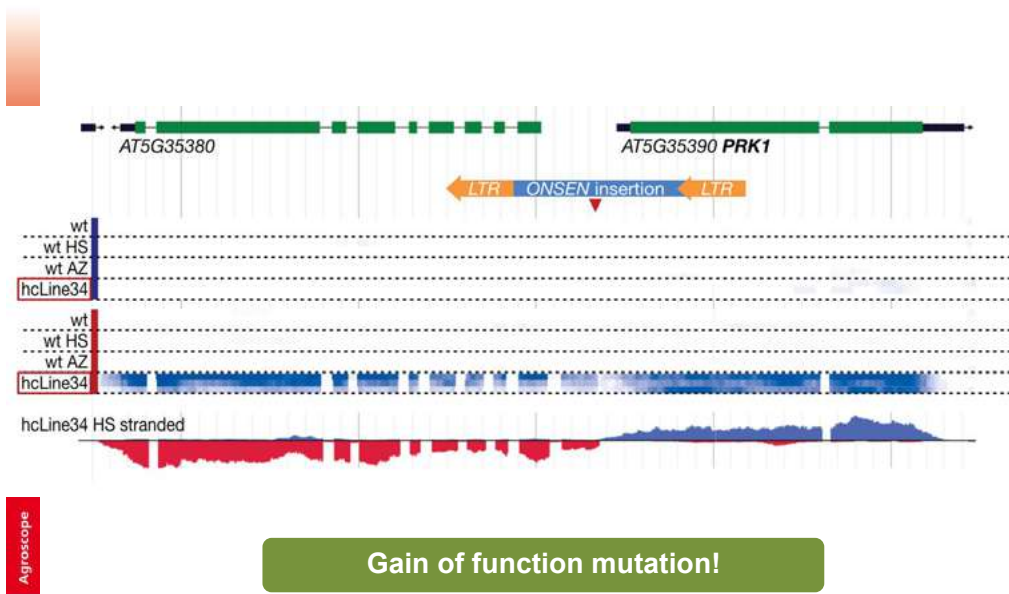
ONSEN integrates in gene-rich regions



278 novel *ONSEN* insertions identified

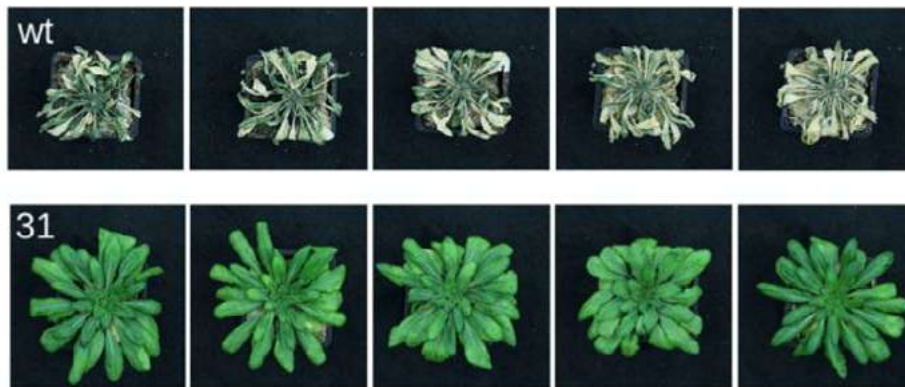
Roquis, D. et al., (2021). Nucleic Acids Res 49

Gain of heat stress responsiveness by *ONSEN*



Roquis, D. et al., (2021). Nucleic Acids Res 49

Gain of drought tolerance thanks to *ONSEN*



Thieme, M. et al., (2022). New Phytologist

TE mobilization in rice and wheat



Haoran Peng



Marta Robertson



Mahnaz Katouzi

Agroscope



TE mobilization in rice: Going to the fields



Agroscope

TE mobilization in rice: heat stress



Thousands of transposon lines grown under heat stress, drought and control conditions

Agroscope



Some phenotypes I



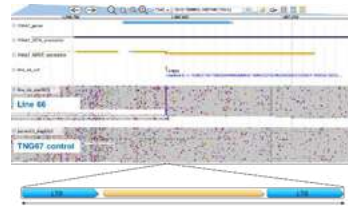
Agroscope



Some phenotypes II

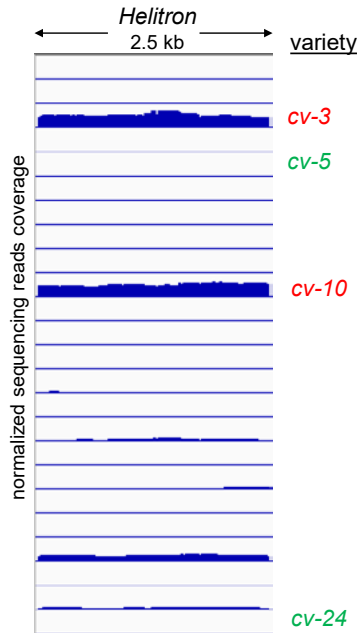


Flag leaf

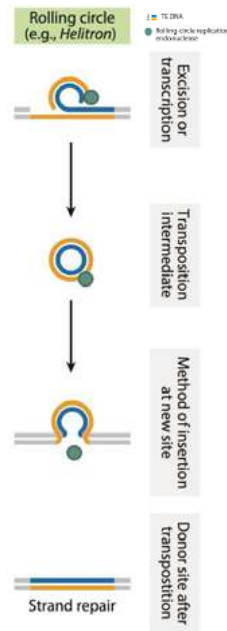


Agroscope

TE mobilization in wheat



24 stressed wheat varieties (heat with epigenetic drugs)



Wells et al., 2020

Agroscope

TE-induced phenotypic diversity in wheat



Ar_XZH_25



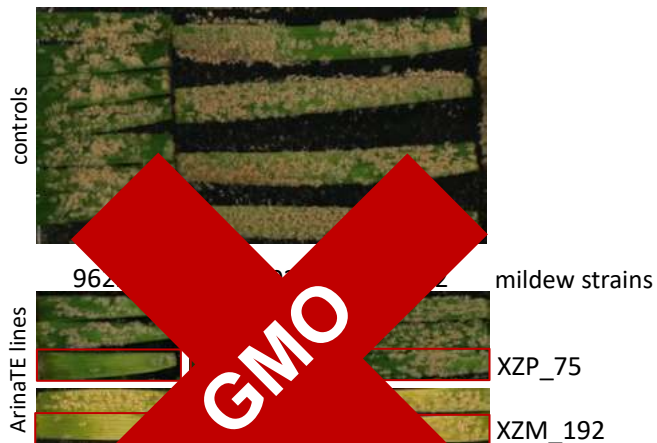
Ar_XZM_54

Agroscope

Induced pathogen resistance in wheat?

powdery mildew infection tests

Arina Kanzler



controls

962

mildew strains

ArinaTE lines

XZP_75

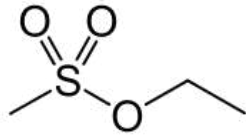
XZM_192

GMO

Agroscope

Collaboration with Prof. Sánchez Martín and Victoria Widrig
Department of Plant and Microbial Biology, University of Zürich

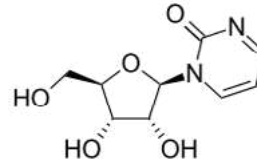
🇨🇭 Innovation in crop breeding is forbidden in CH and EU



Ethyl methanesulfonate

strong mutagen

✓ safe!



epigenetic drugs

weak mutagen

✗ dangerous!

“no history of safe use”

=GMO

The weaker the mutagen, the tougher the regulation

🇨🇭 Summary and outlook



Epigenetic drug treatments induce phenotypic diversity




We have detected novel TE insertions in rice



We have mobilized a TE in wheat



In Europe: Innovations cannot reach the farmers

 Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope



Former Members:
Marta Robertson
Michael Thieme

Funding:



Collaborations

Marie Mirouze



Roman Ulm
 UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

Javier Sanchez
 University of
Zurich

Yue-ie Caroline Hsing



Magdalena Julkowska
 BTI BOYCE
THOMPSON
INSTITUTE

Jean Masson
 INRAE
science for people and the earth

 **Agroscope**

Dario Fossati

SMARTRICE®:

UN RIZ CULTIVE A L'AIDE DE METHODES PLUS DURABLES POUR REDUIRE L'UTILISATION DES RESSOURCES AGRICOLES ET PRODUIRE DAVANTAGE DE RIZ POUR REpondre A UN APPETIT MONDIAL CROISSANT

Dr. José Ré

Vice-président, développement de nouveaux produits mondiaux, Rice Tech USA, États-Unis d'Amérique

Les efforts d'obtention du riz ont été lancés par RiceTec il y a plus de 30 ans. La technologie du riz hybride, qui venait juste d'être développée en Chine à l'époque, a été autorisée et introduite aux États-Unis d'Amérique pour lancer un programme de sélection de riz hybride. La génétique développée en Chine pour les hybrides adaptés à la transplantation et à la culture manuelle devait être adaptée à la riziculture mécanisée utilisée aux États-Unis d'Amérique. Des programmes d'amélioration ciblés ont été lancés dans le but d'augmenter la biomasse racinaire, ce qui est important pour prévenir la verse dans les pratiques de semis direct. Les avantages supplémentaires de masses racinaires plus importantes comprennent une meilleure exploration du profil du sol, une efficacité accrue dans l'accès aux nutriments du sol et à l'eau. La résistance aux maladies et l'augmentation du rendement en grain ont également été renforcées au cours des générations de reproduction successives. L'amélioration de l'architecture des plantes, la sélection de matériaux plus adaptés aux pratiques d'irrigation économes en eau et l'identification d'hybrides améliorés émettant moins de gaz à effet de serre (GES) par unité de production ont conduit à la conception de SmartRice®, un système plus durable pour cultiver le riz. Le système vérifié par une tierce partie a de fortes revendications environnementales, telles qu'une réduction de plus de 50% de l'utilisation de l'eau d'irrigation, une réduction de plus de 50% des émissions de GES et le potentiel de nourrir 20% de personnes en plus par unité de terre. Ce système de production de riz durable a également un impact favorable sur des aspects environnementaux tels que la faune, les oiseaux et les refuges des pollinisateurs, la qualité de l'eau et la santé des sols. Le système donne un produit de riz traçable qui est disponible via des vendeurs en ligne et sera bientôt disponible dans les supermarchés à travers les États-Unis d'Amérique. En Inde, le concept de SmartRice® a été couplé avec FullPage®, une solution de culture du riz tolérante aux herbicides, pour créer un système puissant prêt à conduire une transformation révolutionnaire dans la façon dont le riz est cultivé en Inde. Ce système de semis direct tolérant aux herbicides profite aux producteurs en réduisant les coûts de repiquage et d'irrigation, en augmentant le rendement en grain et en fournissant un outil fiable de gestion des mauvaises herbes. Des avantages supplémentaires, tels que la réduction des émissions de GES, sont obtenus en adoptant le système SmartRice®+FullPage par rapport au riz repiqué (TPR); la réduction des émissions de GES pourrait entraîner des revenus supplémentaires pour les agriculteurs grâce à la génération de crédits carbone.

Pour les petites et moyennes entreprises de sélection comme RiceTec, la poursuite du cercle vertueux de l'investissement dans la recherche et de la génération d'innovations n'est possible que lorsque de solides politiques de propriété intellectuelle sont en place. Les plus de 30 années que nous avons investies dans le développement des produits dont la société peut profiter aujourd'hui, des produits qui contribuent à atténuer et à s'adapter au changement climatique, ne devraient pas nous être enlevées, à nous, les développeurs des variétés et technologies initiales, par ceux qui tirent parti des interprétations erronées des concepts fondamentaux de protection de la propriété intellectuelle tels que les variétés essentiellement dérivées. Grâce à la révision en cours des notes explicatives sur les variétés essentiellement dérivées selon l'Acte de 1991 de la Convention UPOV, l'UPOV a la possibilité de continuer à promouvoir des systèmes de propriété intellectuelle équitables et qui encouragent l'investissement dans l'innovation au profit de la société et de la planète.

Présentation faite au séminaire

Seminar on the role of plant breeding and plant variety protection in enabling agriculture to mitigate and adapt to climate change

UPOV

International Union for the Protection of New Varieties of Plants

SmartRice®: a rice product grown using more sustainable methods to reduce the use of agricultural resources and provide more rice to meet the growing worldwide appetite

*Dr. José Ré, Vice President, Global New Products Development
RiceTec USA, United States of America*

Wednesday, October 12, 2022



Our rice breeding journey started about 30 years ago



Transplanted Hybrid Rice



Direct Seeding Hybrid Rice



We focused breeding to increase root biomass

unimproved
hybrid rice



improved hybrid
rice adapted to
direct seeding
and water-
saving
management
practices

RiceTec

We bred disease resistance traits and high grain yield



RiceTec

We bred hybrids with lower environmental footprint

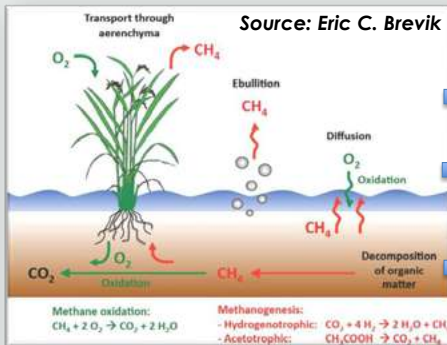


Traditional way to grow rice



* Based on average of farm collection data and state-collected data

Methane emission from a rice field



AWD can reduce methane emissions in rice cultivation by an average of 48% over continuous flooding **Source: IIRI**

AWD reduces global warming potential by 43% **Sanchis et al. 2012**

Improved rice hybrids emit 29% fewer greenhouse gases per unit of output

Nalley et al. 2014

SmartRice®



SMART RICE



**GOOD FOR YOU.
GOOD FOR THE EARTH.**

- The first sustainable rice with strong environmental claims
 - >50% water use reduction
 - >50% GHG reduction
 - 20% more people potential to feed per land unit
 - Third-party verification (SCS)
- Whole farm approach to conservation
 - Wildlife-bird-pollinator refuges; water quality, soil health
- Complete transparency and traceability
 - Consumers can follow from field to store





+







Profitability
Higher Productivity & Cost Reduction




Convenience
Reduce Labor Dependence




Sustainable
Reduction Water, Fuel Usage & GHG






+




TPR



significant incremental value over Transplanted (TPR) and Direct Seeded Rice (DSR)

Benefits of SmartRice® and FullPage® Technology
Figures are examples of potential incremental value




Intangible Benefits: Peace of Mind

1. Reduce labour dependency
2. Wear and tear of machinery
3. Convenience
4. Time saving


Incremental Value


1. Saving from transplanting cost
2. Effective weed management
3. Save irrigation cost
4. Yield gain

SmartRice® + FullPage®



Reduce ~35% emission, may lead to carbon credit opportunities





We are a medium-size, privately own, rice breeding company

- We reinvest about 15% of revenue on research, development, innovation, and genetic improvement of rice and we rely 100% on our earnings to continue innovating. **SOCIAL RESPONSIBILITY**
- Our investors, plant breeders, and product developers must have the opportunity to earn competitive returns on the investments in new seed products which benefit our planet, our health, and our food. **FAIRNESS**
- Strong IP policies makes this possible. **ENABLING ENVIRONMENT**
- Currently, there are attempts to weaken UPOV 91 Act by weakening the fundamental EDV concept, that if successful will deeply affect the ability of companies like us to continue bringing innovations to market.



QUESTIONS

NGWEDIAGI Patrick (M.), président du Comité administratif et juridique, UPOV (modérateur)

Alors, participants, vous êtes les bienvenus. Si vous avez des questions, levez la main en utilisant le dispositif et nous vous permettrons de poser une question.

HUERTA Yolanda (Mme), conseillère juridique et directrice chargée de la formation et de l'assistance, UPOV

Patrick, il y a une question de la part de Päivi de la Commission européenne, Mme Päivi Mannerkorpi.

NGWEDIAGI Patrick (M.), président du Comité administratif et juridique, UPOV (modérateur)

D'accord. Vous êtes la bienvenue, s'il vous plaît. Poursuivez.

MANNERKORPI Päivi (Mme), chef d'équipe – Matériel de reproduction des plantes, Unité G1 Santé végétale, Direction générale de la santé et de la sécurité alimentaire (DG SANTE), Commission européenne, Bruxelles (Belgique)

Merci. Juste un bref commentaire parce que la Commission européenne a été mentionnée par M. Etienne Bucher de Suisse. Il est donc clair que la législation actuelle de l'UE n'est pas adaptée aux nouvelles techniques génomiques, et c'est pourquoi la Commission et les États membres se sont engagés dans un projet visant à rechercher une législation plus proportionnée et adaptée aux objectifs des nouvelles techniques génomiques.

Vous avez mentionné qu'il n'était pas possible d'effectuer des essais sur le terrain dans le cadre de la législation actuelle sur les OGM, mais il existe des règles d'homologation dans l'environnement et il vous suffit d'obtenir l'autorisation en vertu de la dite Annexe B Homologation de la Directive 2001/18/CE : L'autorité nationale est chargée de prendre une décision sur l'homologation sur la base d'une évaluation des risques environnementaux et d'une évaluation des risques pour la santé selon les règles de la partie B de la Directive 2001/18/CE FR••• – Dissémination volontaire d'OGM à toute autre fin que la mise sur le marché. Ainsi, il est possible de réaliser des essais sur le terrain à des fins de recherche. Merci.

NGWEDIAGI Patrick (M.), président du Comité administratif et juridique, UPOV (modérateur)

Merci Päivi. S'il vous plaît, si vous avez des observations sur ce que Päivi vient de commenter? Cela s'adressait à Étienne.

BUCHER Étienne (M.), responsable du groupe de recherche "Dynamique du génome des plantes", Agroscope (Suisse) (orateur)

Oui. Merci beaucoup pour ces observations. Vous avez raison. En principe, nous sommes autorisés à faire des essais sur le terrain, mais les règles ont en fait changé pendant mon projet de l'Union européenne (UE), donc soudainement cela n'a pas été autorisé – nous n'avions plus le droit d'aller immédiatement sur le terrain, puis de postuler pour des essais sur le terrain pendant un an. Et donc, le projet à ce moment-là était déjà terminé. Donc, c'était vraiment un élément bloquant. Donc, cela a aussi un impact sur la recherche fondamentale. Je pense que c'était mon message important ici, que cela ralentit également la recherche.

C'est vrai, en principe, on peut faire des essais sur le terrain, mais c'est une procédure très lourde. Merci.

CARACTERISATION DE LA PHENOLOGIE DE FLORAISON DES VARIETES DE LA COLLECTION MONDIALE DE L'OLIVIER AU MAROC POUR LA SELECTION DE GENOTYPES ADAPTES AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Mme Hayat Zaher

Chercheuse, Centre Régional de la Recherche Agronomique de Marrakech (CRRRA), Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), MAROC¹

RÉSUMÉ

Au total, 331 cultivars d'olives de la collection mondiale d'olives de Marrakech (WOGBM) ont été caractérisés selon l'échelle du Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt, Chemische Industrie (BBCH). Les stades phénologiques liés à l'émergence et à la floraison de l'inflorescence de l'olivier ont été enregistrés sur six ans, de 2014 à 2019, dans l'ensemble de la WOGBM. L'objectif de cette étude est d'évaluer la variation interannuelle de la période de floraison et de la période de floraison. Nous avons utilisé des données phénologiques sur six ans de 331 cultivars pour classer les cultivars d'oliviers méditerranéens en trois groupes selon leurs jours juliens correspondants, à partir du 1er janvier de chaque année (DOY : jour de l'année). Une corrélation positive significative a été détectée entre tous les stades de floraison. L'analyse de la variance a montré les effets du cultivar et de l'année sur tous les stades de floraison. Une analyse hiérarchique des cultivars selon la méthode a montré trois groupes : les groupes de floraison précoce, intermédiaire et tardive. Le stade 51 est un stade clé de la phénologie de floraison de l'olivier, son observation précoce est corrélée à une longue période de floraison. Nous avons noté une corrélation entre une période de floraison courte et l'augmentation de température exprimée par la somme des degrés-jours. Dans les pays du sud de la Méditerranée, nous préconisons la sélection de variétés à faibles besoins en froid (stade précoce 51 pour une meilleure adaptation aux conditions xériques en période estivale). La sélection des cultivars adaptés étant basée sur le réchauffement climatique, notre classification des ressources génétiques oléicoles méditerranéennes devrait être validée par des investigations complémentaires, validant l'approche statistique par l'expérimentale.

Co-auteurs : **Omar Abou-Saaid**,^{1,2,3} **Adnane El Yaacoubi**,⁴ **Abdelmajid Moukhli**,¹ **Ahmed El Bakkali**,⁵ **Sara Oulbi**,¹ **Cherkaoui El Modafar**³ and **Bouchaib Khadari**^{2,7}

¹INRA, UR Amélioration des Plantes, Marrakech, Morocco

²AGAP Institut, Université de Montpellier, CIRAD, INRA, Institut Agro, Montpellier, France

³Université Cadi Ayyad, Laboratoire Biotechnologie et Bio-ingénierie Moléculaire, FST Guéliz, Marrakech, Morocco

⁴Université Sultan Moulay Slimane, École supérieur de technologie, Khenifra, Morocco

⁵INRA, UR Amélioration des Plantes et Conservation des Ressources Phytogénétiques, Meknès, Morocco

⁶CBNMed, AGAP Institute, Montpellier, France

MOTS CLÉS : olive, floraison, phénologie, échelle BBCH, collection mondiale, Marrakech, exigence de refroidissement, sélection

INTRODUCTION

L'olivier (*Olea europaea L.*) est l'un des plus anciens arbres fruitiers cultivés du bassin méditerranéen. Des preuves de pratiques culturelles par morphométrie des périodes du Néolithique et du Bronze ont été avancées dans le bassin méditerranéen occidental comme oriental notamment (Terral *et al.* 2004). La production mondiale d'olives en 2013 était d'environ 22,039 millions de tonnes, dont 67,31% dans l'Union européenne (FAOSTAT 2016).

La floraison de l'olivier est un processus très complexe, dépendant de plusieurs facteurs (refroidissement, photopériode, température, variations hormonales, éléments fertilisants et composés glucidiques, quantités dans les tissus, etc.) et se caractérise par deux phases physiologiques distinctes : a) initiation des bourgeons et b) développement des bourgeons floraux (Bernier 1988). Lavee (1996) et Fabbri et Benelli (2000) ont plaidé en faveur du modèle à deux processus biologiques successifs : l'induction florale des bourgeons et la différenciation chez l'olivier. Dans un premier temps, au printemps-été, les bourgeons floraux probables sont simulés pour empêcher leur différenciation en bourgeons foliaires. Dans la deuxième étape, pendant l'automne-hiver, et dans des conditions encore plus favorables, les bourgeons candidats sont à nouveau simulés pour former la structure florale. L'induction florale a lieu en février et mars, environ deux mois avant la floraison (Hartmann 1951; Monselise et Goldschmidt 1982; Fabbri et Alerci 1999).

Les études climatiques montrent de bonnes preuves d'hivers chauds et de réduction de l'accumulation de froid hivernal. Les bourgeons floraux de l'olivier ont besoin de refroidissement en hiver pour s'ouvrir correctement, mais l'influence du refroidissement sur l'induction et la différenciation des bourgeons floraux est toujours en question. Le temps nécessaire au refroidissement a été considéré différemment par les auteurs (Hartman 1951; Lavee 1996; Fabbri et Benelli 2000). La sortie des bourgeons de leur dormance nécessite un certain froid, mais une fois la dormance levée, les températures douces accélèrent le débourrement. Malgré l'action complexe du froid et de la température diurne, la période de floraison, y compris la date de pleine floraison et la durée de la floraison, s'est avérée être un bio-indicateur fiable des variations climatiques (Garcia-Mozo *et al.* 2009).

Pendant la période de floraison et de nouaison, les besoins en eau et en engrais sont plus élevés. L'intensité de la floraison des olives est probablement influencée par la disponibilité de N, P et K (azote, phosphore, potassium) (Erel *et al.* 2008). Les variations des concentrations de composés glucidiques des différents tissus de l'arbre pendant la période de floraison et de nouaison ont été montrées par Bustan *et al.* (2011) : les concentrations d'amidon, de mannitol et de saccharose ont augmenté de décembre à mars dans tous les tissus, puis ont diminué avec la floraison et le développement de la nouaison.

Les périodes d'induction florale des bourgeons et de floraison sont importantes pour i) la nouaison et la productivité; ii) l'alternance du rendement (Ben Sadok *et al.* 2013; Mert *et al.* 2013); iii) les probabilités d'accouplement pour deux oliviers (Weis et Kossler 2004); iv) l'adaptation à la sécheresse; v) l'évolution et la structure génétique des populations telles que le flux de gènes entre les individus (Hendry et Day 2005).

Les études évolutives sur le changement de la période de floraison ont attiré une attention considérable compte tenu du changement climatique mondial actuel (Van Dijk 2009). Les variations climatiques en cours peuvent affecter la période de floraison des oliviers et la dynamique écologique. En effet, la période de floraison est un trait adaptatif clé chez les plantes et est conditionnée par l'interaction des gènes et des facteurs environnementaux, notamment la photopériode, la température et l'exigence de refroidissement (Nelson *et al.* 2014). Les sécheresses et autres changements prévus dans les précipitations et la température hivernale peuvent être des facteurs particulièrement importants dans les régions arides (Franks *et al.* 2007). Dans les zones méditerranéennes arides, la floraison précoce est probablement liée à des variétés à faibles besoins en froid. Ces variétés pourraient être adaptées aux conditions de sécheresse car elles sont capables d'échapper à la sécheresse à un stade sensible de la période de floraison.

Dans le présent travail, nous avons étudié la période de floraison sur six ans (2014-2019) de 331 cultivars d'oliviers dans le WOGBM en utilisant l'échelle BBCH (Meier 1997; Sanz-Cortés *et al.* 2002) afin de i) classer les variétés de la collection WOGBM en fonction de la période de floraison afin de sélectionner des cultivars adaptés au changement climatique, et ii) évaluer la variation interannuelle de la période de floraison.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Emplacement et matériel végétal

L'étude a été réalisée sur des oliviers de 331 cultivars d'oliviers de la WOGBM dans la station expérimentale de Tassaout de l'Institut national de la recherche agronomique, Marrakech, à environ 65 km de Marrakech (latitude 32° 03 N, longitude 7° 24 O et 465 m d'altitude). Les oliviers ont été cultivés dans des conditions pédoclimatiques similaires et ont reçu les mêmes pratiques culturales

Observations de floraison

Des observations phénologiques au champ ont été réalisées afin de déterminer l'époque des principaux stades de floraison. Les observations ont été enregistrées à l'aide de l'échelle internationale normalisée BBCH pour les données de floraison des oliviers (Meier 1997; Sans-Cortés *et al.* 2002) sur 331 cultivars *Olea europaea* (L.) cultivés de la collection WOGB. Chaque cultivar est représenté par au moins trois arbres. Les données ont été enregistrées sur six ans, de 2014 à 2019, dans toute la collection WOGBM. Des observations ont été réalisées tous les deux ou trois jours du 1er février à la fin de la période de floraison pour déterminer la date des stades d'émergence des inflorescences (stades 51 à 59) et des stades de floraison (stades 61, 65 et 69) selon l'échelle BBCH pour l'olivier (Meier 2001). Les données phénologiques ont été converties en fonction de leurs jours juliens correspondants en termes de "jour de l'année" (DOY), à partir du 1er janvier de chaque année.

Analyses statistiques

Une analyse statistique descriptive (valeurs minimales, maximales et moyennes) et un coefficient de variation ont été effectués pour tous les stades de floraison observés au cours des six années de 2014 à 2019. Une analyse de la variance (ANOVA) et un test de Tukey ont été effectués pour tous les stades de floraison afin de tester la signification de la variance entre les génotypes et entre les six années. Toutes les analyses de données statistiques ont été exécutées dans l'environnement de programmation R (R Development Core and Team 2021; version R 3.6.3).

RÉSULTATS

Analyse de la variance (ANOVA) de la WOGBM

L'analyse de la variance a montré un important effet significatif annuel, suivi du cultivar, ainsi que l'effet d'interaction sur la date de pleine floraison. Les dates de pleine floraison des cultivars d'oliviers ont varié au fil des ans entre 91 DOY (1er avril) en 2019 à 150 DOY (30 mai) en 2016.

Corrélations entre stades phénologiques

Les corrélations entre les stades phénologiques enregistrés (en jours juliens pour tous les arbres par cultivar) du débournement (stade 51) à la fin de la floraison (stade 69) et la durée de floraison des 331 cultivars de la collection mondiale à Marrakech de 2014 à 2019 ont été étudiées par analyse de corrélation de Pearson (figure 1). Une corrélation significative a été observée entre les stades d'émergence de l'inflorescence (stades 51, 54 et 55) et les stades de floraison (stades 60, 61, 65 et 69), avec des valeurs comprises respectivement pour les stades d'émergence entre 0,81 et 0,93, et pour les stades de floraison entre 0,90 et 0,98 respectivement. Néanmoins, le stade de débournement 51 est significativement corrélé négativement à la durée de floraison mesurée comme la différence DOY entre le début de la floraison (stade 61) et la fin de la floraison (stade 69). Une corrélation négative significative a été observée entre la durée de floraison et les stades d'émergence de l'inflorescence (valeur de corrélation comprise entre -0,42 et -0,58). Une faible corrélation entre le stade 51 et les stades de floraison a été observée (la corrélation de Pearson variait entre 0,11 et 0,49). Fait intéressant, le temps de floraison (stade 65) est significativement corrélé à tous les stades phénologiques, y compris ceux liés à l'émergence de l'inflorescence.

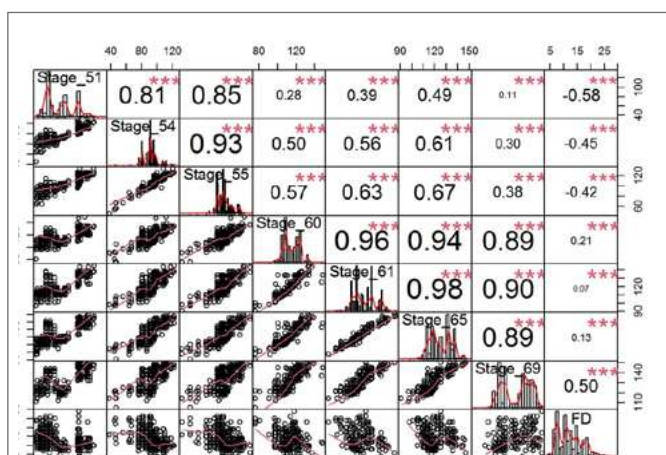


Figure 1. Corrélation entre les stades phénologiques du débournement (stade 51) à la fin de la floraison (stade 69) et la durée de floraison pour les 331 cultivars de la collection mondiale à Marrakech pendant six ans, 2014–2019.

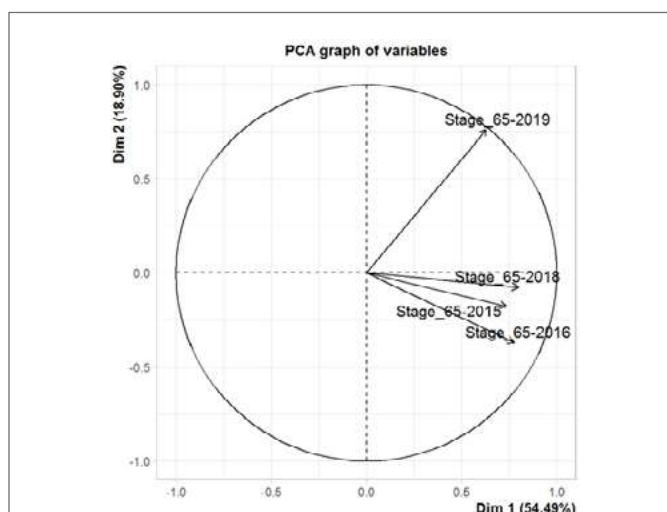


Figure 2 Graphique illustrant la contribution de l'étape 65 du jour de l'année à la formation des axes ACP.

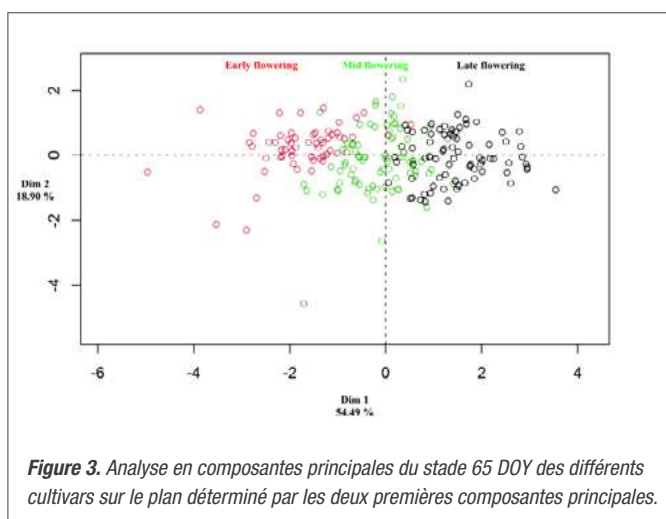


Figure 3. Analyse en composantes principales du stade 65 DOY des différents cultivars sur le plan déterminé par les deux premières composantes principales.

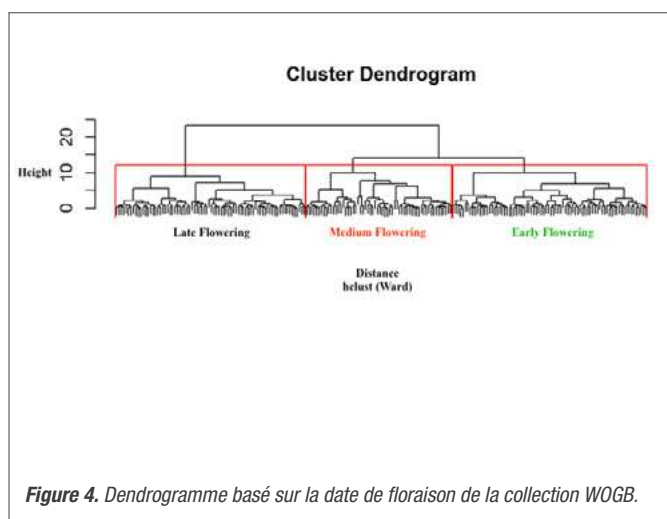


Figure 4. Dendrogramme basé sur la date de floraison de la collection WOGB.

Analyse en composantes principales (ACP)

L'ACP a été réalisée pour comparer les différents stades de floraison et la période de floraison de 331 cultivars de la WOGBM. Les deux premiers composés principaux (PC1 et PC2) représentaient respectivement 54,49 et 18,90 de la variance totale.

La première composante était principalement associée positivement aux jours juliens correspondant au stade 65 observé en 2015, 2016 et 2018, qui apporte une contribution importante; tandis que la seconde composante était négativement associée à ces variables et positivement associée au stade 65 observé en 2019 (figure 2).

Analyse en composantes principales (ACP) de la variabilité phénotypique observée au sein de la collection WOGBM

La figure 3 montre une projection des différents cultivars sur le plan déterminé par les deux premières composantes principales. Les facteurs PC1 et PC2 expliquent 54,49% et 18,90% (respectivement) de la variance totale. Ce chiffre a montré une grande variabilité génétique.

Analyse de cluster hiérarchique

Le regroupement des cultivars selon la méthode de Ward (figure 4) a montré trois grands groupes de date de floraison: les groupes de floraison précoce, moyenne et tardive, avec une moyenne des dates juliennes correspondant aux dates de floraison de 119 (29 avril), 123 (3 mai), 125 (5 mai) respectivement.

À la suite du premier classement des 331 cultivars étudiés selon leurs dates de pleine floraison, les trois groupes sont représentés par :

- floraison précoce : Arbequina, Bouteillan, Coratina, Bouchouika, Lucques, Meslala;
- floraison moyenne : Picholine marocaine, Picholine de Languedoc, Picual, Frantoio, Gordal Sevillana, Chemchali;
- floraison tardive : Leccino, Ottobratica, Maurino, Chetoui, Bosana, Ascolana tenera.

DISCUSSION

Le cycle de reproduction de l'olivier est caractérisé par la formation des bourgeons au cours de l'été précédent, la dormance pendant la période froide, le débourrement à la fin de l'hiver et le développement de la structure florale du débourrement à la floraison au printemps. La température et les précipitations ont un impact important sur le développement végétatif et surtout sur la floraison (Cenci *et al.* 1997; Aguilera et Ruiz Valenzuela, 2009). L'induction florale des bourgeons est une phase remarquable, car elle peut exprimer une grande partie de la variabilité future de la production florale, compte tenu du fait qu'elle est directement impliquée dans le processus de reproduction (Rallo et Martín 1991). L'induction florale de l'olivier peut se produire en janvier-février, environ deux mois avant la pleine période de floraison, ou plus tôt en été et en hiver, selon l'accumulation de froid (Hartmann 1951; Monselise et Goldschmidt 1982; Fabbri et Alerci 1999). Par conséquent, la période d'induction n'est toujours pas connue.

L'influence du climat sur la phénologie des plantes représente un domaine de recherche en constante évolution. Celle-ci est de plus en plus étudiée sous l'angle du changement climatique, pour la prise en compte des éventuelles mesures d'adaptation des espèces végétales. En effet, cet intérêt est plus grand dans les zones où les conditions climatiques pourraient forcer une adaptation plus rapide, comme dans la zone méditerranéenne, qui devrait subir des effets plus importants en termes de changement climatique (Giorgi et Lionello 2008).

Le changement climatique peut déjà modifier la phénologie de nombreuses espèces végétales (Menzel *et al.* 2006). La phénologie de l'olivier a été signalée comme un bon indicateur du changement climatique futur en raison de sa dépendance à la température (besoins de refroidissement et de chaleur) et de sa répartition géographique dans la zone à haut risque de réchauffement du bassin méditerranéen (Osborne *et al.* 2000).

Les olives nécessitent un refroidissement pendant les mois d'hiver pour l'induction de la floraison, se terminant par l'éclatement des bourgeons au printemps (Lavee 1996). Ces exigences de refroidissement sont fréquemment satisfaites dans les zones à climat méditerranéen. Mais aujourd'hui, des études sur l'effet du changement climatique sur l'induction florale de l'olivier, l'intensité florale et la phénologie florale montrent que les exigences de refroidissement des olives ne peuvent pas être satisfaites pour certaines variétés, en particulier dans les régions du sud de la Méditerranée.

Les basses températures et les fortes précipitations pendant les mois précédant la période de floraison sont les variables météorologiques qui affectent la production de fleurs et de pollen des oliviers. La température est reconnue comme étant le principal déterminant du moment du débourrement des arbres tempérés (Schwartz 2003). Dans le cas de l'olivier (*Olea europaea* L.), différents modèles phénologiques décrits dans la littérature ont révélé la température comme la meilleure variable externe pour prédire le temps de floraison (Alcalá et Barranco 1992; Recio *et al.* 1997; Fornacari *et al.* 1998; Osborne *et al.* 2000; Galan *et al.* 2005). Des différences variétales en réponse aux variations climatiques sont observées. Des données non publiées sur la collection Menara de 40 variétés de 1971 à 1976 ont montré une variation de la durée moyenne de la période de floraison entre 21 jours et 50 jours. Concernant les variétés, celles à cycle de floraison court ont des périodes de floraison entre 8 et 26 jours (comme Cucco (13 jours), Frantoio (14 jours), Picholine marocaine (16 jours)). Les variétés à cycle de floraison long ont une période de floraison comprise entre 17 et 21 jours (comme la Picholine du Languedoc (23 jours), l'Arbequina (19 jours) et la Blanqueta (18 jours)).

Nos observations sur les années 2014-2019 ont montré que le stade de débourrement 51 est significativement corrélé négativement à la durée de floraison mesurée comme la différence entre le début de la floraison (stade 61) et la fin de la floraison (stade 69). Nous avons également montré l'effet de l'année, suivi du cultivar, ainsi que l'effet d'interaction, à la date de pleine floraison de la collection WOGBM.

Les études climatiques montrent de bonnes preuves d'hivers chauds et de réduction de l'accumulation de froid hivernal sur l'intensité de la floraison des olives. Les boutons floraux de l'olivier ont besoin de refroidissement en hiver pour s'ouvrir correctement. Malgré l'action complexe du refroidissement et de la température en degrés jour sur la phénologie de l'olivier, les périodes de floraison de l'olivier et la durée de la floraison se sont révélées être des bio-indicateurs fiables des variations climatiques (Garcia-Mozo *et al.* 2009).

CONCLUSION

Une large gamme de variation a été trouvée dans la collection WOGBM pour tous les stades phénologiques et la période de floraison. L'étape 51 peut être considérée comme une étape clé de la phénologie de floraison de l'olivier. Son observation précoce est corrélée à une longue période de floraison.

Les cultivars au stade avancé 51 ont besoin de plus de temps pour satisfaire leurs exigences minimales de refroidissement et cumulent plus de degrés-jours avant d'atteindre ce stade. Dans les pays du sud de la Méditerranée, nous préconisons une sélection de variétés à faibles besoins en froid (stade précoce 51 pour une meilleure adaptation aux conditions xériques en période estivale).

En effet, la sécheresse et d'autres changements prévus dans les précipitations et la température hivernale peuvent être des facteurs particulièrement importants dans les régions arides (Franks *et al.* 2007). Dans la zone méditerranéenne aride, les variétés d'oliviers à floraison précoce (avec une faible exigence de refroidissement) peuvent être adaptées aux conditions de sécheresse car elles peuvent éviter la sécheresse au stade de la floraison. Pendant les périodes de floraison et de nouaison de l'olivier, la demande de l'olivier en eau, en engrais et en glucides est plus élevée (Erel *et al.* 2008; Bustan *et al.* 2011).

Concernant la base de sélection des cultivars adaptés au réchauffement climatique, notre classification des ressources génétiques oléicoles méditerranéennes devrait être suivie d'investigations complémentaires, validant l'approche statistique par l'expérimentale.

Références

- Aguilera, F. and Ruiz Valenzuela, L. (2009) Study of the floral phenology of *Olea europaea* L. in Jaén province (SE Spain) and its relation with pollen emission. *Aerobiologia* 25: 217–225.
- Aguilera, F., Ruiz-Valenzuela, L., Fornaciari, M., Romano, B., Galán, C., Oteros, J., Ben Dhiab, A., Msallem, M. and Orlandi, F. (2014) Heat accumulation period in the Mediterranean region: phenological response of the olive in different climate areas (Spain, Italy and Tunisia). *Int. J. Biometeorol.* 58: 867–876. doi: 10.1007/s00484-013-0666-7
- Alcalá, A. and Barranco, D. (1992) Prediction of flowering time in olive for the Cordoba olive collection. *Horticultural Science* 27 (1): 1205–1207.
- Ben Sadok, I., Celton, J.M., Essalouh, L., Zine El Aabidine, A. and Garcia, G. (2013) QTL mapping of flowering and fruiting traits in olive. *PLoS ONE* 8 (5): e62831. doi: 10.1371/journal.pone.0062831
- Bernier, G (1988). The Control of Floral Evocation and Morphogenesis. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, Vol. 39:175-219)
<https://doi.org/10.1146/annurev.pp.39.060188.001135>
- Bustan, A., Avni, A., Lavee, S., Zipori, I., Yeselson, Y., Schaffer, A.A., Riov, J. and Dag, A. (2011) Role of carbohydrate reserves in yield production of intensively cultivated oil olive (*Olea europaea* L.) trees. *Tree Physiology* 31: 519–530.
- Cenci, C.A., Pitzalis, M., and Lorenzetti, M.C. (1997) Forecasting Anthesis Dates of Wild Vegetation on the Basis of Thermal and Photothermal Indices, *Phenology in Seasonal Climates*, Leiden: Backhuys, vol. 1, pp. 33–104.
- Erez, A.; Fishman, S.; Linsley-Noakes, G.C.; Allan, P (1990). The dynamic model for rest completion in peach buds. *Acta Hort.*, 276, 165–174
- Erel, R., Dag, A., Ben-Gal, A., Schwartz, A. and Yermiyahu, U. (2008) Flowering and fruit set of olive trees in response to nitrogen, phosphorus, and potassium. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 133 (5): 639–647.
- Fab-bri, A. and Alerci, L. (1999) Reproductive and vegetative bud differentiation in *Olea europaea* L. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 74: 522–527.
- Fabbri, A. and Benelli, C. (2000) Flower bud induction and differentiation in olive. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 75: 31–141.
- FAOSTAT website. Accessed 22 April 2016. FAO statistical Database. <https://www.fao.org/statistics/fr/>
- Fornaciari, M., Pieroni, L., Ciuchi, P. and Romano, B. (1998) A regression model for the start of the pollen season in *Olea europaea*. *Grana* 37: 110–113.
- Franks. S.J., Sim. S. and Weis, A.E. (2007) Rapid evolution of flowering time by an annual plant in response to a climate fluctuation. *PNAS* 104 (4): 1278–1282.
- Galán, C., García-Mozo, H., Carinanos, P., Alcazar, P. and Domínguez, E. (2001) The role of temperature in the onset of the *Olea europaea* L. pollen season in south-western Spain. *Int. J. Biometeorol.* 45: 8–12.
- Galán, C., García-Mozo, H., Vázquez, L., Ruiz, L., Díaz de la Guardia, C. and Trigo, M.M. (2005) Heat requirement for the onset of the *Olea europaea* L. pollen season in several sites in Andalusia and the effect of the expected future climate change. *Int. J. Biometeorol.* 49: 184–188.

- García-Mozo, H., Orlandi, F., Galan, C., Fornaciari, M., Romano, B., Ruiz, L., Diaz de la Guardia, C., Trigo, M.M. and Chuine, I. (2009) Olive flowering phenology variation between different cultivars in Spain and Italy: modeling analysis. *Theor. Appl. Climatol.* 95: 385–395. doi: 10.1007/s00704-008-0016-6
- Giorgi, F. and Lionello, P. (2008) Climate change projections for the Mediterranean region. *Glob. Planet Chang.* 63 (2–3): 90–104.
- Hartmann, H.T. (1951) Time of floral differentiation of the olive in California. *Bot. Gaz.* 112: 323–327.
- Hendry, A.P. and Day, T. (2005) Population structure attributable to reproductive time: isolation by time and adaptation by time. *Molecular Ecology* 14: 901–916. doi: 10.1111/j.1365-294X.2005.02480.x
- Lavee, S. (1996) Biology and physiology of the olive. In IOOC (ed.) *World Olive Encyclopedia*. Madrid: International Olive Council, pp. 59–110.
- Meier, U. (2001) *Growth Stages of Mono and Dicotyledonous Plants*. BBCH Monograph, Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, Bonn.
- Meier, U. (1997) *Growth Stages of Plants, stades de développement des plantes*. Wien: Blackwell; Berlin: Wissenschafts-Verlag.
- Menzel, A., Tim, H., Sparks, T., Estrella, N., Koch, E., Aasa, A., Ahas, R., Alm-Kübler, K., Bissolli, P., Braslavská, O., Briede, A., Chmielewski, F.M., Crepinsek, Z., Curnel, Y., Ahl, A., Defila, C., Donnelly, A., Filella, Y., et al. (2006) European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Global Change Biology* 12 (2006)10. - ISSN 1354-1013 - p. 1969 - 1976. Characterization of the flowering phenology of the varieties of the world olive tree collection in Morocco for the selection of genotypes adapted to climate change - Mme Hayat Zaher
- Monselise, S.P. and Goldschmidt, E.E. (1982) Alternate bearing in fruit trees. *Horticultural Reviews* 4: 128–173.
- Nelson, M.N., Rajasekaran, R., Smith, A.B., Chen, S., Beeck, C.P., Siddique, K. and Cowling, W.A. (2014) Quantitative trait loci for thermal time to flowering and photoperiod responsiveness discovered in summer annual-type Brassica napus L. *PLOS ONE* 9 (7): 1–11.
- Osborne, C.P., Chuine, I., Viner, D. and Woodward, F.I. (2000) Olive phenology as a sensitive indicator of future climatic warming in the Mediterranean. *Plant Cell Environ.* 23: 701–710.
- Rallo, L. and Martin, G.C. (1991). The Role of Chilling in Releasing Olive Floral Buds from Dormancy. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116 (6), 1058–1062. DOI: <https://doi.org/10.21273/JASHS.116.6.1058>
- Recio, M., Cabezudo, B., Trigo, M.M. and Toro, F.J. (1997) Accumulative air temperature as a predicting parameter for daily airborne olive pollen (*Olea europaea* L.) during the prepeak period in Málaga (Western Mediterranean area). *Grana* 36 (1): 44–48.
- Sanz-Cortès, F., Martínez-Calvo, J., Badenes, M.L., Bleiholder, H., Hack, H., Llacer, G. and Meier, U. (2002) Phenological growth stages of olive trees (*Olea europea*). *Ann. Appl. Biol.* 140: 151–157.
- Schwartz, M.D. (ed.) (2003) *Phenology: An Integrative Environmental Science*. Dordrecht: Kluwer.
- Sokal, R.R. and Rohlf, F.J. (2000) *Biometry*. New York: Freeman and Co.
- Terral, J.-F., Alonso, N., Buxó Capdevila, R., Chatti, N., Fabre, L., Fiorentino, G., Marinval, P., Jorda, G.P., Pradat, B., Rovira, N. and Alibert, P. (2004) Historical biogeography of olive domestication (*Olea europaea* L.) as revealed by geometrical morphometry applied to biological and archaeological material. *Journal of Biogeography* 31: 63–77.
- Van Dijk, H. (2009) Evolutionary change in flowering phenology in the iteroparous herb *Beta vulgaris* ssp. *maritima*: a search for the underlying mechanism. *Journal of Experimental Botany* 60 (11): 3143–3155.
- Weis, A.E. and Kossler, T.M. (2004) Genetic variation in flowering time induces phenological assortative mating: quantitative genetic methods applied to brassica rapa. *American Journal of Botany* 91 (6): 825–836.
- Zach, S. and Zust, A. (2006) European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Glob. Chang. Biol.* 12 (10): 1969–1976.

Présentation faite au séminaire



Characterization of the flowering phenology of the world olive collection varieties in Morocco: towards selection of adapted varieties to global

Hayat ZAHER¹, Omar ABOU-SAAID^{1,2,3}, Adnane El YAACOUBI⁴, Abdelmajid MOUKHLI¹, Ahmed El BAKKALI⁵, Sara OULBI¹, Cherkaoui EL MODAFAR³ & Bouchaib KHADARI^{2,7}

¹ INRA, UR Amélioration des Plantes, Marrakech, Morocco

² AGAP Institut, Université de Montpellier, CIRAD, INRA, Institut Agro, Montpellier, France

³ Université Cadi Ayyad, Laboratoire Biotechnologie et Bio-ingénierie Moléculaire, FST Guéliz, Marrakech, Morocco

⁴ Université Sultan Moulay Slimane, École supérieur de technologie, Khenifra, Morocco

⁵ INRA, UR Amélioration des Plantes et Conservation des Ressources Phytogénétiques, Meknès, Morocco

⁶ Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles (CBNMed), Hyères, France

⁷ CBNMed, ACAP Institute, Montpellier, France

INTRODUCTION


The olive tree constitutes a remarkable species by its biological and ecological characteristics widely cultivated in many regions of the world, particularly in the Mediterranean area




However, this crop is faced to climatic constraints in the current context of global warming, perturbing its biological, physiological and phenological development

INTRODUCTION


Air temperature, uncontrolled, is the most important abiotic factor affecting olive development


 It mainly involved in the dormancy and flowering process during winter and spring respectively

 In fact, the bud dormancy onset and its breaking date phase are strongly influenced by winter chill; while the flowering achievement is highly correlated to spring heat

3

INTRODUCTION

 In addition to the biennial bearing of olive, the annual temperature variations during these two periods seem to have significant negative consequence on the development cycle of tree production resulting in economic repercussions

 At phenological level, it was reported that **increase of temperature during winter and spring** induced **flowering advance** of olive cultivars in some Mediterranean areas such as Morocco, France, Spain, Italy and Tunisia

4

INTRODUCTION

Evolutionary flowering time change studies Gained considerable attention in view of the current global climate change



Ongoing climate variation can affect olive flowering time and ecological dynamics

5

OBJECTIVES

Flowering time is a key adaptive trait



We investigated Flowering time of **331 olive cultivars** in the **OWGB-M** Marrakech using **BBCH scale**



Evaluate inter annual variation on flowering time and flowering period of **OWGB – Marrakech**



Classify varieties of the **OWGB – Marrakech** collection depending on **Flowering time** and **Flowering duration**.

6

Materials & Methods

- Phenological observations were conducted out on 331 cultivated *Olea europaea* (L.) cultivars identified based on 554 accessions and originating from 14 Mediterranean countries. Each cultivar is represented by at least 3 trees.



Origine	Nombre d'accessions	Années de plantation
Italie	146	2003/2004
Espagne	89	2003/2004
Chypre	20	2004
Grèce	17	2003
Portugal	15	2003
France	13	2003
Tunisie	25	2005/2008/2011/2012
Maroc	38	2007/2008
Algérie	43	2008
Croatie	16	2008
Egypte	19	2008
Slovénie	9	2008
Syrie	65	2009
Liban	6	2009

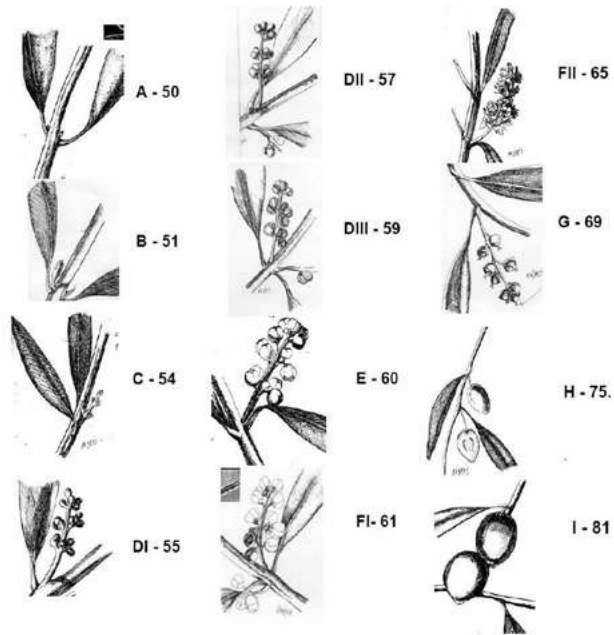
7

Materials & Methods

- According to the BBCH scale, phenological stages related to the olive inflorescence emergence and flowering were recorded over six years 2014-2019 overall the WOGBM.
- Observations were carried out every two or three days from the first February to the end of the flowering period to determine the date of inflorescence emergence stages (stage 51 to Stage 59) and flowering stages (stage 61, 65 and 69) according to the BBCH scale for olive tree (Meier, 2001).
- Phenological data have been converted according to their corresponding Julian days, starting from the first of January of each year (DOY: Day of the Year).
- All statistical data analyses were run in the R programming environment (R Development Core and Team, 2021; version R 3.6.3)

8

Phenological stages



9

Flowering stages



Stage
51

Stage
54

Stage
55

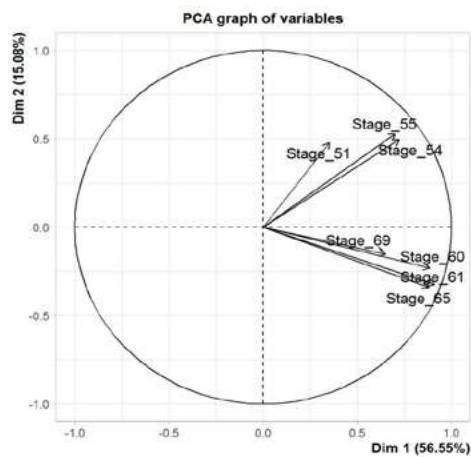
10

Flowering stages



11

Results

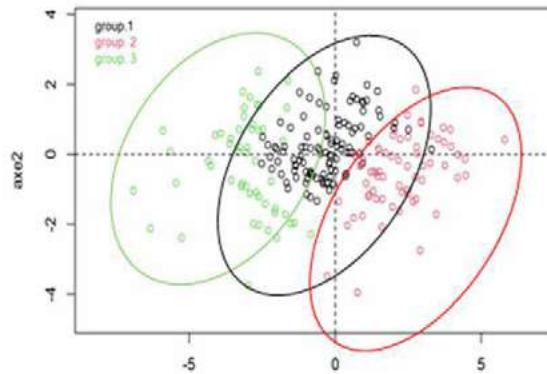


High correlation between flowering stages

12

Results

Principal components Analysis (PCA) of the phenotypic variability observed within the OWGB Marrakech collection

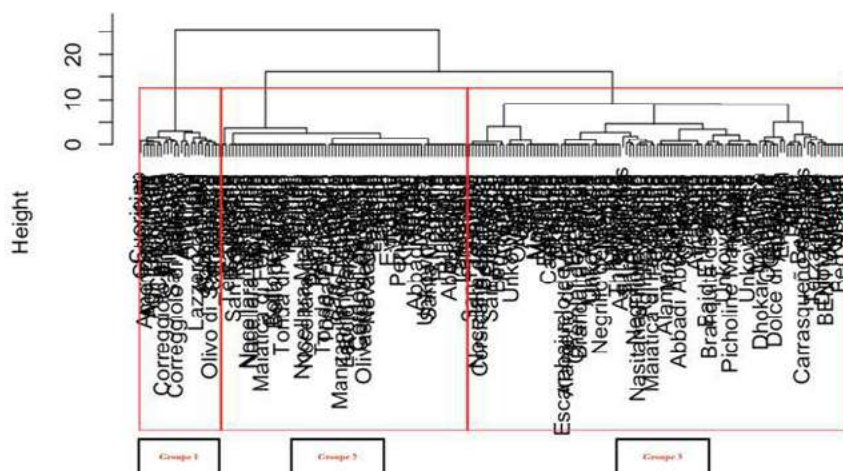


19

13

Results

Cluster Dendrogram



14

Results

Three groups :

- 🌱 Early flowering : Arbequine, Karolia, Lechin de Sevilla, Manzanilla de Sevilla, Hojiblanca...
- 🌱 Intermediate flowering : Picholine marocaine, Picholine de Languedoc, Sigoise, Lucques; Koroneiki; Chemlal de Kabilye
- 🌱 Late flowering : Picual, Leccino, Mastoidis Haouzia, Ottobratica, Chetoui ...

15

Results

- 🌱 Significant differences among cultivars were observed for all the evaluated flowering stage
- 🌱 Higher values of flowering stage 51 phenological data were obtained for cultivars with supposed low Chilling requirement
- 🌱 The budburst stage 51 is significantly negatively correlated to the flowering duration measured as the DOY (day of the year) difference between the beginning of flowering (stage 61) to the end of flowering (69).

16

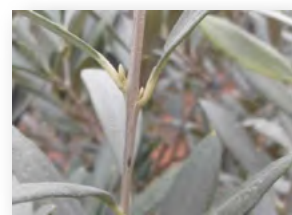
Conclusion & Perspectives

- ✿ A wide range of variation was found in the WOGB Marrakech collection for all Phenological data
- ✿ Our results concerning flowering dates of the WOGBM cultivars showed an important significant year effect, followed by cultivar
- ✿ Flowering date for olive cultivars ranged over years between 91 DOY (April 1st) in the year 2019 to 150 DOY (May 30th) in the year 2016.
- ✿ Clustering of cultivars according to ward's method showed 3 groups : the early, intermediate and late flowering groups

17

Conclusion & Perspectives

- ✿ Stage 51 is a key stage of olive's trees flowering phenology, its early observation is correlated with long flowering period. Flowering period observations show correlation between a short flowering period and the increase of temperature expressed by the sum of degree-days.



Stage 51

- ✿ As the selection basis of adapted cultivars to global warming, our classification of olive Mediterranean genetic resources should be validated by further investigations, validating the statistical approach by the experimental one.

18



CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LE SECTEUR ORNEMENTAL : POINT DE VUE D'UN OBTENTEUR

M. Robert Boehm

Chef de biotechnologie, Selecta One, Allemagne

Le document donne une brève impression sur l'adaptation au changement climatique dans le secteur ornemental. Ce secteur de l'horticulture est beaucoup plus petit que le secteur agricole, bien qu'il soit également affecté par les conséquences du changement climatique.

Le groupe Selecta One est leader mondial dans l'obtention, la culture et la commercialisation de plantes ornementales à multiplication végétative. En vendant environ 600 millions de jeunes plants par an dans le monde entier, Selecta One dessert tous les marchés concernés, en particulier les États-Unis d'Amérique, l'Europe et l'Asie. Le portefeuille de produits comprend des espèces de plantes à massifs, mais aussi des plantes vivaces et des plantes en pot. L'assortiment est assez large et le département d'obtention travaille actuellement sur plus de 60 genres et espèces différents.

Le changement climatique menace la façon dont ces plantes ornementales sont cultivées, en particulier compte tenu des périodes prolongées de sécheresse et de stress thermique causés par l'irradiation solaire. C'est ce à quoi nous devons faire face à l'avenir.

Les plantes ornementales, y compris les prêts, sont intensivement entretenues par les jardiniers et les consommateurs finaux; cela comprend un arrosage et des soins appropriés pour conserver la valeur ornementale pendant l'été et les périodes de sécheresse. Pour ce faire, beaucoup d'eau est gaspillée. Le stress résiduel de la sécheresse et les dommages supplémentaires dus au stress thermique entraînent néanmoins une diminution de la valeur ornementale, ce qui entraîne également une sensibilité accrue aux ravageurs et aux maladies ainsi que des consommateurs frustrés qui ne sont plus disposés à investir davantage dans les plantes ornementales. Ainsi, il existe une forte demande de plantes tolérantes à la sécheresse et à la chaleur, également dans le secteur ornemental.

Il existe de nombreuses adaptations différentes que les plantes ont réalisées pour tolérer ou pour échapper au stress hydrique et de la chaleur, englobant des adaptations morphologiques et physiologiques, qui sont génétiquement assez complexes.

Contrairement à l'agriculture, le secteur ornemental se caractérise par une forte variabilité génétique entre les espèces et au sein des espèces. Les différentes variétés sur le marché sont fortement hétérozygotes, ce qui rend la sélection difficile et la transférabilité des connaissances en sélection d'une espèce à l'autre, voire d'une variété à l'autre, est faible.

Pour améliorer la tolérance au stress hydrique et de la chaleur chez les plantes ornementales, des adaptations spécifiques uniques peuvent être ciblées pour améliorer les plantes par sélection, comme une biosynthèse accrue d'acide, une surface foliaire réduite, une juxtaposition sur la feuille ou autre. Mais si vous regardez le fond génétique, vous trouvez des traits hautement quantitatifs, avec de nombreux mécanismes impliqués, résultant en un héritage complexe.

Pour suivre une approche de sélection traditionnelle, nous avons d'abord développé des protocoles de phénotypage pour caractériser la tolérance au stress hydrique dans des essais en serre. Pour cela, nous avons mesuré de nombreux paramètres différents dans de grands pots de 4 l (paniers). De cette manière, nous avons pu identifier la variation génétique dans l'assortiment existant concernant la tolérance globale au stress hydrique, sans nous concentrer sur des mécanismes uniques.

Cependant, lorsque vous essayez d'augmenter la tolérance au stress hydrique en croisant délibérément des lignées tolérantes, la descendance se divise à nouveau en ce qui concerne ce trait en raison de la nature hétérozygote du matériel génétique. Il n'est pas possible de pyramidiser les gènes nécessaires et d'augmenter ainsi considérablement la tolérance au stress hydrique.

Les approches biotechnologiques peuvent ici servir d'alternative. Il y a 15 ans, Selecta a essayé une telle approche biotechnologique pour augmenter la tolérance au stress hydrique en collaboration avec Mendel Biotechnology aux États-Unis d'Amérique, fournissant des gènes de facteur de transcription à partir de *Arabidopsis thaliana* qui sont liés à la tolérance au stress hydrique. Nous avons introduit et surexprimé différents gènes de facteurs de transcription dans différentes espèces ornementales, principalement des pétunias, et nous avons régénéré de nombreuses lignées transgéniques, surexprimant ces facteurs de transcription. Nous les avons largement testés en serre et également lors d'essais sur le terrain aux États-Unis d'Amérique. Au final, nous sommes arrivés à des lignées candidates transgéniques avec des besoins en eau réduits de 30% en début de saison, mais cet effet diminuait de plus en plus au cours de l'été. Dans l'ensemble, nous n'avons pas obtenu une nette augmentation de la tolérance au stress hydrique et des économies d'eau. L'effet n'était pas assez élevé et pas vraiment prévisible, car les gènes des facteurs de transcription surexprimés activent des voies de biosynthèse très complexes et spécifiques qui semblent être régulées différemment dans les différentes espèces végétales.

Mais les protocoles de phénotypage élaborés nous ont permis d'identifier des variétés tolérantes au stress hydrique dans notre assortiment existant. Ceci a permis d'évaluer une troisième stratégie pour les produits tolérants au stress hydrique, la sélection. Cela repose sur l'identification de cultivars existants qui sont naturellement plus adaptés à la tolérance au stress hydrique. De plus, l'identification et le développement de nouvelles espèces avec une tolérance au stress abiotique naturellement évoluée comme les graminées, les plantes Crassulaceae ou d'autres xérophytes peuvent contribuer aux espèces et variétés à massif existantes.

Ces nouvelles sélections ont conduit à notre première série commerciale de variétés tolérantes au stress hydrique appelée la série *Planta Morgana*. Ici, nous fournissons à nos clients des variétés éprouvées tolérantes à la sécheresse et à la chaleur parmi les espèces traditionnelles à massif, complétées par de nouvelles espèces qui s'intègrent dans cette série en raison de leur valeur ornementale.

En guise de message à retenir, la présentation a montré des exemples de différentes approches de sélection et d'obtention pour améliorer la tolérance au stress dû à la sécheresse et à la chaleur chez les plantes ornementales. Dans la première approche, la stratégie de sélection traditionnelle a été utilisée, mais les résultats montrent qu'il est assez difficile d'augmenter la tolérance au stress de la sécheresse et de la chaleur dans les variétés traditionnelles de plantes en pot. Ils sont génétiquement hautement hétérozygotes, ce qui empêche de pyramidiser efficacement des gènes importants de manière délibérée.

La deuxième approche était basée sur la surexpression de gènes de facteurs de transcription régulateurs. Cette stratégie biotechnologique n'a pas réussi car il y a trop peu de connaissances de base sur les voies moléculaires détaillées et la régulation des gènes dans les variétés ornementales et la transférabilité des fonctions des gènes entre les espèces ou les variétés est faible.

La meilleure stratégie peut être la stratégie de sélection. Ici, vous utilisez la variabilité génétique donnée dans le pool génétique d'un sélectionneur et sélectionnez des variétés tolérantes au stress de la sécheresse, ou même sélectionnez et développez de nouvelles espèces avec une tolérance élevée au stress de la sécheresse et de la chaleur naturellement évoluée pour le marché.

Présentation faite au séminaire



Climate Change in the Ornamental Sector – A Breeder's Perspective

Dr. Robert Boehm



20.09.2022

www.selecta-one.com

1

The Selecta Group



We are **selecta one**, a company globally leading in breeding, growing and marketing of vegetatively propagated ornamental plants.



With 11 own production sites and sales offices in Europe, Africa, Asia and America, we serve all relevant markets worldwide.

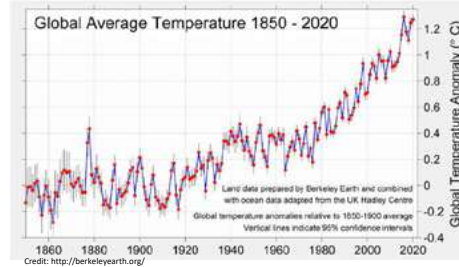
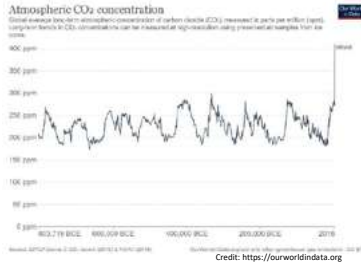


20.09.2022

www.selecta-one.com

3

Climate change is a reality



20.09.2022

4

Impact for ornamental culture



- Extended care and water supply
- Heat stress damages
- Reduced ornamental value
- Increased Susceptibility for pests & diseases
- Dissappointed consumer



Urban gardening



Landscaping



Woody plant Arrangements

5

Impact for ornamental culture

selecta
we love to grow®

- Extended care and water supply
- Heat stress damages
- Environmental value
- High demand for pests & diseases



Urban gardening



Landscaping



Woody plant Arrangements

High demand for drought and heat stress tolerant plants

6

Natural drought stress adaptations

selecta
we love to grow®

Morphological :

- Compact, delayed growth
- Elongated root system
- Stoma density and distribution
- Hairy or waxy leaf surfaces



Physiological :

- Altered stoma management (ABA metabolism)
- Osmoregulation capacity

Complex :

- Tolerance to high leaf temperatures
- High recovery rate after wilt
- High water use efficiency



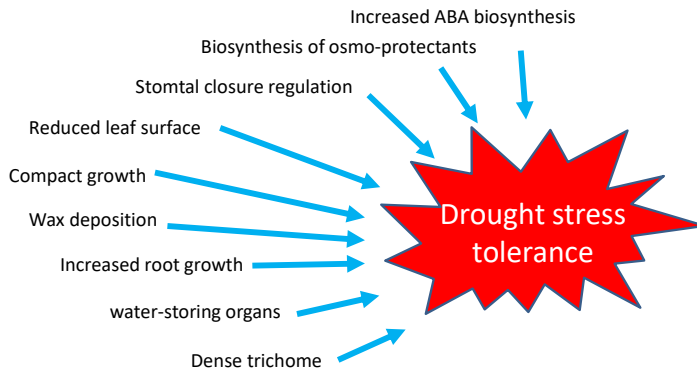
20.09.2022

www.selecta-one.com

Credit: www.selecta-one.com

7

Breeding strategies for drought stress tolerance



20.09.2022

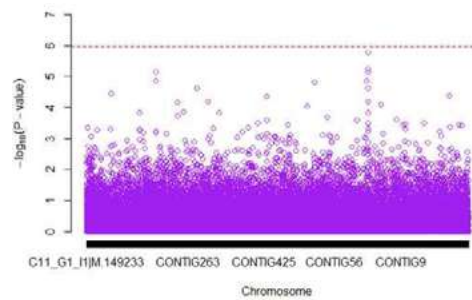
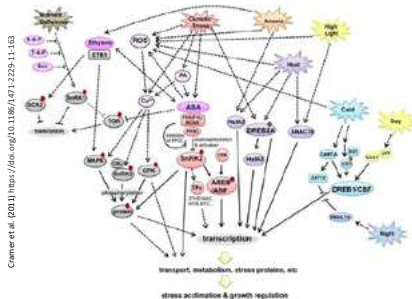
www.selecta-one.com

8

Genetic background of abiotic stress tolerances



- Highly quantitative traits
- Many mechanisms involved
- Polygenic, multilocus molecular base
- Complex inheritance
- Hard to deliberately pyramidize by crossing

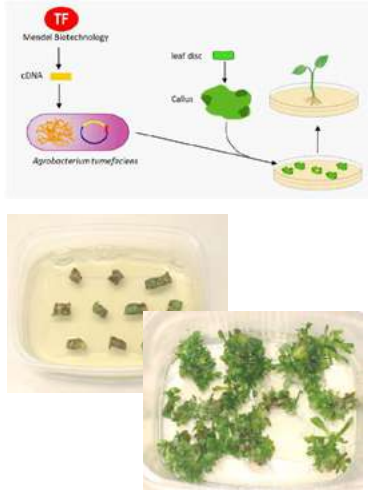


20.09.2022

www.selecta-one.com

9

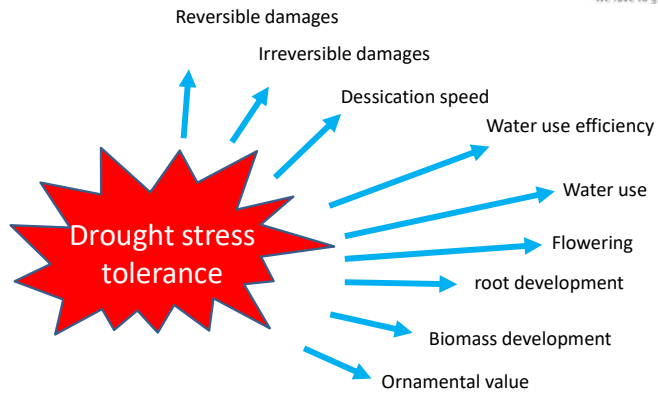
Biotechnological approach at Selecta



Transcription factor	Protein family	Trait
CBF1	AP2 TF	Frost
CBF2	AP2 TF	Frost
CBF3	AP2 TF	Frost
ESF1	AP2 TF	Frost, Drought
G1073	AT Hook TF	Drought
G481	NF-YB	Cells Drought
G1274	MIRKYTF	Cells Drought
G47	AP2/ERF	Drought
S882	MYO TF	Cold, Drought, Heat
G1782	ERF TF	Pathogens, Drought, Cold
G26	ERF TF	Pathogens
G913	AP2 TF	Cells, Drought
G2133	AP2/ERF	Drought
G264	RTR3MYB TF	Cold
G234	ERF TF	Drought
G1785	ERF TF	Pathogens, Drought



Breeding strategies for drought stress tolerance



Phenotyping Drought Stress in Baskets



- Variants: well-watered, watering weekly and 2-weekly
- Repeated visual evaluation over 4 weeks

- Water use (WU) : ml/d
- Water use efficiency (WUE) : g fg/g water
- Reversible threshold water content (TWC_{rev}) : mbar
- Irreversible threshold water content (TWC_{irr}) : mbar
- Desiccation speed (DS) : dOV/dt
- Biomass 10 weeks after cutting
- Biomass ratio fw/dw
- Flower canopy (FCC)
- overall ornamental value (OV)



20.09.2022

www.selecta-one.com

12

Selection for tolerant genotypes/varieties



Pictures taken after 14 days water withdraw, before watering

20.09.2022

www.selecta-one.com

13

Substitution by new cultures

selecta
we love to grow®

- Species with naturally evolved plant stress tolerance mechanisms
- C4/CAM-metabolism, drought-adapted morphology
 - Grasses
 - Crassulaceae (Sedum, Echeveria)
 - Xerophytes (Helichrysum, Calocephalus)
 - Others (Portulak, Brachyscome, Felicia)



20.09.2022

www.selecta-one.com

15

Marketing tolerant Varieties/Cultures

selecta
we love to grow®

- Recommendation of more drought stress tolerant plant series
- Marketing with POS-material (pots, banner, label)



20.09.2022

www.selecta-one.com

16

Take-home message



Strategy	Prerequisite	
Biotechnological strategy	Detailed molecular knowledge of pathways, genes and regulation network	😞
Breeding strategy	Successful pyramidization of different pathways. Acceptance of compact plants	😐
Selection strategy	Characterization tools for drought stress tolerance	😊

18

The Future ?



19

selecta
*we love to grow**



ADAPTATION DES VARIETES DE CEREALES AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LES PAYS NORDIQUES : SUR QUELLES CARACTERISTIQUES LA SELECTION VEGETALE PEUT-ELLE INTERVENIR ET SUR LESQUELLES EST-CE PLUS DIFFICILE?

Mme Tina Henriksson

Responsable du groupe Sélection, céréales & légumineuses et obtentriche principale de bléd'hiver, Entreprise Suédoise Lantmännen, Suède

Lantmännen est une coopérative appartenant à des agriculteurs suédois; environ 90% des agriculteurs suédois détiennent une part dans la coopérative.

Lantmännen investit environ 100 millions de couronnes suédoises dans l'obtention végétale chaque année, et bien qu'il s'agisse d'une très petite proportion de Lantmännen, nous avons 10 programmes d'obtention, trois stations d'obtention et un investissement assez important dans de nouvelles installations. Nous avons récemment investi dans des chambres climatiques et des installations de génotypage pour poursuivre le développement de nos variétés.

Pourquoi avons-nous besoin d'une obtention végétale en Suède? La réponse est que nous sommes un petit pays du nord et que nous avons besoin de cultures adaptées à l'agriculture et aux pratiques agricoles suédoises. Nous devons adapter certaines cultures à la durée de nos journées, qui est très différente au cours de l'année – dans la partie nord de notre zone de culture, nous n'avons en effet aucune nuit pendant les mois d'été. Nous devons également nous efforcer de réduire notre impact environnemental. C'est un choix politique autant qu'un choix climatique. Notre objectif est d'augmenter la valeur de l'exploitation pour les agriculteurs suédois qui sont nos propriétaires. Nous voulons essayer d'élargir notre marché d'exportation. Et, comme nous sommes un petit pays du nord, nous devons le faire nous-mêmes.

Lantmännen est une entreprise assez importante. Nous possédons toute la chaîne de production, de l'obtention végétale aux céréales en passant par les moulins et les industries comme les boulangeries, et nous fabriquons des produits de consommation.

Nous travaillons avec presque toutes les cultures cultivées dans le pays. Nous travaillons avec du blé d'hiver, du triticale d'hiver, de l'orge de printemps, de l'avoine de printemps, des féveroles et des pois, et nous travaillons avec toutes les différentes graminées fourragères et légumineuses fourragères cultivées dans notre environnement. Les fourrages sont en fait la plus grande culture en Suède. Nous travaillons également avec des pommes de terre et du salix.

Nous avons des stations de sélection dans différentes parties du comté. La station principale se trouve dans le sud de la Suède, mais nous avons également une station de sélection assez loin au nord et deux stations intermédiaires, dans les zones de culture les plus importantes. Nous avons également une station de sélection à Emmeloord aux Pays-Bas.

Le changement climatique a des perspectives différentes selon que l'on considère le court ou le long terme. L'obtention végétale est un puissant outil de création de valeur, et la sélection végétale est capable d'adapter les variétés de manière efficace, si l'on se contente de suivre le changement climatique. Mais il y a des composantes du changement climatique avec lesquelles il est très difficile de travailler. L'obtention végétale crée des variétés

robustes et est très importante pour la sécurité agricole des agriculteurs.

À court terme, nous devons gérer ce changement en ajoutant plus d'emplacements – et peut-être des emplacements dans le sud afin que nous puissions être préparés. Nous devons utiliser de nouveaux marqueurs pour la tolérance au stress et développer davantage de marqueurs. Nous devons utiliser de nouvelles méthodes d'obtention pour la tolérance au stress. Et nous devons recourir davantage à l'obtention pour les caractéristiques des racines et développer des méthodes pour mesurer ces dernières.

Ce que nous faisons beaucoup actuellement, c'est utiliser de nouvelles méthodes d'analyse d'images dans le processus d'évaluation et de sélection pour pouvoir voir des choses que nous ne pouvons pas constater de nos propres yeux, mais que nous pouvons voir avec des drones et/ou des caméras spécialisées. Ce domaine de travail sera élargi dans un proche avenir.

Nous avons également commencé à utiliser la sélection génomique avec l'obtention rapide et la sélection par marqueurs pour accélérer le développement de nouveaux parents dans les programmes d'obtention.

À long terme, nous avons besoin, ici dans le nord, d'examiner de nouvelles cultures, peut-être d'examiner de nouveaux caractères avec lesquels nous n'avons pas l'habitude de travailler, et de rechercher de nouvelles résistances pour des caractéristiques que nous n'avons pas eu à rechercher avant – par exemple, différentes maladies et aussi différents insectes.

Obtention végétale 3.0, phénotypage de précision. L'analyse d'images est un exemple de ce que nous faisons pour essayer de suivre le changement climatique et être de plus en plus efficace. Nous essayons d'utiliser autant que possible des images de drones pour évaluer et prendre des décisions, afin d'obtenir plus d'informations sur chaque parcelle de rendement qu'auparavant. La sélection génomique sur laquelle nous travaillons est associée à l'obtention rapide pour essayer de nous assurer que nous pouvons évaluer autant de matériel que possible, le plus rapidement possible.



Figure 1: . Les plantes individuelles sont génotypées et une façon de présenter le résultat est un dendrogramme indiquant dans quelle mesure elles sont liées les unes aux autres.

Présentation faite au séminaire



Lantmännen has a yearly investment of 100 MSEK in Swedish plant breeding

- Lantmännen Plant Breeding:
- 10 breeding program
- 3 breeding stations
- Large investment in new infrastructure-climate chambers and genotyping facilities



Why Swedish plant breeding?

- Adaptation to Swedish agricultural practices
- Adaptation to day length
- Lowering environmental impact
- Increased value for Swedish farmers
- Increased export
- We are a small country and nobody else will do it....



3

Lantmännen has the whole value chain

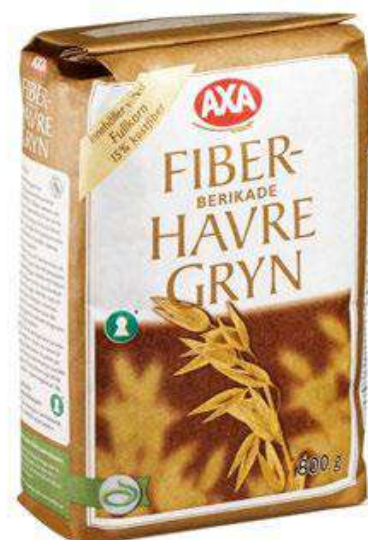
Plant breeding

Grain

Mills

Industry

Consumer products



We work with a large number of crops

Cereals

- Winter wheat
- Winter triticale
- Spring barley
- Spring oats

Pulses

- Faba beans
- Peas

Forages

- Forage grasses
- Forage legumes

Potatoes

Salix



Our plantbreeding stations

Svalöv

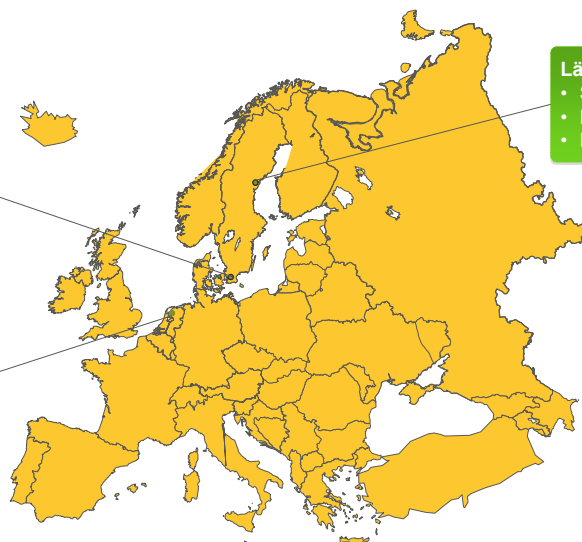
- Winter wheat
- Winter triticale
- Spring barley
- Spring oat
- Peas
- Field beans
- Forage grass
- Forage legumes
- Salix

Emmeloord

- Triticale
- Potatoes

Lännäs

- Spring barley
- Forage legumes
- Forage grass



Climate change in short and the long run - can plant breeding meet the challenges?

- Plant breeding is a powerful tool to create value
- Plant breeding slowly but surely follows climate change and adapts the varieties
- Plant breeding creates robust varieties and on farm security for farmers

In the short run

- adding of more locations with different environmental challenges,
- use of more selection for root traits and development of methods for this
- Use of new methods for selecting for stress tolerance,
- Use of new markers for stress tolerance-development of these
- Use of new image analysis methods in the evaluation and selection process
- Use of genomic selection together with speed breeding and marker selection to speed up the development
- In the long run,


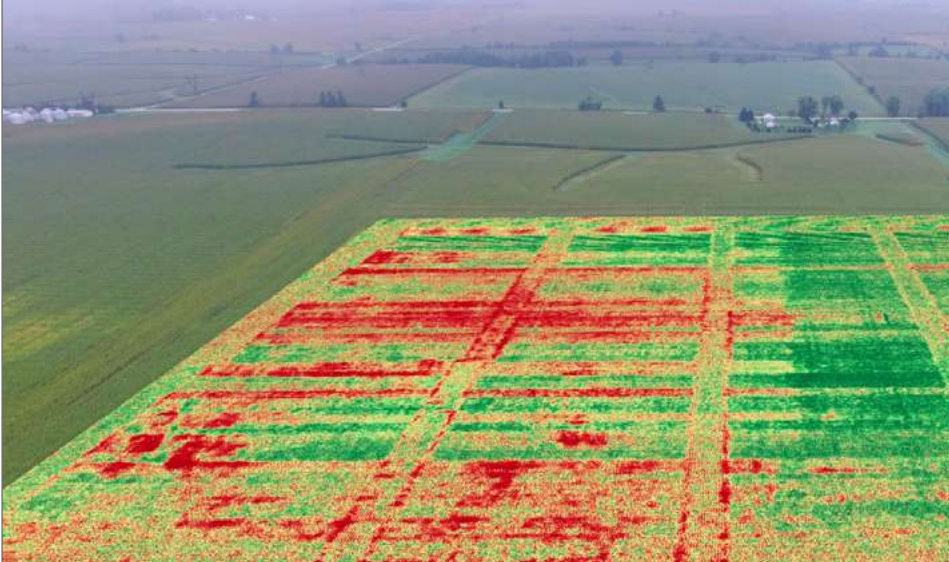


In the long run

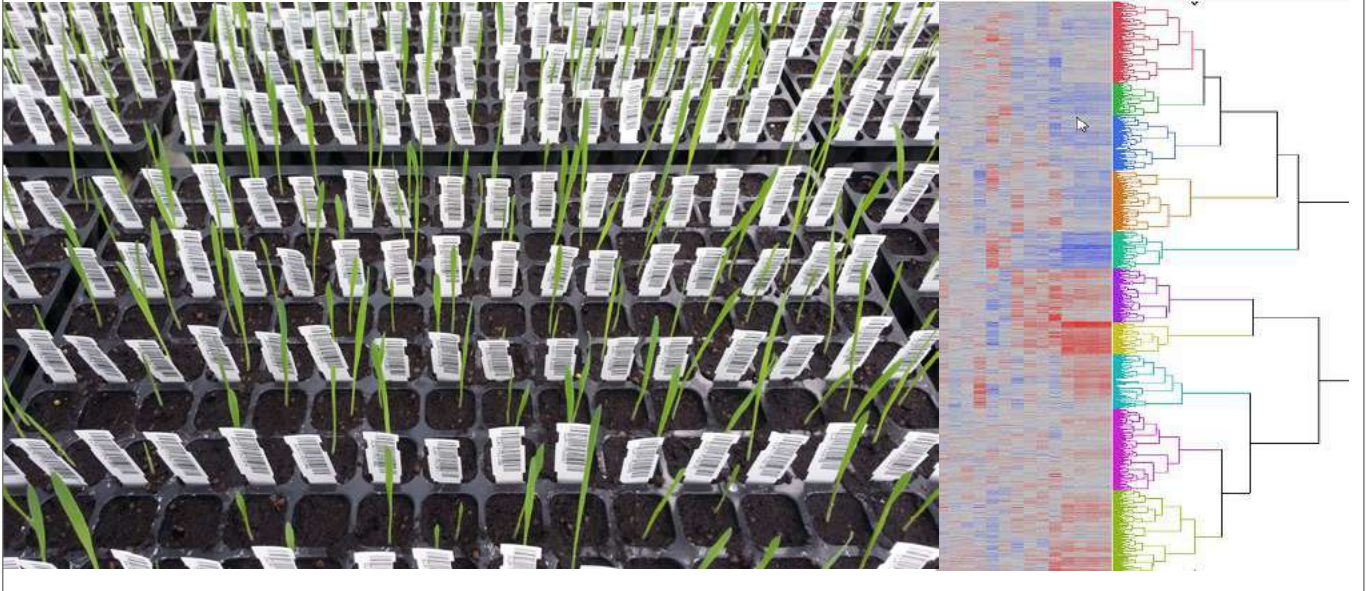
- New crops
- New characters
- New resistances

9

Växtförädling 3.0 – Precisions fenotypning

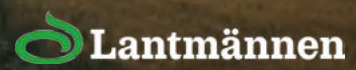


Växtförädling 3.0 – Genomik



Tina Henriksson
senior winter wheat breeder

tina.henriksson@lantmannen.com



SELECTION LOCALE DE FUTURES CULTURES MIEUX ADAPTEES AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : ENSEIGNEMENTS TIRES DE L'EXPERIENCE DU NEPAL

M. Pitambar Shrestha et M. Nirangjan Pudasaini

Initiatives locales pour la biodiversité, la recherche et le développement (LI-BIRD), Népal

CONTEXTE ET INTRODUCTION

L'impact du changement climatique sur l'agriculture est aussi grave que dans d'autres secteurs. Ainsi, les instituts de recherche agricole ont commencé à concentrer leurs travaux sur le développement de nouvelles variétés et technologies adaptées aux changements climatiques. Dans le cas du Népal, l'Institut national de recherche sur le riz (NRRP) a dévoilé certaines variétés de riz qui tolèrent la sécheresse tandis que d'autres sont adaptées aux conditions d'engorgement. En examinant la littérature, nous pouvons également trouver des recherches similaires menées sur d'autres cultures céréalières, telles que le blé et le maïs, par le biais de croisements et d'autres méthodes d'obtention végétale. Cependant, les instituts de recherche n'ont pas mis beaucoup l'accent sur l'exploration, l'évaluation et l'utilisation des variétés de cultures traditionnelles de plusieurs espèces de cultures disponibles dans le champ des agriculteurs dans le programme d'obtention par sélection à partir de la diversité existante, également connue sous le nom d'obtention végétale de base.

Le Népal est connu comme un pays pionnier dans la sélection végétale participative (PPB), et les chercheurs ont développé différentes méthodes de PPB, y compris l'obtention végétale de base. La sélection végétale à la base est une méthode simple, efficace et efficiente d'obtention végétale qui renforce les compétences des agriculteurs en matière de sélection, de production et de commercialisation des semences (Sthapit et Rao 2009; Sthapit *et al.* 2013). Dans cette méthode, la sélection d'échantillons de semences des caractères souhaités à partir de la diversité existante des variétés traditionnelles est sélectionnée par les agriculteurs et les chercheurs dans le champ des agriculteurs. Le processus d'obtention implique l'évaluation des besoins, l'évaluation de la diversité, la sélection des caractéristiques préférées, l'enregistrement de la lignée sélectionnée auprès du National Seed Board (NSB) et la mise à disposition des semences par le biais de banques de semences communautaires (CSB) ou d'une approche de production de semences à base communautaire (CBSP). Il s'agit également d'un processus d'intégration des variétés paysannes dans le système formel.

La méthode d'obtention végétale à la base est très pertinente dans des pays comme le Népal, où une riche diversité existe dans les champs des agriculteurs. Et dans des pays comme le Népal, le programme formel d'obtention végétale n'a accordé que peu ou pas d'attention aux cultures telles que l'éleusine, le millet des oiseaux, le millet commun et les amarantes, car elles sont considérées comme des cultures mineures. Cependant, compte tenu des propriétés nutritionnelles et d'autres caractéristiques telles que la sécheresse et la maturité précoce, ces cultures sont connues comme des cultures résistantes au climat et futures intelligentes. Dans les hautes terres du nord-ouest du Népal, ces cultures sont essentielles pour la sécurité alimentaire (Parajuli *et al.* 2016), car la géographie et les conditions climatiques ne sont pas favorables à des cultures comme le riz. Cela signifie que les communautés agricoles n'ont d'autre choix que de cultiver des variétés traditionnelles qu'elles cultivent depuis de nombreuses années.

En 2015, avec l'aide financière du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE)/Fonds pour l'environnement mondial (FEM), Bioversity International a collaboré avec Local Initiatives for Biodiversity, Research and Development (LI-BIRD) et Nepal Agricultural Research Council (NARC) pour la mise en œuvre du Local Crop Project (LCP). Le LCP a été mis en œuvre dans quatre districts montagneux du Népal, à savoir Dolakha, Lamjung, Jumla et Humla, et avait pris en compte huit cultures de montagne – millet des oiseaux, éleusine, millet commun, amarante, haricots, riz de haute altitude, sarrasin et orge nue – comme cultures obligatoires pour les activités de

¹ <http://himalayancrops.org>

recherche et de développement. Et la méthode d'obtention végétale de base a été appliquée au millet des oiseaux, à l'éleusine, au millet commun et aux haricots. Ce chapitre présente la méthodologie et les résultats de la sélection végétale à la base sur les quatre premières cultures susmentionnées.

Exemple de cas 1 : millet des oiseaux

Le millet des oiseaux (*Setaria italica*) était une culture de base importante il y a 30 à 40 ans dans le village de Ghanpokhara du district de Lamjung au Népal. Cependant, sa culture a commencé à décliner en raison de l'expansion du réseau routier dans le village alors que les gens commençaient à manger du riz du marché. L'enquête auprès des ménages menée en 2015 a révélé que seuls 10% des ménages cultivaient le millet des oiseaux. La superficie moyenne et la production par ménage étaient de 635 m² et 89,4 kg respectivement (Gurung *et al.* 2016). Tout en partageant ces découvertes et les propriétés nutritionnelles du millet des oiseaux avec la communauté locale, ils ont réalisé l'importance du millet des oiseaux et ont convenu d'améliorer cette culture. Ainsi, 15 variétés locales de millet des oiseaux, y compris des accessions de la Banque nationale de gènes, des collections d'autres sites du projet et six variétés disponibles localement, ont été évaluées à la ferme. La communauté locale a préféré leur variété, Bariyo Kaguno, d'autres variétés ne pouvant pas rivaliser avec elle sur le rendement, le goût et la granulométrie.

À partir de ce moment, la recherche s'est focalisée sur cette variété; des échantillons de graines de Bariyo Kaguno ont été collectés auprès de cinq agriculteurs gardiens du même village, mélangés pour maintenir la diversité au sein de la variété et plantés dans le champ des agriculteurs. L'année suivante, de véritables panicules de type Bariyo Kaguno ont été sélectionnées conjointement par les agriculteurs et les chercheurs dans le cadre d'un processus de purification des semences. Les panicules sélectionnées ont été multipliées et distribuées à de nombreux agriculteurs sous forme améliorée de Bariyo Kaguno. Dans le même temps, des données qualitatives et quantitatives ont été collectées et la variété a été enregistrée auprès du NSB en tant que première variété officiellement enregistrée de millet des oiseaux.

Le LCP a également facilité la création de la banque de semences communautaire de Ghanpokhara pour promouvoir la conservation et l'utilisation des variétés locales. Les membres du CSB ont été formés à la fois au développement institutionnel et à la production de semences de qualité de millet des oiseaux et d'autres cultures. La commercialisation des semences et des céréales était un autre problème avec le millet des oiseaux. Ainsi, le projet a également travaillé sur ces aspects. Aujourd'hui, la banque de semences communautaire de Ghanpokhara produit des semences et collecte des grains de millet des oiseaux pour la commercialisation. Bien qu'en petite quantité, le millet des oiseaux a été une source de revenus pour les agriculteurs de Ghanpokhara, Lamjung.

Exemple de cas 2 : éleusine

Le district de Jumla est situé dans les hautes collines de l'ouest du Népal. Le LCP a concentré ses travaux sur l'éleusine (*Setaria italica*) comme l'une des huit cultures visées par le mandat. L'obtention végétale de base a été appliquée à la variété d'éleusine *Rato Kodo*. Comme dans le cas du millet des oiseaux, 49 variétés d'éleusine ont été collectées à partir de diverses sources, y compris *Rato Kodo* du village de Hanku, et testées là-bas. Parmi les entrées de test, la variété *Rato Kodo* de la même localité a donné un bon rendement. Les agriculteurs ont préféré cette variété par rapport à d'autres variétés testées pour un rendement en grain plus élevé, une taille de grain grasse et une capacité de battage facile. Par conséquent, des échantillons de semences de *Rato Kodo* ont ensuite été collectés auprès de divers agriculteurs du village de Hanku pour saisir l'hétérogénéité au sein de la variété. Les graines ont été mélangées et plantées en une seule entrée. Sur la base des critères de sélection des agriculteurs, de véritables panicules de type *Rato Kodo* ont été sélectionnées et la graine a été regroupée et multipliée. L'année suivante, la semence a été distribuée à de nombreux agriculteurs pour être testée en tant que *Rato Kodo*. Dans le même temps, les données et informations requises ont été collectées et la variété a été enregistrée au NSB. En tant qu'institution communautaire, le LCP a facilité la création de la Hanku Community Seed Bank. La CSB a pris la responsabilité de la production de semences et de la distribution de *Rato Kodo* et d'autres variétés locales dans la localité.

Exemple de cas 3 : amarante

Amarante (*Amarante spp.*) était une autre culture incluse dans le programme d'obtention végétale de base du village de Hunku dans le district de Jumla. L'enquête auprès des ménages réalisée en 2015 a révélé que 30% des ménages cultivaient l'amarante. À Jumla, l'amarante est plantée comme culture de bordure, tandis que l'éleusine, les haricots ou d'autres cultures ont été plantés comme culture principale. L'équipe du LCP a collecté plusieurs accessions dans et autour des villages de Hunku et de Talium, y compris *Lal Marsé*, littéralement "l'amarante rouge", du village de Talium. En testant les collections à Talium, la communauté a préféré Lal Marsé de Talium, principalement pour un rendement élevé et une grande granulométrie. Ainsi, une sélection paniculaire a été effectuée, et les semences ont été multipliées et distribuées à de nombreux agriculteurs du district de Jumla. Dans le même temps, les données et informations requises ont été collectées et la variété a été enregistrée auprès du NSB. La banque de semences communautaire de Hunku créée avec le soutien du LCP assure la production et la distribution de semences de la variété enregistrée *Lal Marsé* dans la région.

Exemple de cas 4 : millet commun

Le village de Chhipra (l'altitude varie de 2000 à 4800 mètres d'altitude) du district de Humla était un autre site LCP où le millet commun (*Panicum miliaceum*) était cultivé par 89% des ménages (Parajuli *et al.* 2016). À Humla, le millet commun est la deuxième culture la plus courante après l'éleusine. Le district est connu pour ses conditions climatiques difficiles et son terrain accidenté, ce qui rend l'agriculture encore plus difficile. Le millet commun est l'une des cultures qui peuvent être cultivées sur des terres marginales ainsi que dans des conditions pluviales. Dans le cadre de l'activité d'obtention végétale à la base, 22 accessions de millet commun ont été collectées à partir de diverses sources et testées au village de Chhipra, y compris *Dudhe Chino*, littéralement le "millet commun laiteux" de Chhipra. Comme mentionné dans trois autres exemples de cas, la variété de *Dudhe Chino* du village de Chhipra a été préférée par les agriculteurs pour son meilleur goût et sa facilité de transformation/décorticage par rapport aux autres variétés testées. Par conséquent, la sélection des panicules a été effectuée et les graines des panicules sélectionnées ont été multipliées et distribuées à de nombreux agriculteurs pour être testées et diffusées. Les données et informations nécessaires ont été rassemblées et la variété a été enregistrée auprès du NSB sous la direction de la banque de semences communautaires de Chhipra. La banque de semences communautaire de Chhipra produit et distribue chaque année des semences de la variété enregistrée.

LEÇONS APPRISSES

L'obtention végétale à la base est un processus simple d'obtention végétale qui renforce les agriculteurs et leurs institutions. La participation des agriculteurs et leurs points de vue sont considérés comme essentiels pour le processus de sélection et d'amélioration des semences. Étant donné que des institutions communautaires telles que des banques de semences communautaires sont établies et impliquées dans la production, la distribution et la vente de semences dans la communauté locale, elles contribuent à renforcer le système semencier local et la gestion à la ferme des variétés locales. Le processus d'obtention végétale de base génère des données de base sur les caractéristiques variétales et la variété préférée des agriculteurs est sélectionnée, car elle peut être utilisée en toute confiance comme parent dans les activités d'obtention végétale pour un développement ultérieur. L'obtention végétale de base est très simple et toutes les activités sont menées dans le champ des agriculteurs; cela ne nécessite pas de ressources et de temps énormes. Dans le cas du Népal, la réglementation semencière contient une disposition spéciale pour l'enregistrement des variétés locales qui ont exclu l'exigence Distinction, homogénéité et stabilité (DHS). C'est aussi un processus de reconnaissance de la contribution des agriculteurs, d'amélioration de l'accès aux semences de qualité par les communautés locales et de réalisation des droits des agriculteurs, comme indiqué à l'article 9 du Traité international sur les ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture (TIRPAA). Les exemples de cas présentés dans ce chapitre sont liés aux cultures qui sont cultivées sur des terres marginales et dans des conditions de croissance difficiles – ces cultures sont résistantes au climat.

RÉFÉRENCES

Gurung, R., Sthapit, S.R., Gauchan, D., Joshi, B.K. and Sthapit, B.R. (2016) Baseline survey report: II. Ghanpokhara, Lamjung. Integrating traditional crop genetic diversity into technology: using a biodiversity portfolio approach to buffer against unpredictable environmental change in the Nepal Himalayas. LI-BIRD, NARC and Bioversity International, Pokhara, Nepal.

Parajuli, A., Subedi, A., Adhikari, A.R., Sthapit, S.R., Joshi, B.K., Gauchan, D., Bhandari, B. and Sthapit, B.R. (2016) Baseline survey report: IV. Chhipra, Humla. Integrating traditional crop genetic diversity into technology: using a biodiversity portfolio approach to buffer against unpredictable environmental change in the Nepal Himalayas. LI-BIRD, NARC and Bioversity International, Pokhara, Nepal.

Sthapit, B.R., Khadka, K., Shrestha, P., Subedi, S. and Poudel, I. (2013) 5.2 Grassroots breeding of local crops and varieties in support of community biodiversity management and resilience in Nepal. In: de Boef, W.S., Subedi, A., Peroni, N., Thijssen, M. and O’Keeffe, E. (eds), *Community Biodiversity Management*. Routledge, United Kingdom, pp. 267–273.

Sthapit, B.R. and Rao, V.R. (2009) Consolidating the community’s role in local crop development by promoting farmer innovation to maximize the use of local crop diversity for the well-being of people. *Acta Horticulture* 806. International Society for Horticultural Science. Leuven, Belgium. 669 to 676 pp.

Présentation faite au séminaire



Grassroots breeding of future smart crops, better adapted to climate change: Learnings from Nepal's experience

UPOV Seminar on the Role of Plant Breeding and Plant Variety Protection in Enabling Agriculture to Mitigate and Adapt to Climate Change

Pitambar Shrestha and Niranjana Pudasaini

12 October 2022, Virtual Seminar

Local Initiatives for Biodiversity,
Research and Development (LI-BIRD)
www.libird.org | info@libird.org



Outline

- **National context**
 - Geography, climate and climate change
 - Smallholder farmers and plant breeding
- **Concept of the grassroots breeding**
- **Grassroots breeding of future smart crops: case examples**
 - Foxtail Millet, Finger Millet, Proso-millet, Amaranth
- **Lessons learned**



National context

Geography, climate and climate change

- Geographically, Nepal's land has been divided as **High Mountains, Mid-hills, Siwalik and Terai** with climatic characteristics varying from **tropical to alpine condition** within a lateral span of 200 Km.
- The meteorological data indicate consistent warming and rise in the maximum temperature at an annual rate of **0.04 to 0.06 °C** (NAPA) where as the **annual precipitation is on the general decline**.
- The **impact of such changes in agriculture is tremendous**, so the future research and development should consider developing climate resilient crop varieties, breeds and technologies.

Smallholder farmers and plant breeding

- The crops such as **Foxtail Millet, Finger Millet, Proso-millet and Amaranth** are known as climate resilient and future smart crops as these crops are cultivated in harsh growing conditions, **has high level of nutritional properties**, and often cultivated by smallholder farmers.
- So far, the formal plant breeding programme in Nepal has paid **no attention on crops such as Foxtail Millet, Proso-millet and Amaranth** except on **Finger Millet**.
- Farmers have little or no option of cultivating these crops to feed the family in some areas. Hence interventions on these crops contribute to food security and income of the smallholder farmers.



Concept of the grassroots breeding

- Grassroots breeding is a simple approach to plant breeding - **selection from existing diversity** of traditional varieties by farmers under the targeted environment.
- The breeding process involves **need assessment, diversity assessment, selection of preferred traits, registration of the selected line in the National Seed Board (NSB), seed multiplication** and distribution.
- It's a process of bringing farmers' variety under the formal domain



Finger Millet,
Jumla



Amaranth,
Jumla



Proso-millet,
Humla



Foxtail Millet,
Lamjung

Source: Sthapit and Rao 2007





Grassroots breeding of future smart crops

Case example 1: *Bariyo* Foxtail Millet, Ghanpokhara, Lamjung District

Background

- Foxtail millet was a major **staple food crop 30-40 years ago** in the area
- But its cultivation started declining due to expansion of the road network in the village as people started eating rice from market. **Only 10% households found cultivated** it on an average area of 635 Sqm/household producing 89.4 kg/household (Household Survey Report 2016).
- Foxtail millet was **jointly identified** by the community and the Local Crop Project team **for seed selection and enhancement** in 2015.
- **15 landraces** including accession from the National Genebank and another project sites, and six locally available varieties were evaluated on farm.
- ***Bariyo Kaguno*** (from Ghanpokhara) was preferred by the local community due to high yielding, good taste and relatively larger grain size.

Locally available diversity of Foxtail Millet

Rato FM Kalo FM Bariyo FM Tinmase FM



Bariyo Foxtail Millet plot in 2022



Grassroots breeding of future smart crops

Case example 1: *Bariyo Kaguno* (*Bariyo* Foxtail Millet), Ghanpokhara, Lamjung District (Contd.)

The Grassroots breeding process

- Seed samples of ***Bariyo Kaguno*** were collected from five custodian farmers, it was mixed and planted in the farmers field.
- True to ***Bariyo Kaguno*** type panicles were selected jointly by farmers and scientists.
- Seeds of the selected panicles were multiplied and distributed to many farmers. Market linkage was developed for grain.
- Data were collected and the variety was registered in the National Seed Board by Ghanpokhara Community Seed Bank.
- The Ghanpokhara Community Seed Bank produces and supplies quality seed in the locality and surrounding districts.

Photo: Seed production plot of the *Bariyo* Foxtail Millet conducted by the Ghanpokhara CSB in 2022.





Grassroots breeding of future smart crops

Case example 2: *Rato Kodo* (Red Finger Millet), Hanku, Jumla District

Background and the grassroots breeding process

- **Finger Millet** was identified as a mandate crop for research by the Local Crop Project in 2015,
- **49 varieties were collected** from different sources and tested at Hanku, Jumla including *Rato Kodo* (Red Finger Millet) of the same locality.
- The *Rato Kodo* from Hanku, Jumla performed well compared to other varieties in terms of **grain yield, grain size and thresh ability**
- Seed samples of *Rato Kodo* were collected from various locations to capture the diversity and it was mixed.
- **True type of *Rato Kodo* panicles were selected** from the bulk population, it was further multiplied and the seed was distributed to many farmers.
- Required information was collected and the **variety was registered** in the National Seed Board by Hanku Community Seed Bank, Jumla.
- Hanku Community Seed Bank, Jumla produces and distributes seed of the registered variety every year.



Grassroots breeding of future smart crops

Case example 3: *Rato marse* (Red amaranth), Hanku, Jumla District

Background and the process of grassroots breeding

- A mandate crop identified for research at Jumla District by the **Local Crop Project** in 2015.
- It was **grown by 30%** of the households at the Hanku Village of Jumla District. It is planted as a **boarder crop** rather than as a main crop.
- Several accessions collected from around the community were tested at Talium Village including *Rato Marse* (Red Amaranth) of the same locality.
- ***Rato Marse* from Talium, Jumla was preferred** by farmers compared to other varieties due to high yielding and large grain size.
- **Panicle selection was performed, seed was multiplied and distributed** to many farmers.
- Required information was collected and the **variety was registered** in the National Seed Board.
- Hanku Community Seed Bank, Jumla produces and distributes seed of the registered *Rato Marse* every year.





Grassroots breeding of future smart crops

Case example 4: *Dudhe Chino* (Milky Proso-millet), Chhipra, Humla District

Background and the grassroots breeding process of

- A mandate crop identified for research at Humla District by the **Local Crop Project** in 2015.
- It was **grown by 89% of the households** at the Chhipra Village of Humla District, **second most common cereal crop** after finger millet in the district.
- **22 accessions were collected and tested** at Chhipra Village including *Dudhe Chino* (Milky Proso-millet) of the same locality.
- The *Dudhe Chino* from Chhipra, Humla preferred compared to other varieties in terms **of taste and easy processing/de-husking**,
- Panicle of true type of *Dudhe Chino* were selected from different farms, it was multiplied and the seed was distributed to many farmers,
- Required information was collected and the **variety was registered** in the National Seed Board by Chhipra Community Seed Bank, Humla.
- Chhipra Community Seed Bank, Humla produces and distributes seed of the registered variety every year.



Lessons learned

- **The grassroots breeding has multiple advantages** – a simple process of plant breeding that empowers farmers and their institutions; strengthens the local seed system and on-farm management of local varieties/agrobiodiversity. Thus countries with reach crop diversity should consider grassroots breeding as a strategy to cope with climate change.
- **Advantages to plant breeders:** They can confidently use the grassroots breeding bred varieties in their breeding programme as parents - basic information about the variety is easily available.
- **An innovation that happens in the farmers field:** Grassroots breeding does not require a huge amount of resources and time. There is no need of DUS and IP low. Thus, research institute should support farmers' organization to work on such initiatives that also contribute to the realization of Farmers' Rights as outlined in the Article 9 of the ITPGRFA.
- **Local solution to fight climate change:** The cases shared are examples of how locally adapted crops promoted through grassroots breeding can contribute to meet local needs.





Acknowledgment:

- Farming communities and four community seed banks of LCP sites,
- UNEP/GEF, MoALD Nepal
- Bioversity International, NARC/National Genebank.

Further information:

www.libird.org

info@libird.org

pitambar@libird.org

**Local Initiatives for Biodiversity,
Research and Development (LI-BIRD)**
www.libird.org | info@libird.org



LES STRATÉGIES DES ENTREPRISES DE POTAGÈRES POUR RELEVER LE DÉFI DE PRODUIRE PLUS DE NOURRITURE DANS DES CONDITIONS DE PLUS EN PLUS DIFFICILES ET COMMENT LE SYSTÈME DE DROITS D'OBTENTION VÉGÉTALE (PBR) PEUT AIDER LES OBTENTEURS À FAIRE FACE À CES DÉFIS

Mme Astrid Schenkeveld

Spécialiste des droits d'obtenteur et de l'enregistrement des variétés végétales, Rijk Zwaan, Pays-Bas

L'enjeu est clair : il y aura plus de bouches à nourrir (10 milliards de personnes dans le monde en 2050) avec des ressources de plus en plus rares (énergie, eau, terres arables). L'obtention végétale a de nombreuses clés pour débloquent des solutions durables. Pour permettre aux obtenteurs d'explorer, de développer et de mettre en œuvre ces solutions, certaines conditions préalables doivent être remplies.

L'un d'eux est un système de protection de la propriété intellectuelle solide, efficace et exécutoire, mais habilitant. L'Acte de 1991 de l'UPOV prévoit le système de protection des variétés végétales tout en permettant l'innovation.

Une entreprise d'obtention de légumes comme Rijk Zwaan contribue à la sécurité alimentaire et nutritionnelle et à l'agriculture intelligente face au climat en sélectionnant des variétés :

- avec des rendements plus élevés et les bonnes résistances;
- adaptées aux nouvelles méthodes de culture qui conduisent à une productivité plus élevée et à une culture plus durable (économe en eau), comme la culture hydroponique; • that are able to cope better with harsh conditions like heat, drought and salinity, causing trouble to growers in, e.g., the Middle East. Rijk Zwaan has a research team that focuses on abiotic stress;
- qui sont capables de mieux faire face à des conditions difficiles comme la chaleur, la sécheresse et la salinité, causant des problèmes aux producteurs, par exemple au Moyen-Orient. Rijk Zwaan a une équipe de recherche qui se concentre sur le stress abiotique;
- avec une durée de conservation plus longue;
- pour presque tous les marchés du monde, et plus particulièrement pour l'Afrique et l'Asie. Par exemple, pour le marché africain, nous avons développé des variétés améliorées (hybrides) de cultures traditionnelles telles que le piment africain, l'aubergine africaine et le chou frisé africain. Cela va de pair avec le partage de nos connaissances et l'éducation des agriculteurs (par exemple à travers des partenariats public-privé comme les Seeds of Expertise for the Vegetable Sector in Africa (SEVIA)). La figure 1 montre l'une de nos variétés hybrides de habanero, une culture africaine traditionnelle améliorée. Au lieu de 1 kg (variété traditionnelle), la variété améliorée produit 3–4 kg par plante.

Une des solutions incontournables d'obtention de résistance des sociétés de sélection maraîchère. Voici quelques exemples :

- Variétés de melon ayant une résistance intermédiaire au puceron du cotonnier. Le puceron du cotonnier est un vecteur de virus spécifiques. En raison de la résistance, les pucerons sont incapables de se multiplier. Par conséquent, moins de produits phytosanitaires sont nécessaires pour maintenir la culture en bonne santé.
- Variétés de concombre à haute résistance (HR) au virus de la marbrure du concombre (CGMMV). Après une infection par ce virus, les plantes de ces variétés de concombre continuent de pousser normalement. Aucun

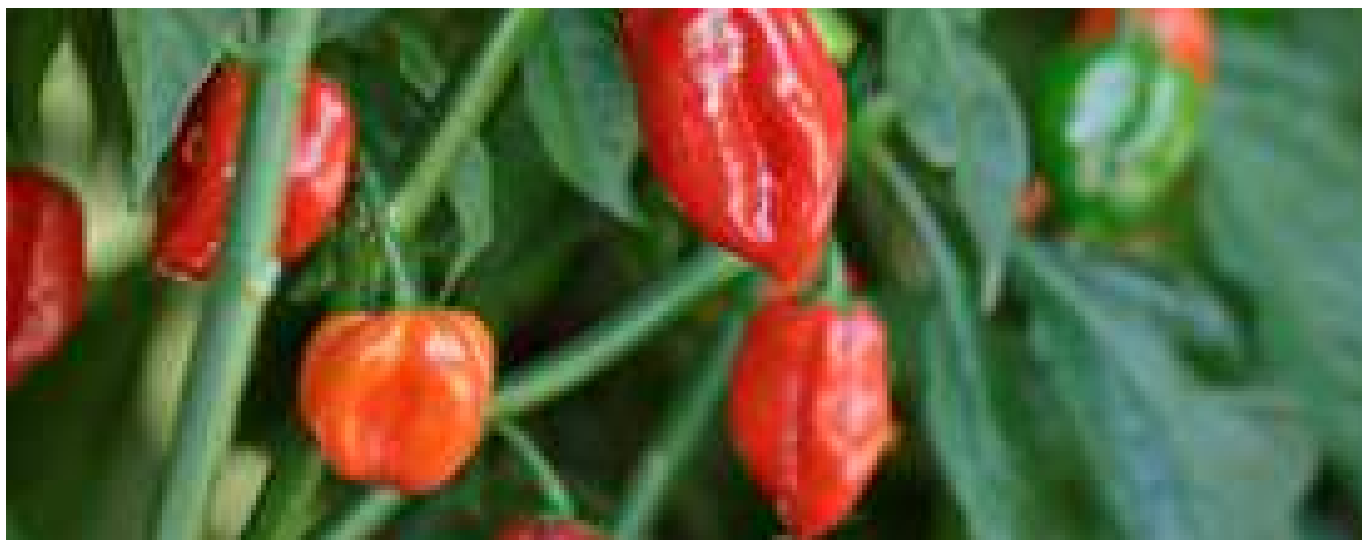


Figure 1

symptôme viral (ou très peu) n'apparaît sur les plantes ou sur les fruits, ce qui se traduit par une meilleure qualité et une meilleure production que chez les plantes normales (sensibles) infectées par ce virus. Le virus se multiplie plus lentement dans les plantes que dans les variétés de concombre normales (sensibles). La concentration du virus dans la plante est donc beaucoup plus faible, ce qui ralentit considérablement la propagation d'une plante à l'autre.

- Variétés de poivre ayant une résistance intermédiaire à l'oïdium (*Leveillula taurica* (Lt)). Cela signifie qu'elles sont moins susceptibles d'être endommagées par le mildiou que les variétés standard. Les variétés sont capables de ralentir la croissance et le développement du mildiou.

Les avantages incluent :

- des économies de coûts;
- de meilleures conditions de travail;
- un environnement plus propice aux ennemis naturels du mildiou, nécessitant l'utilisation d'encore moins d'agents phytosanitaires;
- moins de résidus conformément aux souhaits des détaillants
- Variétés de concombre ayant une résistance intermédiaire à *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumérinum*. *Fusarium* est un champignon du sol et du substrat qui infecte le système racinaire. Ce champignon peut persister pendant de longues périodes dans le sol. Ayant infecté les plantes, *Fusarium* provoque initialement un léger flétrissement de quelques feuilles seulement, et les plantes pourraient être capables de récupérer les premiers jours dans un environnement sombre. Quelques jours après la première infection, les plantes ne peuvent plus récupérer et se flétrissent complètement. Ces plantes sont par la suite une source d'infection d'autres plantes dans la serre. La désinfection du sol et le greffage des plantes ont été jusqu'à présent les seules solutions. Avec nos variétés résistantes au *Fusarium*, nous offrons une nouvelle ligne de défense pour les cultures de concombres.

L'une des solutions des sociétés de sélection maraîchère pour une productivité plus élevée et une culture plus durable (économe en eau) est la culture hydroponique. Dans le monde entier, la production hydroponique de cultures telles que la laitue devient de plus en plus populaire. Rijk Zwaan travaille depuis de nombreuses années sur des variétés adaptées à la culture dans l'eau. Nous avons développé une large gamme de légumes à feuilles spécifiquement adaptés aux méthodes de production hydroponiques. Lors du développement de variétés pouvant être cultivées dans l'eau, Rijk Zwaan prête attention à des aspects tels qu'une croissance rapide et compacte, l'absence de bords de feuilles délicats, une bonne intensité de couleur dans le cas des variétés rouges, une culture saine et uniforme et une facilité de traitement et d'emballage.

Les systèmes de culture à base d'eau permettent de produire de la laitue avec une utilisation efficace de l'eau et des nutriments et sans utilisation ou avec une utilisation limitée d'agents phytosanitaires. Par conséquent, nous aidons les producteurs à répondre aux demandes des consommateurs, des détaillants, des entreprises de restauration et des transformateurs pour des produits propres et plus durables. Les feuilles sont exemptes de sable, de gravier et de saleté, de sorte que la laitue n'a plus besoin d'être lavée à fond pour éliminer ces résidus. L'éclairage LED permet

aux producteurs de fournir la quantité précise de lumière pour stimuler une croissance optimale des cultures. Les cultures peuvent même être produites en plusieurs couches, ce qui augmente l'efficacité. De plus, le rendement est stable car la récolte est moins dépendante du climat naturel. En conséquence, les détaillants peuvent également collaborer avec des producteurs dans des pays où les conditions du sol sont médiocres.

Une autre solution pour la durabilité vient de la création de variétés, contribuant à la réduction des déchets. Le caractère ici est le rosissement retardé de la laitue fraîchement coupée, que nous avons introduit en tant que caractère DHS supplémentaire de l'OCVV en tant que Feuille : décoloration induite par la plaie.

La commodité est une tendance importante dans les légumes et représente également un moyen d'augmenter la consommation de légumes. L'une de nos innovations pratiques les plus récentes est : un trait qui réduit le rosissement de la laitue après la coupe. En conséquence, ce trait prolonge la durée de conservation et réduit donc les déchets. Rijk Zwaan a déjà introduit cette caractéristique dans une dizaine de types de laitue. C'est le résultat de 10 ans de travail de développement. Étant donné que cette caractéristique signifie que la laitue n'a plus toujours besoin d'être emballée dans des emballages à faible teneur en oxygène, elle réduit les coûts et offre plus d'options lors du mélange. La durée de conservation plus longue contribue également à une réduction du gaspillage alimentaire. Et parce que la laitue reste fraîche plus longtemps dans les maisons des consommateurs, il y a une plus grande probabilité d'achats répétés et donc d'augmentation des ventes.

Sans accès aux ressources génétiques, il n'y a pas d'avenir. Il existe, grosso modo, quatre sources :

- propre collection;
- matériel *in situ* (parents sauvages);
- matériel *ex-situ* (banques de gènes, marchés);
- variétés concurrentes.

Les variétés concurrentes peuvent être utilisées en vertu de l'exemption de l'obtenteur dans les droits d'obtenteur.

Avoir accès à ces sources ou les utiliser ne suffit pas. Ce n'est que maintenant que le processus d'obtention commence. Il faut en moyenne 6 à 16 ans – selon les espèces et la complexité du caractère recherché – pour développer une nouvelle variété végétale commerciale. L'innovation dans l'obtention végétale peut accélérer le développement, mais le développement variétal ne concerne pas seulement l'obtention; il est également nécessaire de tester les nouvelles variétés dans la pratique avant l'introduction sur le marché et la production de semences, ce qui nécessite plusieurs années. Il va sans dire que cela implique un gros investissement en R-D. Rijk Zwaan consacre environ 30% de son chiffre d'affaires annuel à la R-D. Cela revient à 160 millions d'euros par an. Le retour sur investissement est nécessaire pour continuer à développer de nouvelles variétés.

En conclusion, nous pouvons dire que le système PBR aide les obtenteurs à faire face à de tels défis car :

- l'exemption de l'obtenteur rend possible l'innovation ouverte;
- il permet à l'éleveur d'obtenir le retour sur investissement nécessaire.

Ces deux facteurs font des droits d'obtenteur le système de protection de la propriété intellectuelle pour les variétés végétales, afin que nous et d'autres puissions continuer à utiliser des sources et à investir pour trouver des solutions aux défis d'aujourd'hui au profit des agriculteurs et des consommateurs.

Présentation faite au séminaire




Sharing a healthy future




Vegetable company strategies to address the challenge of producing more food under increasingly harsh conditions and how the PBR system can help breeders to cope with such challenges

UPOV Seminar session 3
Astrid Schenkeveld – October 12, 2022



Contribution to food & nutrition security and climate-smart agriculture



Breeding is key to...

- increase yields in a sustainable way
- develop resistant varieties, allowing growers to use less pesticides
- find solutions to abiotic stress like heat, drought, salinity
- extend shelf life
- improve traditional varieties

Exemples



- Strong focus on resistance breeding
 - against *aphids* > less use of chemicals
 - against *mosaic virus* > better quality/higher yield
 - against *levellula taurica* > less chemicals, lower residue level
 - against *Fusarium oxysporum f. sp. Cucumerinum* > prevents loss of plants, better yield

Ag DEFENSE Bon DEFENSE For DEFENSE Lt DEFENSE


Exemples




Hydroponics

- Clean and soilless, water-based growing method
- Efficient use of nutrients and water
- No or limited use of crop protection agents
- Stable and higher yield, less dependent on natural climate

Examples




RIJK ZWAAN



Delayed pinking of fresh cut lettuce (Leaf wound-induced discoloration)

- Extended shelf life
- Less waste
- Suitable for Food Service
- Stronger against cracking
- Less sensitive for leaking seals



Access to genetic variation is essential for breeding



RIJK ZWAAN

- Own collection
- In situ material (wild relatives)
- Ex situ material (genebanks, markets)
- Competitor varieties



The role of plant breeder's rights



- Return on investment is necessary to continue developing new varieties
- PBR is THE IP protection system: providing adequate protection, while others can continue to find solutions to today's challenges – Open Innovation



Sharing a healthy future



Closing remarks

a.schenkeveld@rijkszwaan.nl

QUESTIONS

NGWEDIAGI Patrick (M.), président du Comité administratif et juridique, UPOV (modérateur)

Nous passons à la séance de questions et réponses qui durera 10 minutes.
Vous êtes les bienvenus, participants, pour poser des questions.

HUERTA Yolanda (Mme), conseillère juridique et directrice chargée de la formation et de l'assistance, UPOV

Patrick, il y a une question de Noluthando d'Afrique du Sud.

NGWEDIAGI Patrick (M.), président du Comité administratif et juridique, UPOV (modérateur)

Noluthando, vous pouvez prendre la parole.

NETNOU-NKOANA Noluthando (Mme), directrice, Ressources génétiques, Département de l'agriculture, du développement rural et de la réforme agraire, Pretoria (Afrique du Sud)

Bonjour, chers collègues. Ma question s'adresse à Pitambar sur l'obtention communautaire. Je pense au Népal.

NGWEDIAGI Patrick (M.), président du Comité administratif et juridique, UPOV (modérateur)

Au Népal.

NETNOU-NKOANA Noluthando (Mme), directrice, Ressources génétiques, Département de l'agriculture, du développement rural et de la réforme agraire, Pretoria (Afrique du Sud)

Oui. J'aimerais juste savoir quels sont les critères utilisés pour faire inscrire les variétés au catalogue. Merci.

NGWEDIAGI Patrick (M.), président du Comité administratif et juridique, UPOV (modérateur)

Pitambar, s'il vous plaît.

SHRESTHA Pitambar (M.), conseiller de programme, Initiatives locales pour la biodiversité, la recherche et le développement, (LI-BIRD), Pokhara (Népal) (orateur)

Merci beaucoup pour la question. J'ai mentionné plus tôt dans ma présentation que notre législation contient une disposition différente pour l'enregistrement des variétés des agriculteurs. Nous avons donc une disposition distincte, mais je ne peux pas vous donner de détails sur tous ces critères, mais fondamentalement, le format implique des informations de base, des pratiques agronomiques, ce que les agriculteurs suivent et d'autres traits qualitatifs et quantitatifs basés sur les expériences des agriculteurs. C'est – les données sont recueillies en interrogeant 10 à 20 agriculteurs et ces informations sont utilisées – ces informations recueillies par le biais d'entrevues sont utilisées pour élaborer une proposition. C'est très simple. Ce sont des données très simples.

Dans notre cas, comme avec notre soutien, les agriculteurs peuvent élaborer une proposition et ils peuvent défendre leur proposition d'enregistrement de variété auprès du Conseil national des semences.

Donc, maintenant je peux juste dire que c'est très simple et si vous souhaitez en savoir plus sur le processus d'enregistrement des variétés après l'obtention communautaire, vous pouvez m'adresser votre e-mail. Je peux vous fournir des informations détaillées.

Nous avons également organisé un événement parallèle sur le processus d'enregistrement des variétés locales lors de la neuvième session de l'Organe directeur du Traité international sur les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture (TIRPAA) qui s'est tenue récemment à New Delhi. Ainsi, nous pouvons partager de nombreuses présentations et autres informations sur le processus d'enregistrement des variétés à la suite de l'obtention communautaire. Merci.

NGWEDIAGI Patrick (M.), président du Comité administratif et juridique, UPOV (modérateur)

Merci Pitambar. Je pense que la question de Noluthando était basée sur le fait que vous avez dit que vous ne faites pas de DHS. Donc, si vous ne faites pas d'examen DHS, je pense que la question complémentaire est de savoir comment différencier les variétés? Bien sûr, si nous voulons des détails, nous pouvons vous contacter, mais je pense que nous voulions savoir, comment différenciez-vous les variétés si vous ne les décrivez pas.

SHRESTHA Pitambar (M.), conseiller de programme, Initiatives locales pour la biodiversité, la recherche et le développement, (LI-BIRD), Pokhara (Népal) (conférencier)

Nous utilisons normalement les critères des agriculteurs, la façon dont les agriculteurs décrivent la variété. C'est décrit dans la proposition et c'est soumis au Conseil national des semences. C'est ce que je peux dire maintenant. Merci.

NGWEDIAGI Patrick (M.), président du Comité administratif et juridique, UPOV (modérateur)

Je vous remercie.

SESSION THÉMATIQUE N° 4 :

Sélection végétale en vue de l'adaptation au changement climatique et de l'atténuation de ses effets dans l'agriculture : stratégies et techniques de sélection

Animateur : M. Manuel Toro Ugalde,
Vice-président du Comité administratif et juridique, UPOV

“Un avenir vert adapté” et “la résilience face au climat comme fondement des programmes de sélection”

Mme Emma Brown, Directeur Général, Variétés végétales et M. Zac Hanley, directeur général des sciences, Plant & Food Research, Nouvelle Zélande

Utilisation de nouvelles technologies (marqueurs moléculaires et sélection accélérée) dans le développement de variétés de céréales résistantes à la sécheresse au Maroc

M. Moha Ferrahi, chef du département amélioration et conservation des ressources génétiques (DACRG), division scientifique, Institut national de la recherche agronomique (INRA), Maroc

Sélection pour l'avenir

M. Stefan van der Heijden, associé, Innova Connect, Pays-Bas

L'incidence des caractères de la variété sur l'empreinte carbone (résistance aux maladies, utilisation d'azote et rendement)

M. Morten Lillemo, professeur, Université norvégienne des sciences de la vie, faculté de biosciences, Norvège

Questions

Études sur les variétés végétales adaptées au climat et aux conditions du marché : tolérantes aux stress biotique et abiotique

M. Francis Kusi, directeur par intérim et M. Joseph Adjebeng-Danquah, Chercheur

scientifique principal, Institut de recherche agricole de la Savane, Institut du Conseil pour la recherche scientifique et industrielle (CSIR-SARI), chercheur scientifique principal (résistance des plantes hôtes), Ghana

Amélioration génétique par mutagenèse des oléagineux pour faire au changement climatique : le cas du colza et du sésame

M. Abdelghani Nabloussi, chercheur au Centre Régional de la Recherche Agronomique (CRR) de Meknès, Institut national de la recherche agronomique (INRA), Maroc

Mettre en relation différents groupes de recherche dans le but de développer une sélection plus précise

M. Muath Alsheikh, chef de la recherche et du développement, Graminor AS, Norvège

Avancées dans le développement de nouvelles variétés mieux adaptées au changement climatique dans les cultures et fourrages : point de vue de l'Amérique du Sud

M. Fernando Ortega Klose, sélectionneur de plantes fourragères, Institut de recherche agricole du Chili (INIA), centre régional de Carillanca, Chili

Programme de sélection pour atténuer les effets du changement climatique et les pressions environnementales sur les cultures

M. Dave Bubeck, directeur de recherche, Corteva, États-Unis d'Amérique

Questions

“UN AVENIR VERT ADAPTE” ET “LA RESILIENCE FACE AU CLIMAT COMME FONDEMENT DES PROGRAMMES DE SÉLECTION”

Mme Emma Brown

Responsable du développement commercial, Variétés végétales, Plant & Food Research , Nouvelle-Zélande

M. Zac Hanley

Directeur général de la recherche scientifique, végétale et alimentaire , Nouvelle-Zélande

The New Zealand Institute for Plant and Food Research Limited / Rangahau Ahumāra Kai (Plant & Food Research) à Aotearoa en Nouvelle-Zélande appartient au gouvernement et est financé par les secteurs public et privé. En tant qu'institut de recherche de la Couronne, l'objectif principal de Plant & Food Research est d'améliorer la valeur et la productivité des industries horticoles, arables, des fruits de mer et des aliments et boissons d'Aotearoa Nouvelle-Zélande afin de contribuer à la croissance économique et à la prospérité environnementale et sociale d'Aotearoa Nouvelle-Zélande.

Notre mission

Créer les systèmes de production alimentaire les plus durables au monde

Nous croyons que notre science peut rendre le monde meilleur;qu'en travaillant ensemble, nous pouvons créer un avenir vert intelligent, pour Aotearoa Nouvelle-Zélande et le monde. Pour nous, un avenir vert intelligent signifie que nous utilisons toutes les connaissances disponibles pour produire des aliments sains et nutritifs à partir de la terre et de la mer, tout en veillant à protéger notre environnement et à créer des opportunités pour les générations futures.

Pour atteindre cet objectif principal, Plant & Food Research mène un large éventail de capacités scientifiques tout au long de la chaîne de valeur dans divers secteurs, y compris l'exploitation et l'investissement dans des programmes d'obtention, seuls et avec des partenaires à Aotearoa Nouvelle-Zélande et à l'étranger. C'est grâce à ces programmes d'obtention que Plant & Food Research a créé des variétés de renommée mondiale qui sous-tendent des marques telles que Jazz™, Envy™, Rockit™ et SunGold™ Kiwifruit. Les variétés obtenues par Plant & Food Research contribuent pour des milliards de dollars à l'économie d'Aotearoa Nouvelle-Zélande. Nous espérons renouveler ce succès à l'avenir.

Le développement de nouvelles variétés demande des décennies. Les nouvelles technologies peuvent accélérer le développement, mais le niveau d'investissement requis reste très élevé. Un programme de niveau international à l'échelle compétitive pour un important exportateur ou fournisseur national nécessite un investissement minimum d'environ 1 million de dollars néo-zélandais (600 000 euros) par an et l'investissement requis est proportionnel à la complexité et aux opportunités. Une protection efficace de la propriété intellectuelle des variétés végétales (PI VV) au niveau de la Convention UPOV et des législations nationales doit tenir compte des délais, des perturbations potentielles des nouvelles technologies et du délai considérable entre l'investissement et le retour commercial. Le rythme changeant de l'innovation dans les modèles de développement et de commercialisation des variétés est également un déterminant essentiel dans cet environnement en évolution rapide face au changement climatique.

L'innovation dans l'obtention végétale est un facteur clé du succès des industries primaires fondées sur la biologie. Par conséquent, une solide protection de la PI VV qui équilibre les intérêts des obtenteurs, des producteurs et de la société est essentielle pour l'horticulture et l'agriculture arable soutenant l'avenir d'Aotearoa Nouvelle-Zélande.

PROGRAMMES D'OBTENTION DE PLANT & FOOD'S RESEARCH

La majorité des programmes d'obtention de Plant & Food Research sont situés à Aotearoa Nouvelle-Zélande, et nous exploitons 14 centres de recherche concentrés essentiellement autour des principales régions de production



de cultures. Nous menons un large éventail de programmes d'obtention dans une gamme d'espèces, variant en échelle et en cibles d'obtention. Chez certaines espèces, nous menons plusieurs programmes d'obtention avec des objectifs différents, dans différentes régions d'Aotearoa Nouvelle-Zélande et dans le monde. Nos programmes d'obtention actuels incluent (mais ne sont pas limités à) : kiwi, pomme, poire, raisin, cassis, myrtille, framboise, mûre de Boysen, mûre, abricot, houblon, kiwi, pomme de terre, pois, blé, orge, avoine, porte-greffes pour plusieurs espèces, et une gamme d'espèces ornementales telles que *Gentiane* et *limonium*.

De plus, nous menons, avec nos partenaires de commercialisation, des programmes d'obtention offshore. L'une des raisons les plus importantes à cela est de renforcer la résilience à notre changement climatique en défiant nos variétés candidates dans des climats différents de ceux d'Aotearoa.

Ces programmes incluent :

- le Hot Climate Program, un programme d'obtention de pommes et de poires situé en Catalogne, en Espagne, avec nos partenaires : l'Institute of Agrifood Research and Technology (IRTA), Fruit Futur and VentureFruit Global Limited;
- un programme de récolte de framboises à la machine, situé dans l'État de Washington, aux États-Unis d'Amérique, exploité par notre coentreprise Pacific Berries LLC;
- un programme concernant le fruit du dragon, situé au Viet Nam, en étroite collaboration avec notre partenaire Southern Horticultural Research Institute (SOFRI);
- un programme de porte-greffe de pommier, situé et mené avec nos partenaires en Chine.

Défis mondiaux et nouvelles techniques d'obtention

Les programmes d'obtention du monde entier sont confrontés à des défis communs et, comme Plant & Food Research, réagissent. Les systèmes de production d'aliments pour animaux, de fourrage et de fibres font l'objet d'un examen minutieux pour leurs émissions de carbone, qui devraient être de 15 Gt d'équivalents de dioxyde de carbone d'ici 2050. C'est bien au-dessus de l'objectif de 4 Gt nécessaire pour maintenir le réchauffement climatique en dessous de 2 °C. L'innovation concernant de nouvelles variétés est plus qu'un investissement judicieux pour un retour économique au cours de ce siècle; c'est une nécessité sociale.

Dans le même temps, le développement de variétés hautement productives à zéro intrant est un impératif, car il existe un déficit de 52% entre la demande alimentaire attendue en 2050 et la production alimentaire mondiale actuelle. Les nouveaux cultivars et les nouveaux systèmes de culture ont toujours eu pour objectif d'améliorer l'efficacité de la production, en produisant plus de nutriments pour des intrants et des impacts identiques ou inférieurs. Le défi d'aujourd'hui est d'une ampleur sans précédent. Le monde a besoin de variétés végétales qui permettent des sauts de production sans perte d'intrants et avec seulement des impacts positifs. Nous avons besoin de meilleurs cultivars plus rapidement.

Il est peu probable que les approches d'obtention et les programmes de protection de la propriété intellectuelle tels que les droits d'obtention végétale (PVR) permettent de relever ce défi urgent. Les nouvelles technologies d'obtention telles que l'édition de gènes peuvent offrir plus de certitude, dans certaines applications, mais ne peuvent pas offrir une solution globale tant qu'elles sont réglementées différemment par différentes juridictions nationales. Les consommateurs ne sont pas tous conscients de l'ampleur du défi auquel sera confrontée la production alimentaire à l'avenir et du rôle que ces technologies peuvent jouer. Ils restent donc méfiants, créant peu d'incitations même à faire avancer les discussions sur la réforme réglementaire. Même les technologies d'obtention existantes sont sujettes à des incertitudes, ce qui peut décourager les investissements dans l'innovation nécessaire. La protection de la propriété intellectuelle des variétés végétales est, comme pour les lois sur l'édition de gènes, un patchwork réglementaire car différents pays adoptent des approches différentes pour l'application des conventions de l'UPOV.

Néanmoins, l'innovation se produit. L'investissement se produit, les avantages se produisent. Le rythme est-il suffisant? Il y a des raisons d'espérer. La base moléculaire des traits commerciaux – les gènes, les causes cellulaires sous-jacentes – est rendue accessible à l'obtention. Des caractères tels que la floraison verticale et la ramification (importants pour la culture dans des systèmes de conteneurs à haut rendement à climat contrôlé) sont des cibles d'obtention. Il existe des possibilités sans précédent, telles que la domestication accélérée de nouvelles espèces végétales en années au lieu de millénaires. Les sciences fondamentales peuvent se combiner avec une meilleure compréhension des exigences et des désirs des consommateurs et des producteurs alors que la société et notre climat changent plus rapidement que jamais. L'investissement requis est élevé, mais l'ampleur de la crise exige une réponse radicale.

STRATÉGIE DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE DES VARIÉTÉS VÉGÉTALES

Nos stratégies de propriété intellectuelle et de commercialisation des variétés végétales varient selon les espèces, les partenaires commerciaux et les variétés. Parce qu'une stratégie de propriété intellectuelle va de pair avec une stratégie de commercialisation, chacune est interdépendante et se soutient l'une l'autre. Nous commençons par considérer où la variété sera propagée et cultivée, où le matériel récolté sera vendu et où serait-il potentiellement à risque sans PVR.

Nous prenons également en compte les outils de protection législative à notre disposition et l'étendue de la protection, si la législation sous-jacente est UPOV 91, UPOV 78 ou un régime sui generis, et s'il y a des nuances particulières à la législation par pays que nous devons prendre en compte. Nous prenons également en compte d'autres outils législatifs de propriété intellectuelle tels que les marques de commerce et si nous ou notre partenaire de commercialisation avons l'intention d'utiliser des marques de commerce, qu'il s'agisse d'une marque parapluie ou individuelle.

Coévolution des stratégies d'obtention et de protection

À mesure que notre climat change et que nos programmes d'obtention produisent de nouvelles variétés pour répondre à ces besoins changeants, nos stratégies de commercialisation et de propriété intellectuelle évoluent également. Celles-ci doivent considérer où, compte tenu de notre climat changeant, elles pourraient être appropriées pour se développer à l'avenir.

Nous emmenons des cultures dans des pays où elles n'ont pas été cultivées à grande échelle ou n'ont pas reçu de protection PI VV auparavant, comme le fruit du dragon en Nouvelle-Zélande.

Plus que jamais, cela signifie une planification minutieuse pour gérer plusieurs problèmes urgents, notamment

- la logistique du matériel végétal, le franchissement des frontières et la navigation en quarantaine avec de nouvelles espèces; dans de nouvelles régions et de nouveaux pays;
- les événements déclencheurs de nouveauté doivent être équilibrés avec le besoin d'évaluer, qui varie selon la juridiction et l'interprétation régionale de temps à autre;
- les hybrides interspécifiques, qui posent un défi à la fois pour la quarantaine transfrontalière, les descriptions objectives appropriées et les variétés de référence pertinentes;
- la planification à l'avance avec de courtes fenêtres de nouveauté et l'opportunité de sécuriser la PI VV avec les changements climatiques ouvrant et fermant les opportunités de commercialisation;
- le défi que la définition des traits morphologiques et phénotypiques peut exprimer différemment dans différents modèles de production, par exemple les systèmes cultivés en plein champ par rapport aux systèmes à environnement contrôlé.

CONCLUSION

Un avenir vert intelligent pour nous et tous les programmes d'obtention à l'échelle mondiale nécessitent des changements rapides. L'investissement dans des technologies d'innovation plus radicales pour les stratégies d'obtention doit augmenter plus que progressivement. Les enjeux sont urgents. Pour l'UPOV, l'occasion est de veiller à ce que la législation sur la propriété intellectuelle suive le rythme, tant au niveau des conventions qu'au niveau de la mise en œuvre nationale.

Présentation faite au séminaire



A smart green future and climate resilience underpinning breeding programmes

Mrs. Emma Brown, General Manager Plant Varieties
Dr. Zac Hanley, General Manager Science

The New Zealand Institute for Plant and Food Research Limited



Agenda

- Introduction to Plant & Food Research
- Challenge: it's a time of crisis (global warming), change and uncertainty
- Our response: climate resilience underpinning breeding programmes
 - Breeding strategies
 - Plant Variety Intellectual Property
- UPOV's opportunity



A smart green future. Together.

Our mission
To create the world's most sustainable food production systems

The slide features a light green background with three overlapping circles. The top-right circle is white and contains the text 'A smart green future. Together.' in green. The middle-left circle is solid green and contains the text 'Our mission' and 'To create the world's most sustainable food production systems' in white. The bottom circle is a photograph of a vast agricultural field with rows of crops stretching to the horizon under a blue sky with light clouds. A small circular logo is in the top right corner.

The slide features a light green background with a central circular graphic containing a white silhouette of New Zealand. Surrounding this central graphic is a grid of 20 small images of various fruits and vegetables, including kiwi fruit, apples, pears, grapes, blueberries, raspberries, corn, dragon fruit, blackberries, raspberries, kiwi fruit, green beans, and trees. A small circular logo is in the top right corner.

New plant cultivars

Bonfire begonias. Nectaron® hop.
 Zespri™ Red Kiwifruit. JAZZ™
 apple. Tropicana™ Tangerine. PACIFIC
 ROSA™ apricot.
 Tahiti kiwiberry. Blue Sapphire™
 blueberry. Yfuquish wheat. Firefly
 Kale. Red Rascal potato. Blushing
 Star. Lentospermum. Tango™
 tamarillo. Summer Blaze peaches.
 Raspberry Shortcake ornamental
 raspberry. Pinnacle pea. Blackadder
 blackcurrant. CleanCrop™ Palaton.

**Our cultivars are
 grown in more than
 30 countries worldwide**

- Zespri™ Red Kiwifruit
- Wake® raspberries
- Envy™ apples
- 'Moonlight' potatoes
- 'Conquest' wheat



A smart green future. Together.



Global challenges

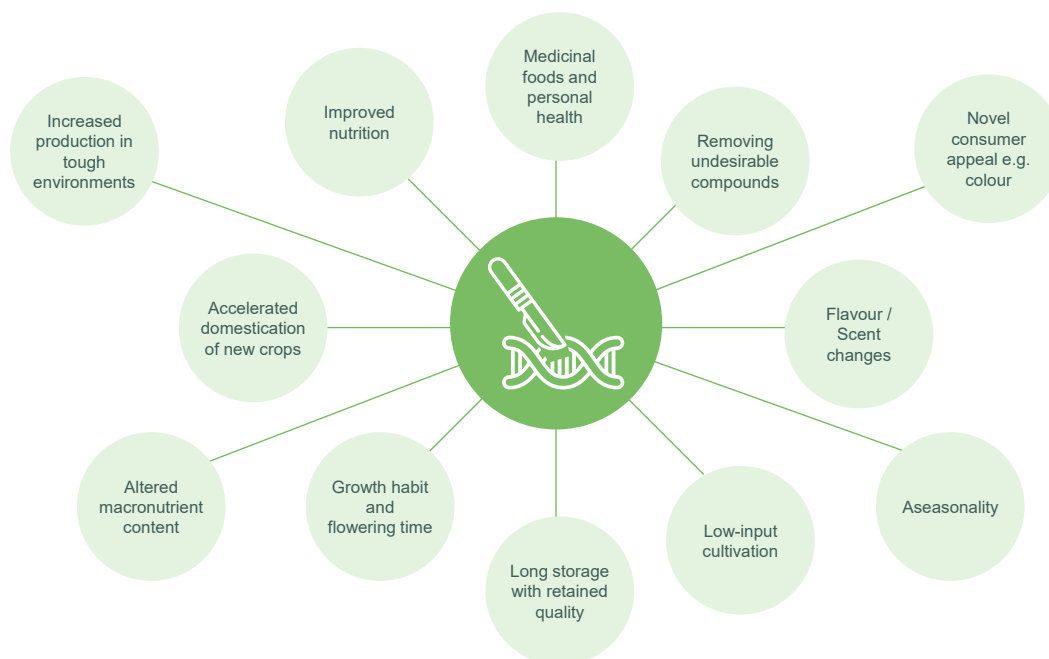


Applied research is revealing the molecular basis of commercial traits and creating tools for breeders to deliver better cultivars faster

- Gene identification, sequencing and mapping
- Gene function and pathway analysis
- Nutrition, consumer appeal, pest and stress tolerances
- Marker-assisted and whole-genome selection
- Gene editing



Potential for new breeding techniques & technologies



Plant Variety Intellectual Property Strategy



- Where will the variety be:
 - propagated
 - cultivated
 - harvested material sold
 - at risk without PVR
- Legislative protection:
 - PVR
 - UPOV91
 - UPOV78
 - Sui generis
 - Trade mark



Plant Variety Intellectual Property Strategy - evolution

- New countries for new crops at the new pace
 - Plant material logistics
 - Allowing sufficient time for trials & evaluations in new regions and countries
 - Novelty triggering events balanced with the need to evaluate
 - Interspecific hybrids
 - Planning ahead – rapid climate change, new production regions
- New growing methods
 - morphological / phenotypic traits that may express differently in different production models



A smart
green
future.
Together.



Together, we need **greater investment** in **more radical innovation** in breeding strategies.

Together, Plant & Food Research – with our customers & partners – is **embracing this opportunity**.

Together, we are all on the same journey.






UPOV's opportunity ensure Intellectual Property legislation keeps pace at the Convention and at national implementation levels.



Thank you

Emma.Brown@plantandfood.co.nz

Zac.Hanley@plantandfood.co.nz

plantandfood.co.nz     

The New Zealand Institute for Plant and Food Research Limited



UTILISATION DE NOUVELLES TECHNOLOGIES (MARQUEURS MOLÉCULAIRES ET SPEED BREEDING) DANS LE DÉVELOPPEMENT DE VARIÉTÉS DE CÉRÉALES RÉSISTANTES À LA SÉCHERESSE AU MAROC

M. Moha Ferrahi

Chef du Département de l'amélioration et de la conservation des ressources génétiques (DACRG), Division scientifique, Institut national de la recherche agronomique (INRA), Maroc

INTRODUCTION

Le changement climatique est un défi majeur auquel l'humanité est confrontée, aux conséquences multiples, dépassant parfois la capacité de réponse des écosystèmes. Les niveaux de CO₂ atmosphérique ont déjà eu des conséquences observées sur les écosystèmes naturels et les espèces. Certains écosystèmes et espèces montrent une adaptabilité naturelle, tandis que d'autres montrent déjà les effets des conséquences négatives du changement climatique actuel.

Le scénario pessimiste sur les projections des effets du changement climatique prévoit que l'aptitude des terres à la production de céréales au Maroc devrait connaître une baisse de 30% d'ici 2100. Aussi, selon les projections, on assistera à une baisse du rendement du blé d'environ 8% sous les effets du changement climatique d'ici 2030. Il est donc urgent pour l'agriculture marocaine de développer sa résilience tout en préservant ses ressources naturelles.

En 2022, nous avons connu une grave sécheresse avec une baisse de 70% des précipitations. Et en général, des années 1980 aux années 2000, nous avons connu une année sèche tous les cinq ans, passant à une année tous les trois ans. Et maintenant, nous avons tous les deux ans – une bonne année, une année sèche. Nous avons une diminution des précipitations de 40% et une augmentation de la température.

La production céréalière au Maroc dépend de la pluviométrie. Environ 90% de la production céréalière s'effectue dans des conditions pluviales (pas d'irrigation). Donc, si vous avez une bonne année, vous avez une bonne production. Dans les mauvaises années, la production chute très drastiquement. La production est fortement liée à la pluviométrie, tout comme les rendements (figure 1).

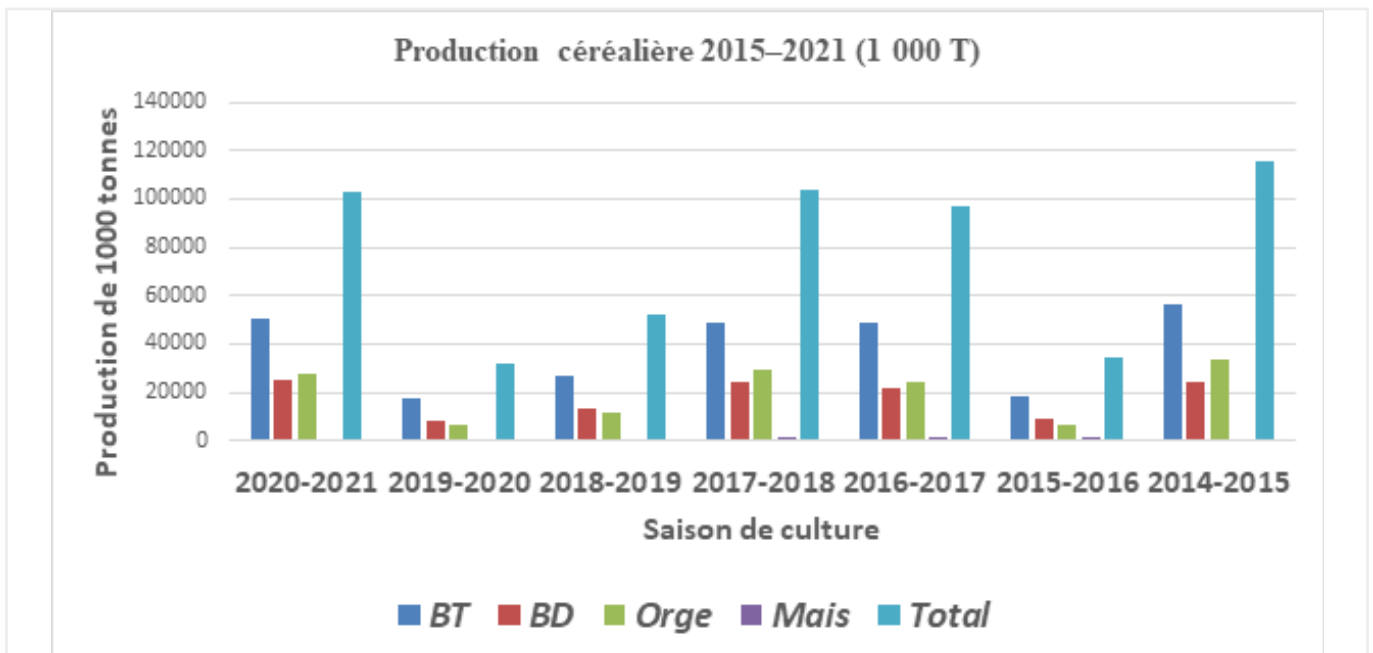


Figure 1. Production céréalière au Maroc au cours des sept dernières années. (BT : blé panifiable;BD : blé dur;Mais : maïs)

La production céréalière est liée à la pluviométrie, et il y a eu des fluctuations importantes d'une année à l'autre au cours des trois dernières années. En 2021-2022, comme en 2019-2020, la production a été de 3,4 millions de tonnes sur une superficie de 4,3 millions d'hectares (2020-2021). Le rendement moyen est de 1,6 t/ha à 2,5 t/ha (2009-2021) et le potentiel de rendement varie de 3 à 5 t/ha pour les agriculteurs pilotes et dans les stations expérimentales (2009-2021).

PROGRAMME D'OBTENTION DU BLÉ AU MAROC

La sélection céréalière au Maroc remonte à plus d'un siècle, et nous avons sorti plusieurs variétés. Cependant, avec le changement climatique, nous avons besoin de nouvelles variétés capables de s'adapter à ces nouvelles contraintes, en nous concentrant sur le développement de variétés très résistantes et capables de faire face à ce type de climat (sécheresse, chaleur et évolution des races d'agents pathogènes).

Les milieux sur lesquels nous travaillons pour la production céréalière sont bien caractérisés. Il y a plusieurs années, les plus prédominants étaient humides et semi-arides, mais maintenant les conditions ont beaucoup changé; à l'heure actuelle, au moins 70 à 80% de l'environnement de production du blé se trouvent dans des zones sèches.

Les principaux objectifs du programme d'obtention du blé à l'INRA sont de développer de nouvelles variétés capables de faire face à ces changements climatiques, des variétés pouvant se développer sous au moins 300 mm de pluie et pouvant supporter des températures supérieures à 30 °C. De plus, ces variétés doivent être résistantes aux principaux stress biotiques.

La productivité de l'eau a été considérablement améliorée. À l'origine autour de 1,5 kg par mètre cube d'eau, nous avons développé ces dernières années de nouvelles variétés capables de produire au moins 2,2 kg par mètre cube d'eau. Ceci est précieux pour développer des variétés résilientes pour les années à venir.

Plus récemment, de nouvelles techniques ont été utilisées pour développer des variétés telles que les types de présélection, en utilisant des croisements interspécifiques et la culture in vitro pour faire avancer nos générations, et nous avons maintenant en cours de développement de très bonnes variétés adaptées et résilientes. La sélection rapide est l'une des techniques utilisées pour accélérer le développement de nouvelles variétés, aboutissant à au moins trois générations par an. Nous raccourcissons le cycle de développement des variétés. D'autres techniques sont utilisées telles que le labourage et l'irradiation pour créer de nouvelles variations génétiques permettant l'obtention de nouvelles variétés. L'irradiation par le méthanesulfonate d'éthyle (EMS) a permis la sélection de certaines variétés bonnes et tolérantes à la sécheresse et au sel, qui ont un rendement élevé par rapport aux variétés commerciales, et qui ont également une bonne résistance aux stress biotiques.

VARIÉTÉ DE BLÉ DUR TOLÉRANT À LA SÉCHERESSE : ÉTUDE DE CAS

Une étude de cas a été réalisée en 2018 sur une variété de blé dur tolérante à la sécheresse au Maroc. Elle est issue d'un croisement interspécifique et est la première variété tolérante à la sécheresse avec un gros grain. La variété a été évaluée pendant cinq saisons de culture et sa productivité globale est supérieure de 24% à toutes les variétés commerciales utilisées dans l'étude. Comme le montre la figure 2, vous pouvez remarquer que les années sèches l'importance de la variété de sécheresse est très importante, donnant un gain de rendement moyen en grain de 24% à 36% lorsque l'année est sèche.

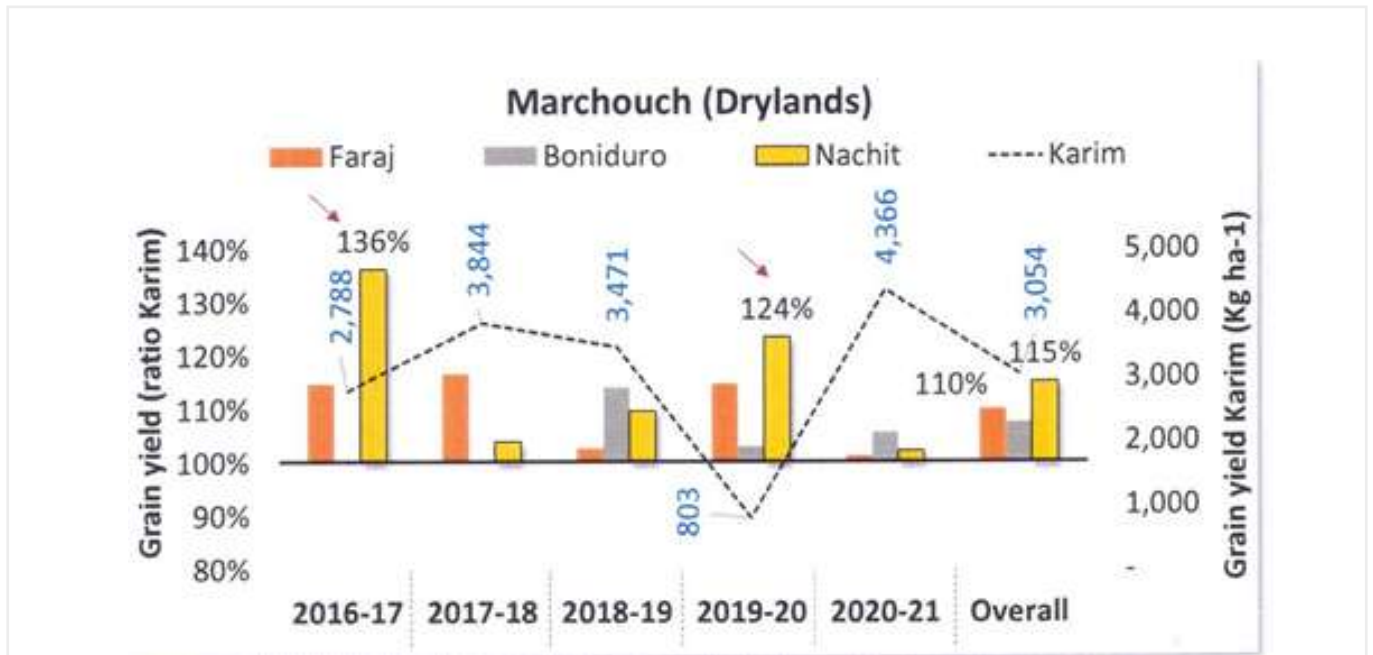



Figure 2. Évaluation d'une variété de blé dur tolérante à la sécheresse dans plusieurs environnements.


La résistance à la sécheresse provient de trois locus de caractères quantitatifs (LCQ) pour le développement des racines que vous n'avez pas dans deux autres variétés commerciales. Les trois LCQ ont autorisé 3 kilogrammes supplémentaires par hectare. Tous ces LCQ sont nécessaires pour gagner autant en rendement. Nous avons également des lignées avec seulement deux LCQ et des lignées avec un LCQ qui ont entraîné moins de gain. Cette étude nous a permis d'identifier certains marqueurs Kompetitive Allele Specific PCR (KASP) que nous utilisons actuellement dans notre programme d'obtention pour la tolérance à la sécheresse et à la chaleur.

Pour résister à la sécheresse, nous avons besoin de racines profondes, de variétés à floraison précoce et d'un bon poids de grain. Pour la chaleur, nous avons besoin d'une fertilité de pointe plus élevée. Mais la résistance aux maladies est également importante pour les deux environnements.

Présentation faite au séminaire



المعهد الوطني للبحوث الزراعي
INRA - Institut National de la Recherche Agronomique




الجيل الأخضر
GÉNÉRATION GREEN
2020 - 2030


Use of new technologies (molecular markers and speed breeding) in the development of drought-tolerant wheat varieties in Morocco

UPOV seminar 11-12 October 2022

Dr. Moha Ferrahi
Head, Breeding and Genetic Resources Conservation Department
Scientific Division, National Institute for Agricultural Research



المعهد الوطني للبحوث الزراعي
INRA - Institut National de la Recherche Agronomique

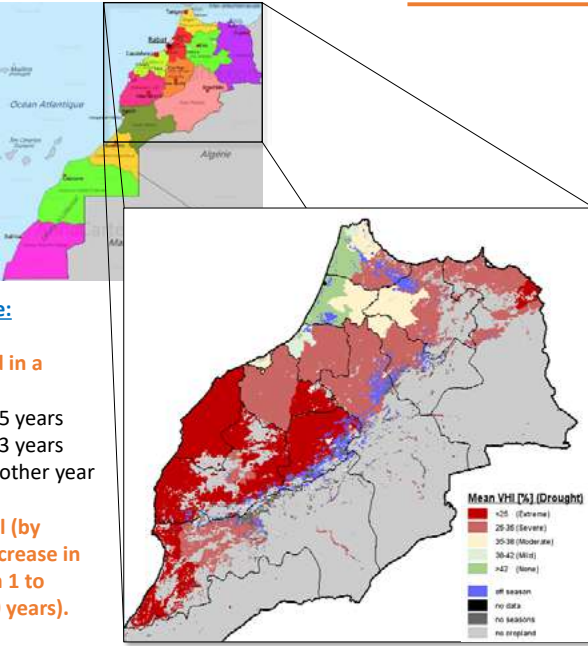


الجيل الأخضر
GÉNÉRATION GREEN
2020 - 2030


Drought and its consequences on crop establishment in Morocco

Climate change is here:


- ❑ Morocco is located in a drought hot spot :
 - 1980-2000: every 5 years
 - 2000-2020: every 3 years
 - Since 2021: every other year
- ❑ Decrease in rainfall (by about 40%) and increase in temperature (from 1 to 1,5°C in the last 40 years).

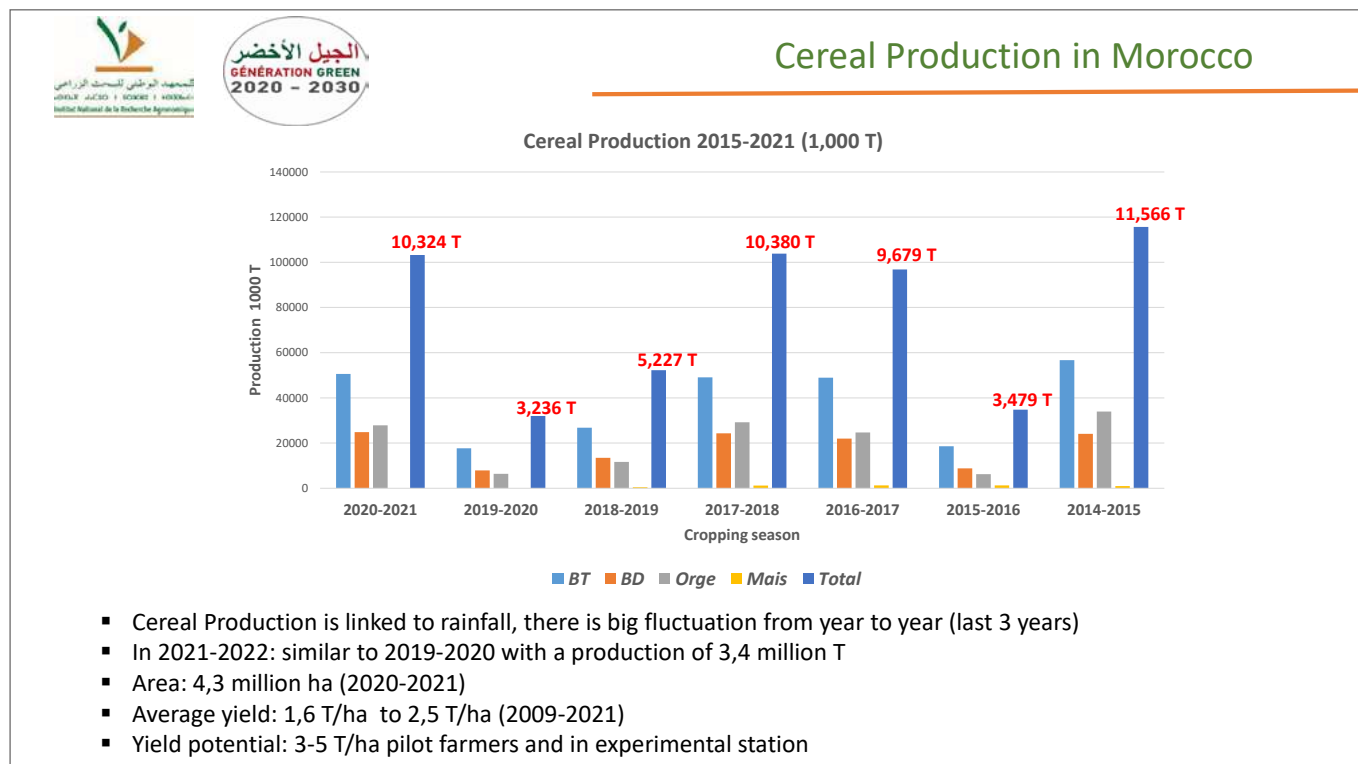
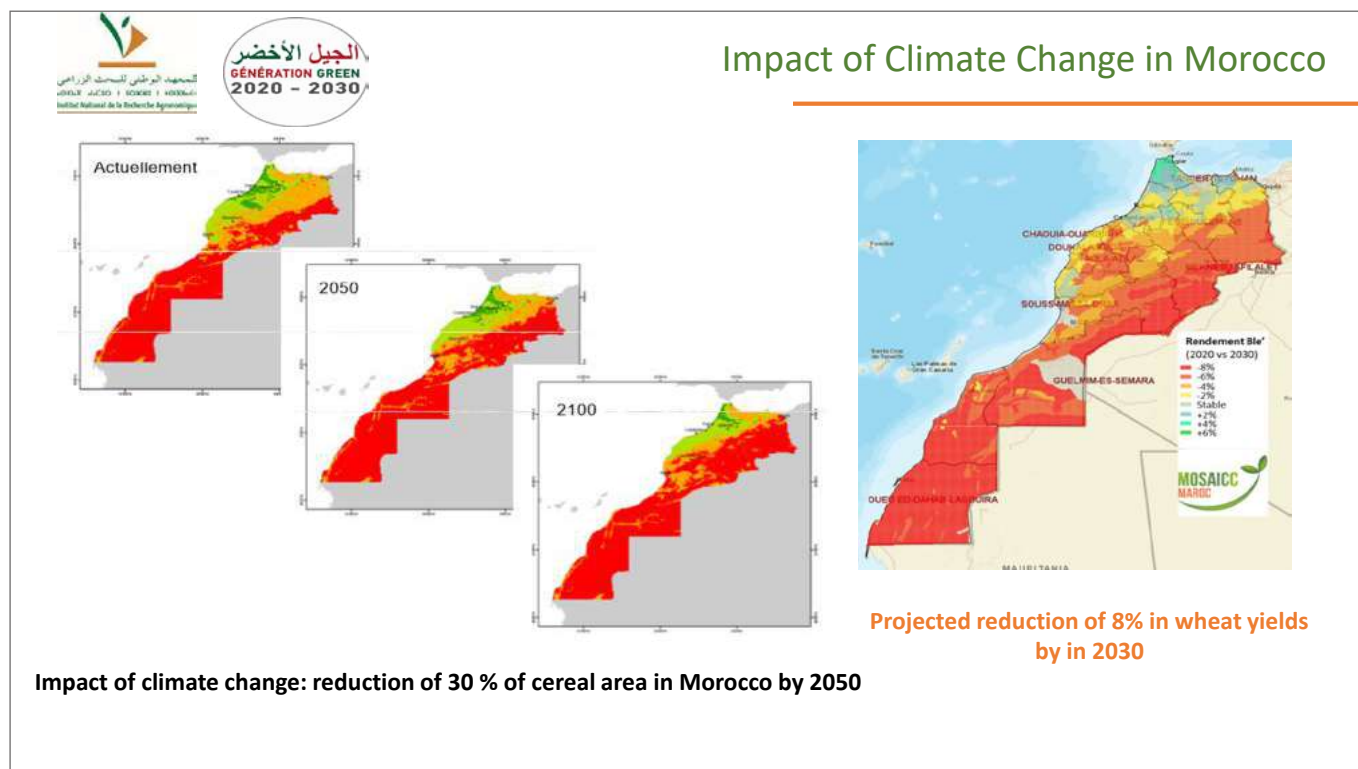


Marchouch 24th February 2021



Marchouch 24th February 2022

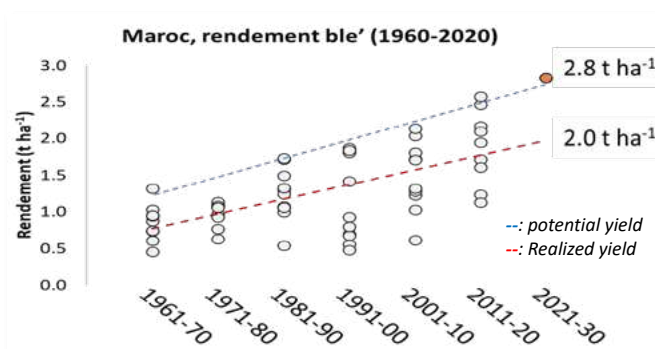






More than a century in Cereal breeding in Morocco

Item	Value
Scientists involved	30
Support Staff	>70
Allocated area for trials each year	>200 ha
Released varieties since 1980	120
Market share of INRA varieties	15-58%



Average Annual Genetic Gain: 0.1 T/yr



Cereal production: Environments and constraints in Morocco

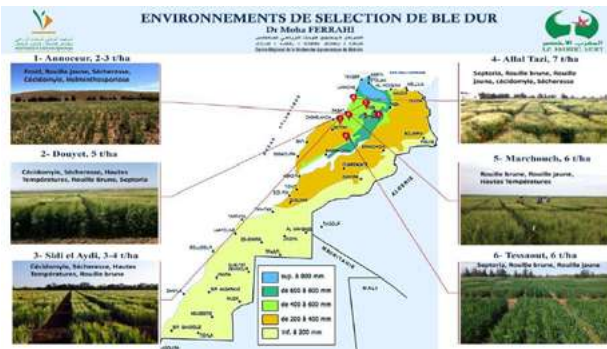
- Fully irrigated or supplemented (**10% area**):
 - ✓ 3 Rusts and Septoria, tan spot and quality
- Humid and sub-humid (>450 mm, **40% area**):
 - ✓ Drought, heat, septoria, leaf and yellow rusts
- Semi-arid and arid (250 to 300 mm, **40% area**):
 - ✓ Drought, leaf rust and Hessian fly
- High altitude (350 - 600, **10% area**):
 - ✓ Drought, cold, frost, yellow rust, stem rust and TS



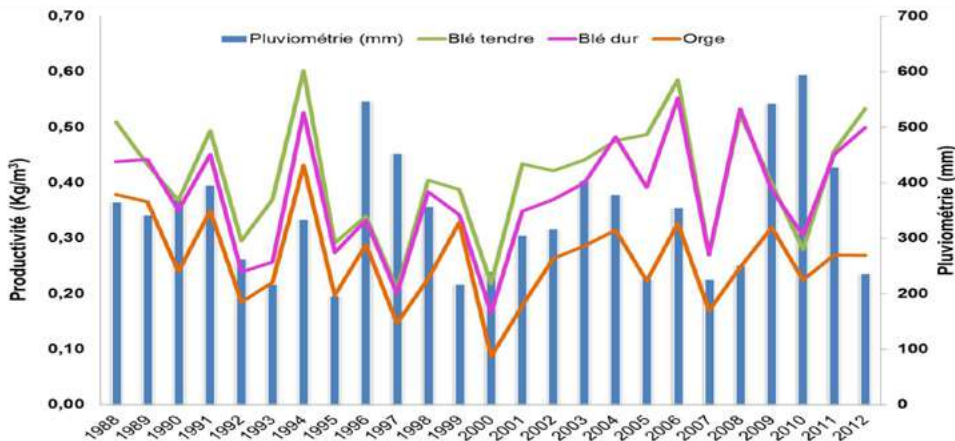
Cereal Germplasm Development at INRA

>10,000 Experimental plots for breeding each year

- Selection in different environments across the country
- Screening for major diseases and abiotic stresses
- More than 800 International lines evaluated each year
- Use of commercial varieties for comparison
- Use latest experimental analysis and genomics for MAS



Improving agronomic water productivity (WUE)

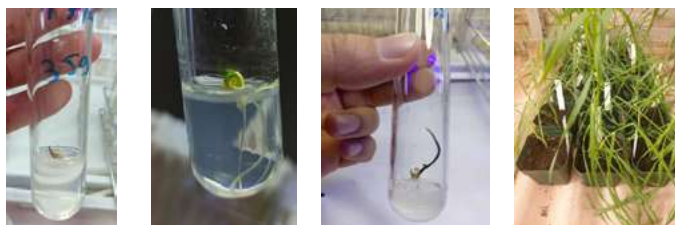


- ✓ The water productivity in the rainfed areas is very low (ranges from **0.506 Kg/m³** in good years to **0.149 g/m³** in dry season). Overall the water productivity varied between **1.15 Kg/m³** for Doukkala region and **3 Kg/m³** for Tadla region in Morocco (Balaghi et al., 2014);
- ✓ On the average, the varieties released by INRA have a water productivity of about **2.27 kg/m³** (Ferrahi, 2020), which is comparable to Australian varieties that are known to be drought tolerant.



Prebreeding effort for Drought tolerant germplasm development

- ❑ Interspecific hybridization for the transfer of Hessian fly resistance from wheat wild relatives to cultivated wheat
Crosses between durum wheat and *Triticum dicoccoides*



- ❑ New interspecific hybrids were obtained from cross between cultivated barley and tetraploid *Hordeum bulbosum*



Use of Advanced technologies in cereal breeding

Use of innovative technologies such as

- Powerful tools in experimentation and data analysis;
- Use of speed breeding techniques/DH;
- Use of genomic as MAS;
- High throughput phenotyping to study abiotic stress;
- Use of drones to estimate yield;
- Taking into account the industry and end-use requirements;
- Farmers involvement for selection preferences ;
- Climatic changes;
- ...



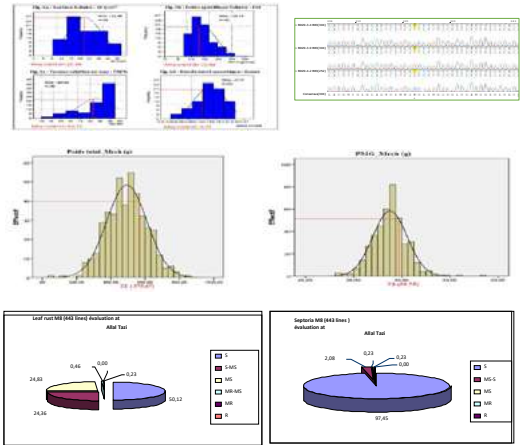


Application of Tilling and Irradiation to Create New Genetic Resources and Selection of Adapted Lines in Wheat

Creation of a mapping population from commercial durum and bread wheat varieties using nuclear irradiation (EMS) and selection of mutants with :



- ✓ Good Drought and Salt tolerance;
- ✓ High yield as compared to commercial varieties;
- ✓ Good tolerance to main wheat diseases.



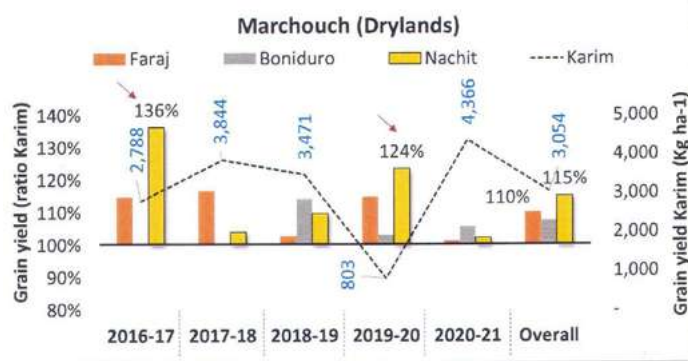
Case study: Durum wheat "Nachit" for drought tolerance

- ✓ Interspecific cross: *Amedak/T. dicoccoides* Syr//*Loukus*
- ✓ Released in 2018 by INRA Morocco as 'Nachit'
- ✓ Released for its drought tolerance and large grains





Impact of the drought-resistant durum wheat variety Nachit

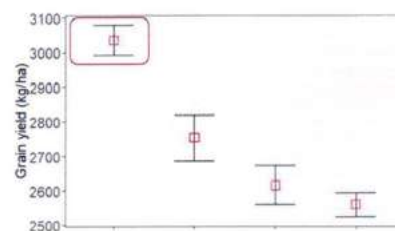
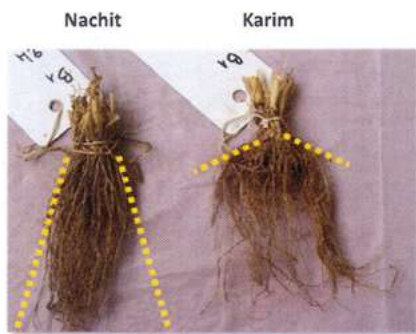


- Nachit produced **15% more yield** across five seasons
 - 24% and 36% in dry years
- It has **10% larger grains**
- Resistant to **RR, LR, SR**, but not to **HF**
- Where does its drought tolerance come from?

- ✓ The durum variety Nachit produced 15% more grain yield in 5 seasons and 24% and 36% more in two dry years.
- ✓ The drought resistance comes from a good root development with the identification of 3 QTLs that allow an increase of +300 kg/ha alone.

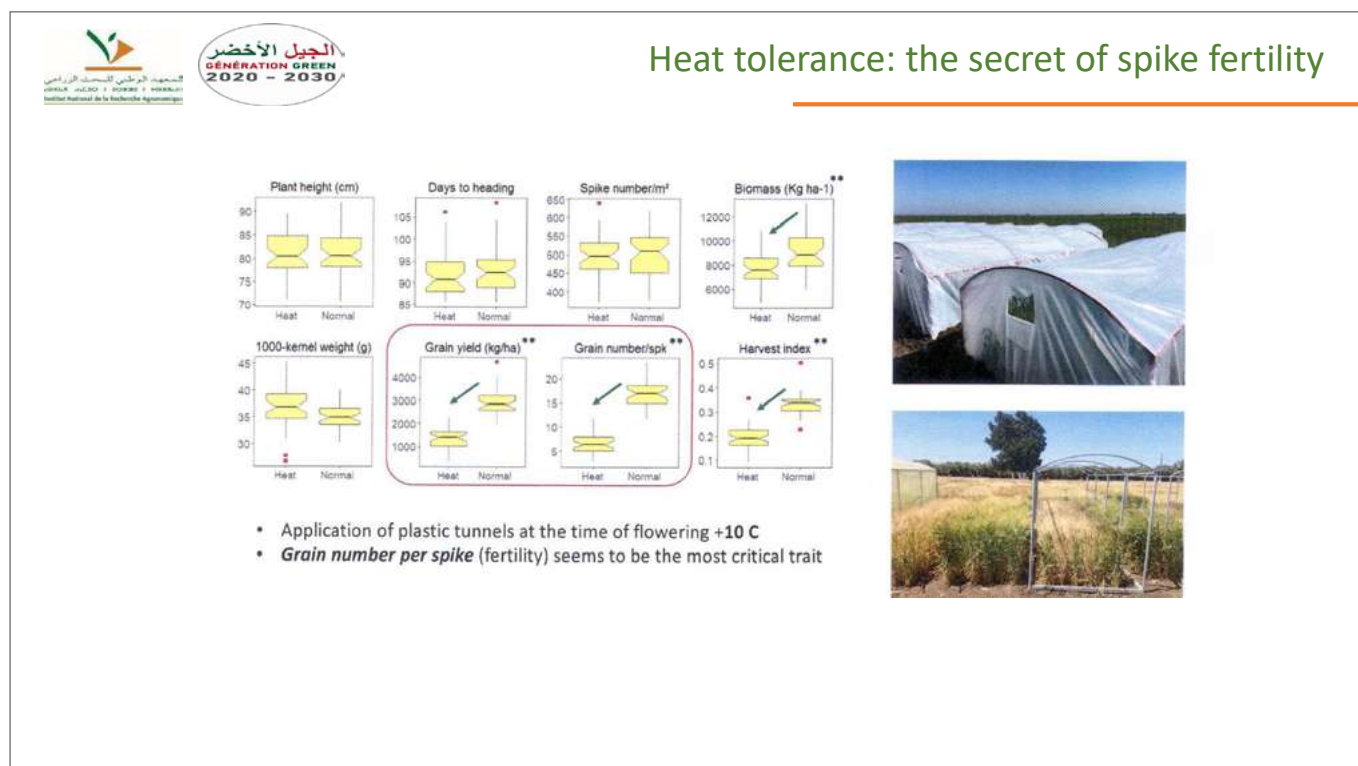
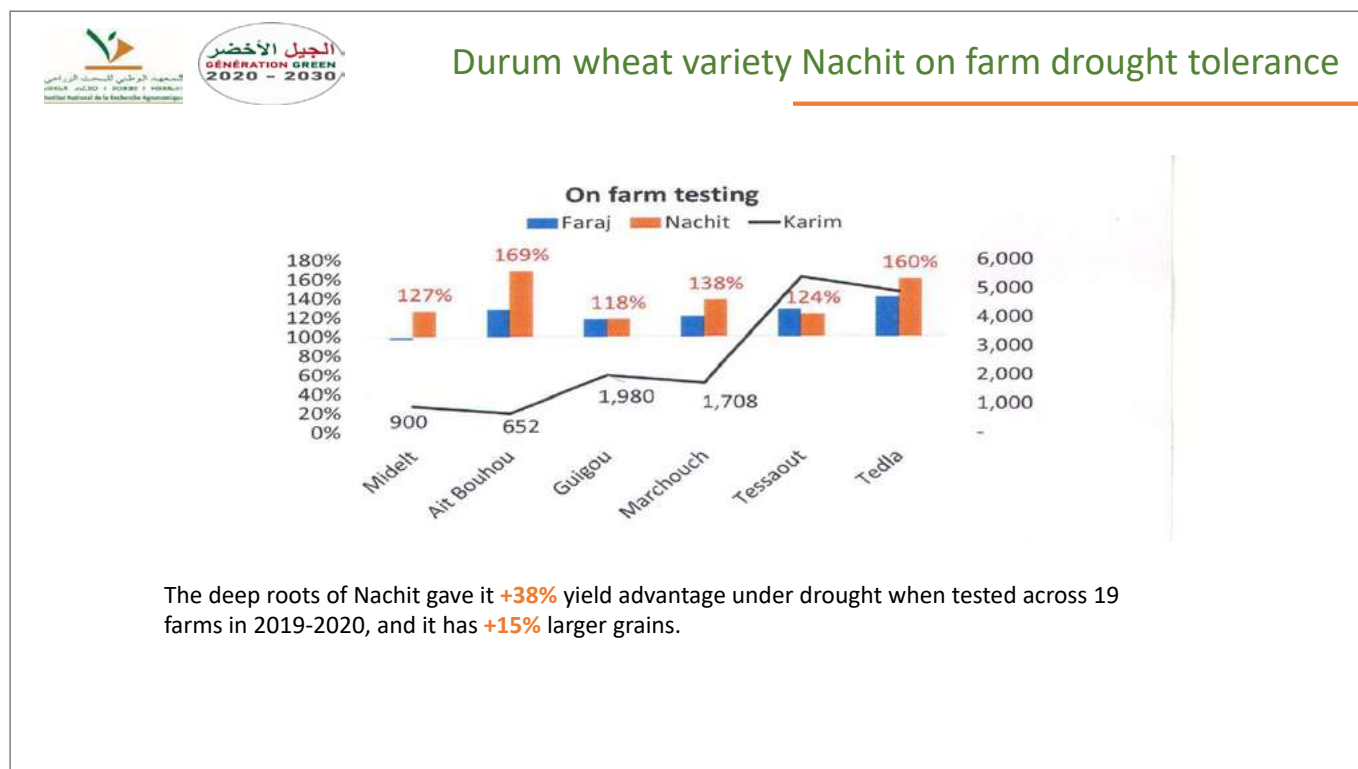



Where does come a drought-resistant durum wheat variety Nachit?



QTL.ICD.Root.01	+	+	-	-
QTL.ICD.Root.02	+	+	-	-
QTL.ICD.Root.04	+	-	+	-

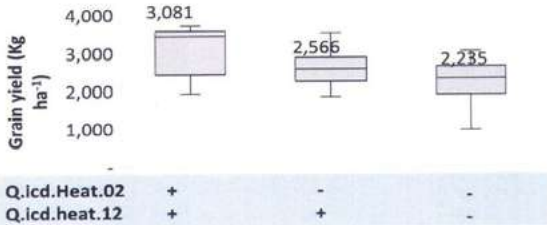
- Three QTLs controls root angel and together increase yield **+300 Kg ha⁻¹**






KASP marker validated for heat tolerance


- 2 QTLs for spike fertility
- GY across 3 heat stressed env:
 - +500 Kg ha⁻¹ (20%) on average



QTL	Q.icd.Heat.02	Q.icd.Heat.12	Mean Yield (kg ha ⁻¹)
1	+	-	3,081
2	-	+	2,565
3	-	-	2,235

El Hassouni et al. 2019 Doi: 10.3390/agronomy9080414





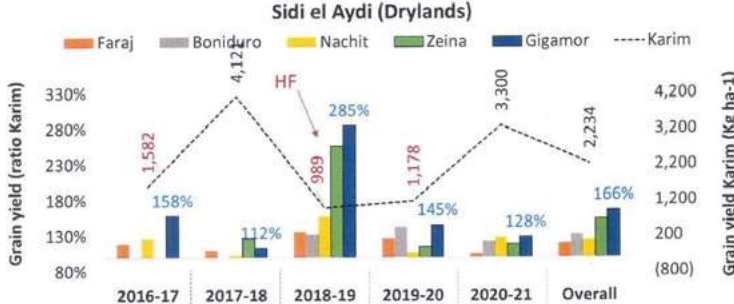
Two new HF resistant and drought tolerance varieties

Two new HF resistant candidates to the catalogue


Two new entries superior to Nachit (*Gigamor and Zeina*) were presented by Dr Ferrahi


- These combine 3 roots QTL for yield under drought, 1 QTL for HF resistance, and top quality
- In HF years the yield advantage is **almost double!!!**

Sidi el Aydi (Drylands)



Year	Faraj	Boniduro	Nachit	Zeina	Gigamor	Karim
2016-17	158%		1,582			
2017-18			4,12			
2018-19			989	285%		
2019-20			1,178		145%	
2020-21					128%	3,300
Overall					166%	2,234

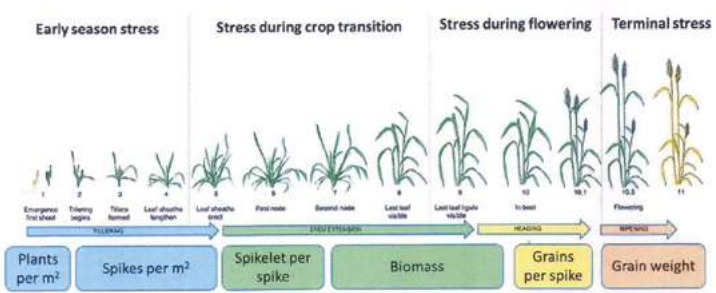





Genetic Strategy to climate proofing

Genetic strategy to climate proofing

- 1. More droughts:**
 - *Deeper roots + grain weight*
 - *Spike per m²*
- 2. More heat waves:**
 - *Higher spike fertility*
- 3. Shorter growing seasons:**
 - *Early flowering*
- 4. Damaging pests and disease:**
 - *Rusts (stem and leaf)*
 - *Hessian fly*
 - *Fusarium(s)*





Thank you

SELECTION POUR L'AVENIR

M. Stefan van der Heijden

Associé, Innova Connect, Pays-Bas

L'obtention végétale est par définition pour l'avenir et en raison de la longue période entre le concept initial et l'introduction finale sur le marché, une forte interaction dans la chaîne de valeur est nécessaire.

En outre, les exigences du marché ont tendance à changer plus rapidement en raison du changement climatique, de la moindre disponibilité des intrants (par exemple, les engrais et les pesticides) et des problèmes énergétiques. Cela est dû à l'évolution de la réglementation du fait des influences sociétales, du besoin de plus de durabilité et des influences géopolitiques.

Pour réduire le délai de mise sur le marché, il est important de prendre en compte les problèmes suivants :

- la durée du processus d'obtention jusqu'au moment de la protection de la propriété intellectuelle Distinction, Homogénéité et Stabilité (DHS) et le fait de la valeur obligatoire ou volontaire pour la culture et l'utilisation (VCU) ou l'acceptation par les producteurs et les clients;
- la connaissance des conditions putatives des environnements de production dans le futur et de l'impact des interactions Génotype x Environnement x Gestion des facteurs abiotiques et de certains facteurs biotiques. L'impact de ces interactions sur la génétique et le processus de reproduction est complexe et mal compris.

De plus, l'industrie est confrontée au fait que des stratégies alternatives de production de cultures sont nécessaires parce que les nouvelles méthodes de lutte biologique n'ont pas le même spectre de travail que les pesticides à l'ancienne. Cela signifie que toutes les parties doivent travailler ensemble pour optimiser l'utilisation de la résistance/tolérance en combinaison avec les microbiomes du sol, la résilience/résistance induite, la surveillance et d'autres pratiques de gestion.

Des recherches futures qui ne pourront être menées efficacement que lorsque toutes les connaissances de la chaîne de valeur seront disponibles et intégrées en mettant fortement l'accent sur l'adaptation (= résilience) à différents environnements. L'objectif est de passer d'une obtention réactive à une obtention prédictive et, par la transparence de la chaîne, de réduire également le processus d'introduction en utilisant des indicateurs de performance clés convenus qui peuvent être évalués rapidement, évitant ainsi un long processus de test empirique descriptif.

Dans le processus de recherche, de nombreuses technologies peuvent être utilisées, telles que le réseau d'information basé sur les données (omique, phénotypage, environnements, couverture et accès au germoplasme), les outils d'IA, les modèles mécanistes et statistiques, la bio-informatique. Le développement de ces outils devrait être utile dans une gamme d'espèces (différents niveaux de ploïdie et systèmes de reproduction). Il est également important de mieux comprendre les principes fondamentaux de la production agricole dans le futur changement climatique.

Ces connaissances peuvent être utilisées pour développer des concepts de sélection durables, y compris des outils à haut débit et l'accès à la variabilité génétique mondiale pour l'ensemble de la communauté d'obtention et pas seulement pour une petite gamme de cultures mondiales.

Cependant, nous devons faire face à plus d'incertitudes sur les niveaux de la chaîne de valeur, pour les obtenteurs sur leur retour sur investissement, pour la grande distribution sur l'approvisionnement et pour le consommateur du fait de produits potentiellement moins testés. Si les outils ne deviennent pas largement disponibles, il y a un risque de plus de cultures orphelines et donc un manque de produits adaptés à l'avenir.

De plus, les systèmes DHS et VCU ne devraient pas limiter l'introduction de nouvelles innovations, en mettant la pression sur le développement de futurs systèmes DHS mieux conçus; et l'UPOV doit s'y adapter via des procédures plus rapides. La transparence dans la chaîne de valeur est importante pour tenir tout le monde bien informé de ces nouvelles innovations et des revendications qui sont faites concernant la durabilité et les questions phytosanitaires et les risques de production impliqués pour les producteurs et les clients.

Ce n'est que lorsque ces exigences seront satisfaites que l'industrie sera en mesure de progresser rapidement avec des caractères complexes et de résoudre les questions d'alimentation animale, de consommation humaine et d'ornement.

Présentation faite au séminaire



“Breeding for the Future”

UPOV seminar.
Wednesday, October 12, 2022

Stefan van der Heijden
Associate INNOVA CONNECT

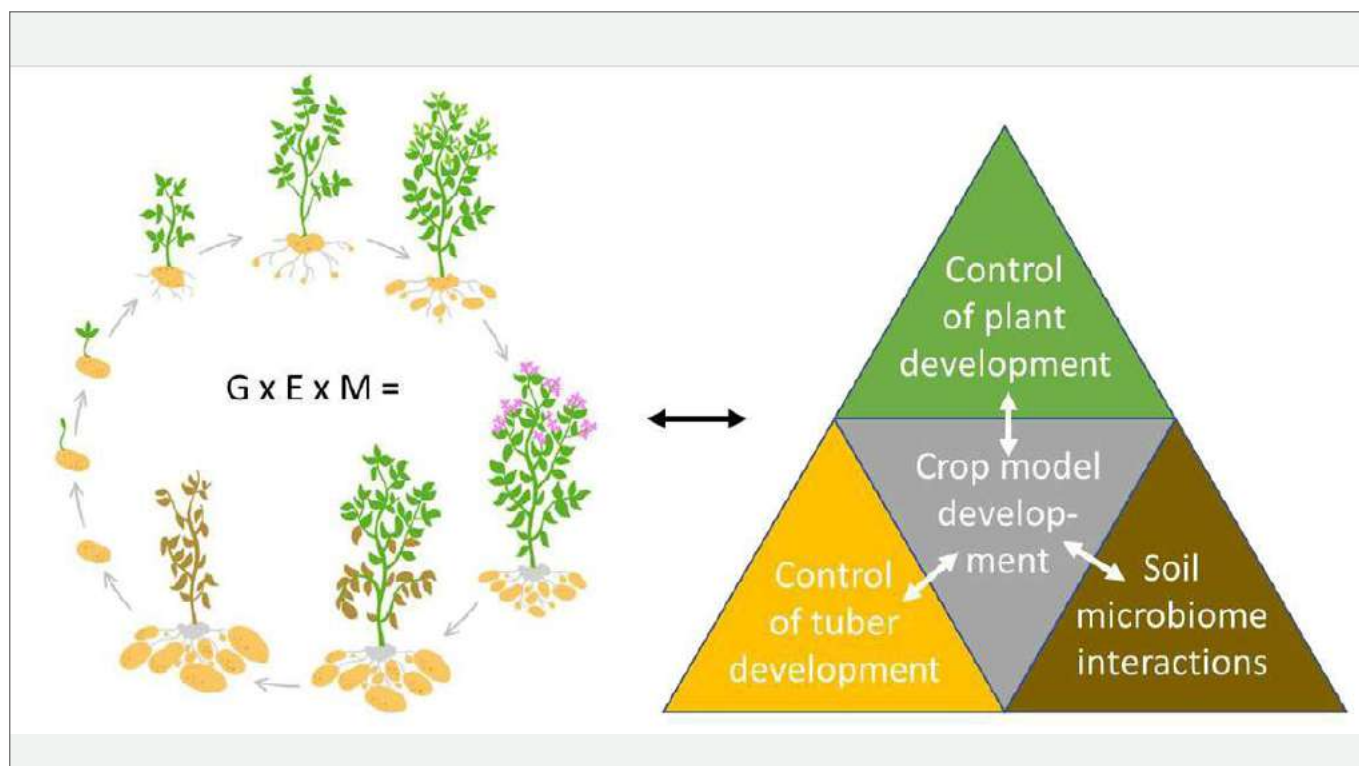
innova connect.
the innovation broker

Breeding for the Future.

- Breeding is per definition for the future.
 - Issues
 - *Access/time to market*
 - Duration of breeding process
 - IP (DUS)
 - Obligatory or voluntary VCU
 - *Knowledge*
 - Putative conditions of the production environments in the future
 - G x E x M interactions. Impact on genetics and breeding process is complex

Research approach for the future

- ✓ Integrating knowledge from the full value chain
- ✓ From reactive to predictive breeding
- ✓ Focus on adaption (= resilience) to different environments and reducing inputs.
 - ✓ Biotic (reasonable under control, but ...)
 - ✓ Abiotic (complex genetics and difficult as breeding target)
- ✓ Predict and verify via lengthy empirical descriptive testing?
- ✓ Faster access of new products to the market is needed.



Required technologies

- Information network
 - Data (omics, phenotyping, environments, germplasm coverage and access)
 - AI-tools
 - Mechanistic and statistical models
 - Bioinformatics
 - Useful for multiple species
 - ?
- Understanding fundamentals of crop production in changing climate
- Develop durable breeding concepts
 - Tools
 - Genetic variability
- Definition of relevant parameters for verification experiments in vivo
- Access by users – transparency

Impact on the value chain

- More uncertainty in value chain
 - Breeders and Producers (income, RoI)
 - Retail (supply)
 - Consumer (trust)
- Broader portfolio is needed
- Orphan crops will increase
- Market access should not be hampered by
 - DUS
 - VCU
 - Other (IP-)issues
- Transparency and understanding of consumers in general
 - Claims.
 - Sustainability
 - Health
 - Phytosanitary

Thanks for your attention



LE RÔLE DE L'OBTENTION VÉGÉTALE POUR AUGMENTER LA PRODUCTIVITÉ ET RÉDUIRE LES PERTES DE RÉCOLTES

M. Morten Lillemo

Université Norvégienne Des Sciences De La Vie, Faculté De Biosciences, Ås, Norvège

Nourrir une population mondiale croissante, tout en minimisant l'impact sur l'environnement, sera le grand défi de l'agriculture dans les décennies à venir. Il est prévu que la population humaine atteindra 9,5 milliards d'ici 2050. Une proportion croissante de la population sera urbaine, ce qui entraînera des changements dans les régimes alimentaires des aliments de base vers les aliments transformés, la viande et les produits laitiers. Étant donné que la viande et les produits laitiers nécessitent de grandes quantités de céréales pour l'alimentation animale, la demande de production végétale augmentera beaucoup plus rapidement que prévu uniquement en raison de la croissance démographique. À titre d'exemple, la demande mondiale de blé devrait augmenter de 60% d'ici 2050 (Long *et al.* 2015). Dans le passé, la production mondiale de blé a triplé depuis 1960 sans augmenter la superficie cultivée. Sur l'ensemble de la période, les améliorations agronomiques (principalement les engrais et la protection chimique des cultures) et les gains génétiques issus de l'obtention végétale ont contribué à parts à peu près égales à cette augmentation des rendements.

Afin de réduire les impacts environnementaux de l'agriculture, une intensification durable est nécessaire, en évitant l'utilisation excessive d'engrais et de produits agrochimiques. En d'autres termes, la demande de 60% de la production agricole doit provenir de l'utilisation de la même superficie, de l'utilisation durable d'engrais et d'une moindre utilisation de produits agrochimiques. Cela signifie que l'obtention végétale devra probablement jouer un rôle encore plus important pour les futures augmentations de rendement. De plus, il sera tout aussi crucial d'éviter les pertes de rendement et de qualité dues aux maladies des plantes. Dans cette brève présentation, je donnerai trois exemples de la manière dont l'obtention végétale a contribué à l'augmentation des rendements et à la réduction des pertes de rendement du blé et de l'orge en Norvège. En examinant quels traits ont contribué aux augmentations de rendement passées, les obtenteurs de plantes peuvent prendre de meilleures décisions sur les traits à améliorer pour de nouveaux gains de rendement.

Mon premier exemple concerne les rendements de l'orge dans le centre de la Norvège (Lillemo *et al.* 2010). La Norvège centrale représente l'une des zones de production d'orge les plus septentrionales du monde. La région se caractérise par un climat maritime frais avec une courte saison de croissance, une longue photopériode et des stress biotiques et abiotiques nécessitant une adaptation spécifique. Certaines des principales contraintes de production sont la courte saison de croissance, la température relativement basse au milieu de l'été et un climat humide avec de longues périodes de vent et de pluie continus, qui causent des problèmes de verse et des difficultés pendant la récolte. Néanmoins, il y a eu une augmentation constante des rendements d'orge dans la région, passant d'environ 2,1 t/ha dans les années 1940 à 3,6 t/ha six décennies plus tard. Pour mieux comprendre l'interaction entre l'obtention végétale et les changements dans la gestion des cultures, et pour estimer l'impact des améliorations génétiques, les statistiques officielles de rendement au niveau des exploitations ont été comparées aux données des essais variétaux dans la région couvrant la période de 1946 à 2008. Sur la base des statistiques de rendement et des changements connus dans les pratiques agricoles, nous pourrions diviser la période en trois époques. L'"ère de l'autoliage" (1946-1960), qui a précédé l'introduction de la moissonneuse-batteuse, a été caractérisée par des rendements relativement stables avec peu de fluctuations d'une année à l'autre. Au cours de la "première ère des moissonneuses-batteuses" (1960-1980), d'importantes augmentations de rendement global ont eu lieu en raison de l'augmentation de l'utilisation d'engrais minéraux. Cependant, comme les variétés cultivées n'étaient pas adaptées au nouveau régime de récolte, de fortes pertes de rendement ont été observées les années où les conditions de récolte étaient difficiles à cause de la pluie. L'introduction de nouvelles variétés à paille courte et résistantes à la verse à "l'ère des variétés modernes" (1980-2008) a stabilisé la variabilité d'une année à l'autre et contribué à de nouvelles augmentations de rendement au niveau de l'exploitation. En examinant

la génétique, l'analyse des données officielles des essais de variétés a identifié une augmentation de 46% du potentiel de rendement génétique de la variété "Maskin", qui dominait le marché dans les années 1940, à la variété moderne "Gaute" à plus haut rendement. Au fil du temps, l'obtention végétale a contribué à une part croissante des augmentations de rendement au niveau de l'exploitation, passant de 29% pendant l'ère de l'autoliage à 43% pendant l'ère de la première moissonneuse-batteuse et à 78% pendant l'ère des variétés modernes (Lillemo *et al.* 2010). Les caractéristiques importantes qui ont contribué à cela sont la vigueur précoce, la résistance à la verse et la capacité à résister au temps pluvieux à maturité sans germination avant récolte, bris de paille et éclatement des graines. L'amélioration de la résistance aux maladies courantes telles que l'échaudure de l'orge, la tache réticulée et *Ramularia* a également joué un rôle important (Lillemo *et al.* 2010).

Le deuxième exemple concerne les gains de rendement génétique du blé de printemps (Mróz *et al.* 2022). Les variétés de blé cultivées en Norvège avant les années 1950 étaient sensibles à la verse et à la germination avant la récolte, et n'étaient pas adaptées à la récolte mécanisée. Cela a conduit à la quasi-extinction de la culture du blé lorsque la moissonneuse-batteuse a été introduite dans les années 1950 et 1960, ce qui a stimulé les efforts d'obtention qui ont finalement abouti à la sortie de deux variétés phares, "Runar" et "Reno" (introduites en 1972 et 1975, respectivement), marquant le début de la culture moderne du blé en Norvège. Au cours des trois décennies suivantes, il y a eu une augmentation constante de la culture du blé jusqu'au niveau actuel de 75% d'autosuffisance (Lillemo and Dieseth 2011). Les augmentations de rendement au niveau de l'exploitation ont également été considérables, passant d'environ 3 t/ha au début des années 1970 au niveau actuel de près de 5 t/ha. Pour mieux comprendre les contributions génétiques à ces gains de rendement, nous avons mené des essais de rendement avec une collection de 24 variétés historiques de blé de printemps, englobant les variétés les plus importantes sur le marché norvégien de 1972 à aujourd'hui. Celles-ci ont été testées dans des essais de rendement sur quatre ans, en utilisant deux niveaux de fertilisation azotée : 150 kg N/ha ce qui est typique de la pratique agronomique actuelle, et une gestion à faibles intrants de 75 kg N/ha. Les résultats ont démontré une augmentation considérable du rendement grâce à l'obtention végétale avec un gain de rendement génétique moyen de 1 t/ha sur la période de 50 ans. La même tendance de rendement était visible aux deux niveaux de fertilisation azotée, ce qui signifie que l'obtention végétale a contribué à améliorer à la fois le rendement en grains et l'utilisation des ressources, quel que soit l'apport de fertilisation. Les composantes du rendement ont été étudiées et montrent que les cultivars modernes d'aujourd'hui produisent plus de grains par unité de surface et bénéficient d'une période de remplissage des grains plus longue que les cultivars des années 1970 (Mróz *et al.* 2022).

Il est tout aussi important pour l'amélioration du potentiel de rendement de protéger le rendement des pertes dues aux maladies des plantes. Mon dernier exemple concerne la fusariose de l'épi (FHB), qui est classée au deuxième rang des maladies les plus dommageables pour le blé dans le monde (Savary *et al.* 2019). La FHB est causée par divers *Fusarium* pathogènes et est très préoccupante pour la santé humaine et animale en raison de la production de mycotoxines. En Norvège, un déplacement de la population d'agents pathogènes s'est produit vers 2005, et l'émergence de *F. graminearum* car le pathogène dominant de la fusariose de l'épi a provoqué de graves épidémies dans l'avoine, l'orge et le blé de printemps (Hofgaard *et al.* 2016). Étant donné qu'aucun fongicide entièrement efficace n'est disponible pour lutter contre la fusariose, il s'agit d'un exemple parfait de lutte intégrée contre les maladies. Les tests de routine sur le terrain depuis 2007 ont révélé de grandes différences de résistance entre les cultivars dans les trois céréales, et des progrès ont été réalisés dans la sélection de résistance en éliminant les lignées sensibles et en ne promouvant que les lignées dans la meilleure moitié du spectre de résistance pour les essais de variétés et la diffusion en tant que cultivars. Au fil du temps, les variétés sensibles ont été remplacées par des variétés plus résistantes (Tekle *et al.* 2018). La génétique de la résistance à la fusariose chez le blé est complexe, impliquant à la fois des mécanismes de résistance actifs et passifs. Une bonne compréhension de la génétique de la résistance et un phénotypage cohérent sous une pression fiable de la maladie sont nécessaires pour progresser. Les données des essais de maladies inoculées montrent que les phytogénéticiens ont considérablement amélioré la résistance à la fusariose au fil du temps. Actuellement, les variétés de blé de printemps dominantes sur le marché norvégien, "Mirakel", "Seniorita" et "Caress", affichent en moyenne une réduction de 40% de la teneur en désoxynivalénol (DON) par rapport à "Bjarne" et "Zebra", qui dominaient le marché il y a deux décennies. Les caractères qui ont contribué à l'amélioration de la résistance à la fusariose chez le blé de printemps norvégien comprennent une augmentation de l'extrusion des anthères, une résistance améliorée à la fois à l'infection initiale (résistance de type I), à la propagation fongique dans l'épi (type II) et à des mécanismes actifs pour réduire la teneur en DON des graines résultantes (Nannuru *et al.* 2022). La réduction de la teneur en DON résultant de l'obtention végétale est à un niveau comparable à l'effet moyen des fongicides triazolés les plus efficaces contre la FHB dans

le blé. Des différences variétales similaires en termes de teneur en DON ont été documentées pour l'avoine (Tekle *et al.* 2018), alors que chez l'orge les différences de résistance sont encore plus grandes. Ainsi, les agriculteurs peuvent réduire considérablement le risque de mycotoxines dans leur récolte de céréales en cultivant les variétés les plus résistantes et en optant pour une pulvérisation fongicide au moment de la floraison les années à haut risque de FHB. Dans l'ensemble, ces efforts de sélection ont contribué à une production céréalière plus durable avec une réduction des pertes de rendement et de qualité dues à la fusariose.

Comme le montrent les exemples ci-dessus, l'obtention végétale a joué un rôle crucial dans l'amélioration des rendements et la réduction des pertes de rendement et de qualité dues aux maladies des plantes. Avec les contraintes futures sur l'utilisation d'engrais et d'autres produits agrochimiques, les gains de rendement génétique combinés à une meilleure résistance aux maladies seront encore plus importants pour répondre aux demandes futures d'augmentation de la productivité. La connaissance de la génétique sous-jacente des traits impliqués aidera les phytogénéticiens à accélérer les améliorations futures.

REMERCIEMENTS

Je remercie chaleureusement le Conseil norvégien de la recherche, à la Fondation pour la taxe de recherche sur les produits agricoles (FFL) et le Fonds de recherche sur les accords agricoles (JA) en Norvège, ainsi que le Conseil norvégien des ressources génétiques qui ont financé une grande partie de la recherche qui est mentionnée dans cette présentation, et la très longue et fructueuse collaboration avec les obtenteurs de Graminor.

RÉFÉRENCES

- Hofgaard, I.S., Aamot, H.U., Torp, T., Jestoi, M., Lattanzio, V.M.T., Klemsdal, S.S., Waalwijk, C., Van der Lee, T. and Brodal, G. (2016) Associations between *Fusarium* species and mycotoxins in oats and spring wheat from farmers' fields in Norway over a six-year period. *World Mycotoxin Journal* 9: 365–378.
- Lillemo, M. and Dieseth, J.A. (2011) Wheat breeding in Norway. In: Bonjean, A.P., Angus, W.J. and van Ginkel, M. (eds), *The World Wheat Book. A History of Wheat Breeding*, vol. 2. Paris: Lavoisier Publishing, pp. 45–79.
- Lillemo, M., Reitan, L. and Bjørnstad, Å. (2010) Increasing impact of plant breeding on barley yields in central Norway from 1946 to 2008. *Plant Breeding* 129: 484–490.
- Long, S.P., Marshall-Colon, A. and Zhu, X.-G. (2015) Meeting the global food demand of the future by engineering crop photosynthesis and yield potential. *Cell* 161: 56–66.
- Mróz, T., Dieseth, J.A. and Lillemo, M. (2022) Historical grain yield genetic gains in Norwegian spring wheat under contrasting fertilization regimes. *Crop Science* 62: 997–1010.
- Nannuru, V.K.R., Windju, S.S., Belova, T., Dieseth, J.A., Alsheikh, M., Dong, Y., McCartney, C.A., Henriques, M.A., Buerstmayr, H., Michel, S., Meuwissen, T.H.E. and Lillemo, M. (2022) Genetic architecture of *Fusarium* head blight disease resistance and associated traits in Nordic spring wheat. *Theoretical and Applied Genetics* 135: 2247–2263.
- Savary, S., Willocquet, L., Pethybridge, S.J., Esker, P., McRoberts, N. and Nelson, A. (2019) The global burden of pathogens and pests on major food crops. *Nature Ecology & Evolution* 3: 430–439.
- Tekle, S., Lillemo, M., Skinnis, H., Reitan, L., Buraas, T. and Bjørnstad, A. (2018) Screening of oat accessions for *Fusarium* head blight resistance using spawn-inoculated field experiments. *Crop Science* 58: 143–151.

Présentation faite au séminaire



The role of plant breeding for increasing productivity and reducing crop losses

Morten Lillemo
UPOV seminar 12.10.2022

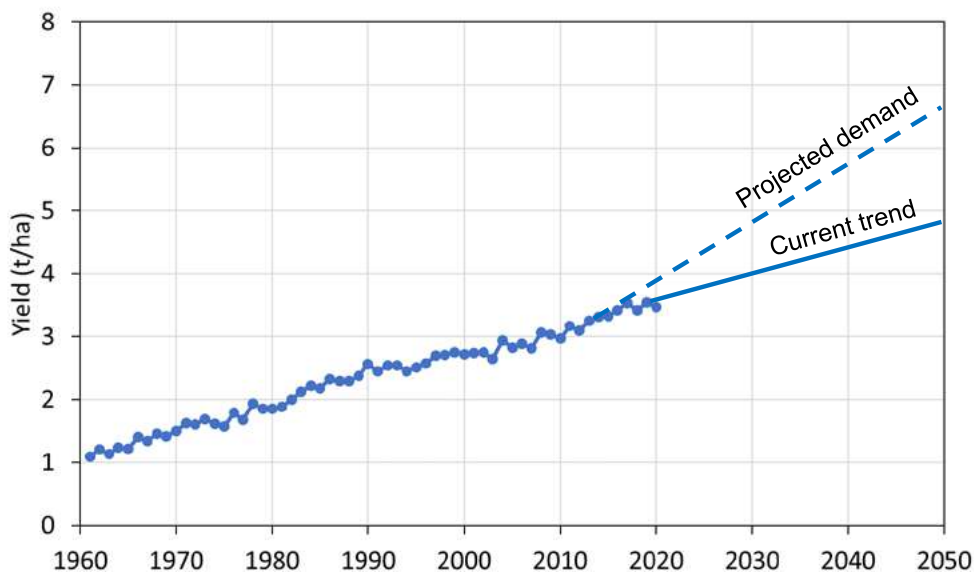


Plant Phenotyping NMBU

Norwegian University of Life Sciences

1

Actual and projected global wheat yields



Adapted from Long et al, (2015) Cell 161:56-66

How to reduce the climate footprint of crop production?



Plant phenotyping NMBU

Norwegian University of Life Sciences

3

Outline



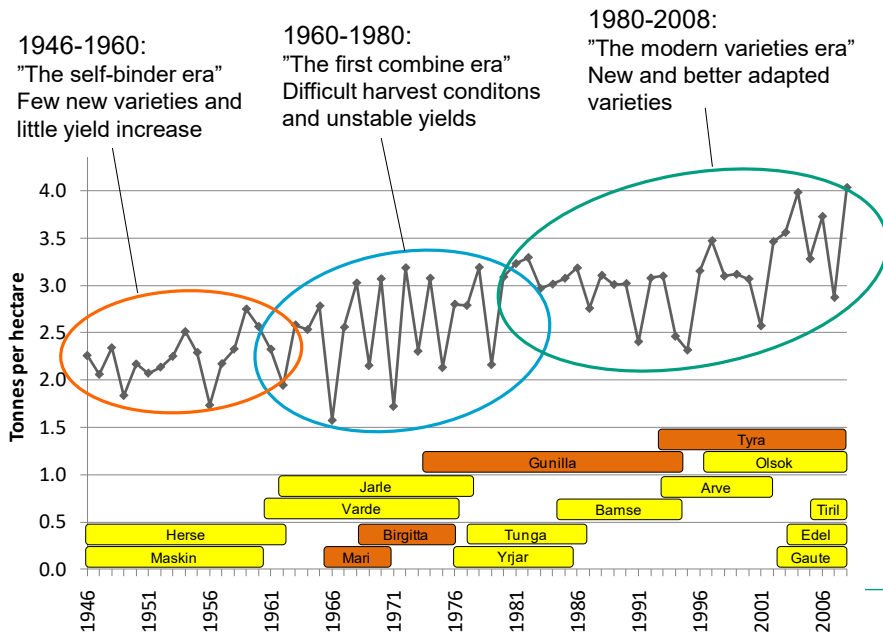
- Impacts of plant breeding for improving yield
 - Case 1: Barley yields in central Norway
 - Case 2: Yield genetic gains in wheat
- Impacts of plant breeding for reducing crop losses
 - Case 3: Fusarium head blight resistance in wheat

Plant phenotyping NMBU

Norwegian University of Life Sciences

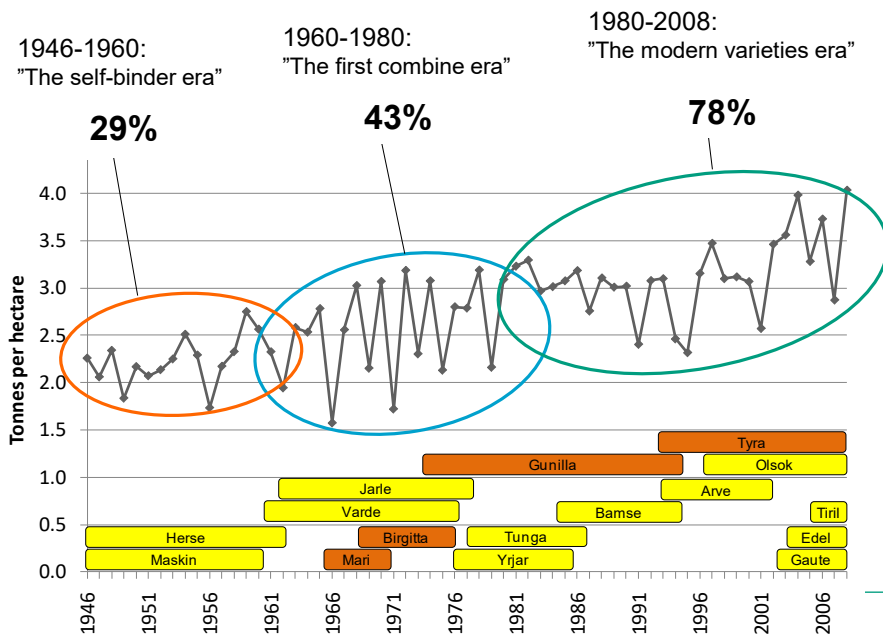
4

Barley yields in central Norway



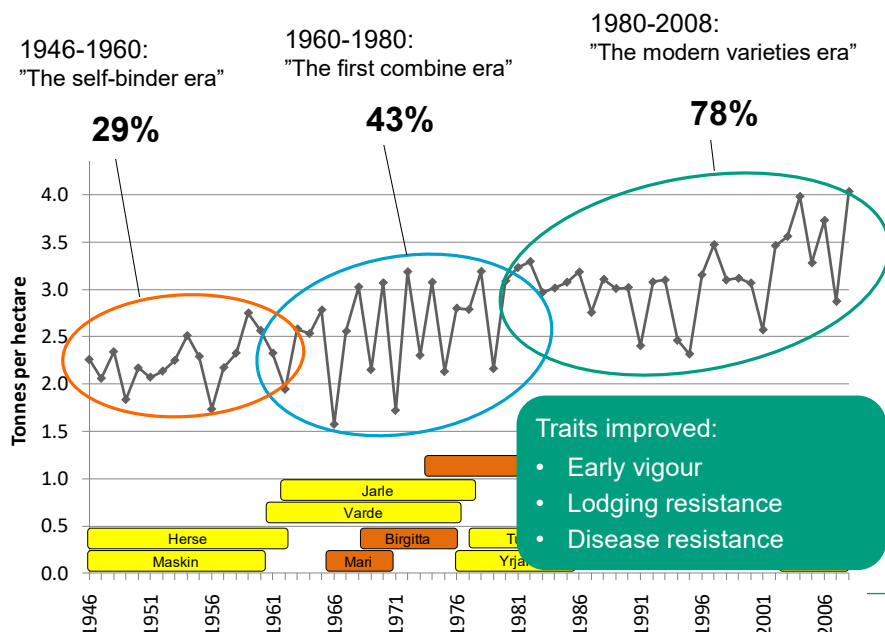
5

Contributions from plant breeding



6

Contributions from plant breeding



Yield genetic gains in Norwegian spring wheat

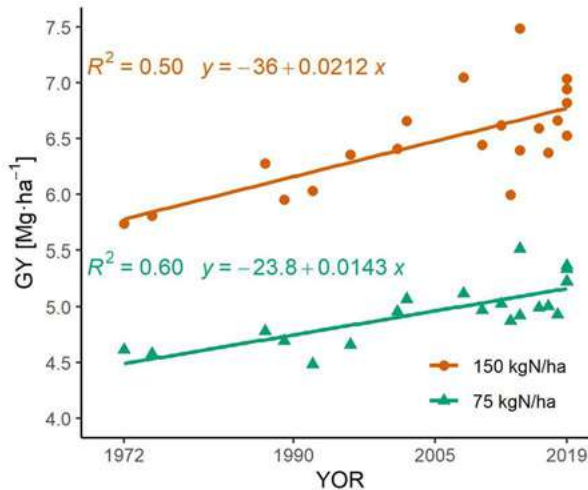


- Yield trials with 19 varieties released during the period 1972-2019
- Two nitrogen fertilization levels:
 - 150 kg N/ha and 75 kg N/ha



Mróz et al (2022),
Crop Science 62: 997-1010
<https://doi.org/10.1002/csc2.20714>

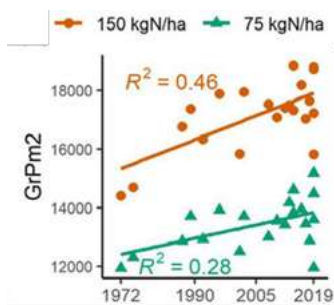
Genetic improvement of 1 t/ha



- Similar yield gains at both N-fertilization levels
- Modern varieties at low input approach the yields of old varieties at high input

Mróz et al (2022),
Crop Science 62: 997-1010
<https://doi.org/10.1002/csc2.20714>

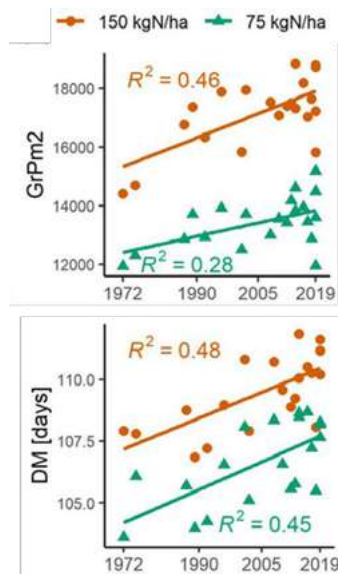
Which traits were improved?



- More grains per head and per m²
 - producing more grains with the same available resources

Mróz et al (2022),
Crop Science 62: 997-1010
<https://doi.org/10.1002/csc2.20714>

Which traits were improved?



- More grains per head and per m²
 - producing more grains with the same available resources
- Later maturity (~ 3 days)
 - Better utilization of the longer growing season

Mróz et al (2022),
Crop Science 62: 997-1010
<https://doi.org/10.1002/csc2.20714>

Fusarium Head Blight (FHB)



- A major disease problem on all cereals in Norway since the 1990s
 - reduced tillage, inadequate crop rotation, cultivation of susceptible cultivars
- Caused by *Fusarium graminearum* and other *Fusarium* pathogens
- Accumulation of mycotoxins in the grains



Fusarium Head Blight (FHB)



- A major disease problem on all cereals in Norway since the 1990s
 - reduced tillage, inadequate crop rotation, cultivation of susceptible cultivars
- Caused by *Fusarium graminearum* and other *Fusarium* pathogens
- Accumulation of mycotoxins in the grains
- No easy solution:
 - no fully effective fungicides available
 - no cultivars with complete resistance
- A good case for integrated disease control

Plant phenotyping NMBU

Norwegian University of Life Sciences

13

Components of FHB resistance



Active resistance	Evaluation
Type I: Resistance to invasion	Severity after spray/spawn inoculation
Type II: Resistance to spread	Severity after point inoculation
Type III: Mycotoxin accumulation	DON content
Type IV: Kernel infection	% FDK
Type V: Tolerance	Yield

We need a good genetic understanding of these traits

Passive resistance (avoidance)

Increased plant height

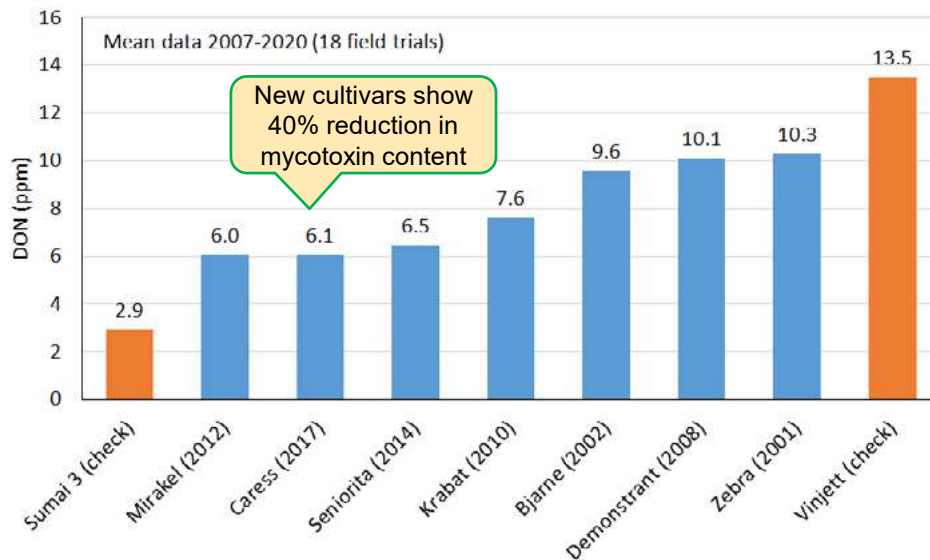
Flowering biology: anther extrusion, cleistogamy, flower opening, etc.

Plant phenotyping NMBU

Norwegian University of Life Sciences

14

Progress in breeding for FHB resistance in spring wheat



Summary



- Plant breeding works!
- Increased productivity
 - Case 1: Yield stability of barley cultivars – better adapted to new harvesting regime
 - Case 2: Higher-yielding spring wheat cultivars with better nitrogen utilization
- Reduced crop losses due to disease
 - Case 3: New cultivars with 40% reduction in mycotoxin content



Acknowledgements



Forskningsmidlene
for jordbruk og matindustri



Graminor



**The Research
Council of Norway**

QUESTIONS

TORO UGALDE Manuel (M.), Vice-président du Comité administratif et juridique, UPOV (modérateur)

Nous avons maintenant un bref moment pour poser des questions à nos orateurs si quelqu'un a une question. M. Fernando Ortego Klose du Chili.

ORTEGA KLOSE Fernando (M.), sélectionneur de plantes fourragères, Institut de recherche agricole du Chili (INIA), Centre régional de Carillanca (Chili) (orateur)

Je vous remercie. Une question pour Morten. J'ai compris que, pour les nouvelles variétés de certaines de vos céréales, la période phénologique est plus longue que pour les variétés plus anciennes. Est-ce un avantage ou un inconvénient dans la tolérance à la sécheresse?

LILLEMO Morten (M.), professeur, Université norvégienne des sciences de la vie, faculté de biosciences (Norvège) (orateur)

Dans notre pays, nous avons une saison de croissance assez courte et nous n'avons généralement pas de problèmes de sécheresse. Ainsi, et à cause du réchauffement du climat, nous avons des températures plus élevées pendant la saison de croissance, et le printemps commence aussi plus tôt et l'automne arrive un peu plus tard. Donc, c'est avantageux pour nous d'avoir des périodes de croissance plus longues pour les variétés, mais cela comporte aussi des risques, parce que, parfois, nous avons de la pluie au printemps, ce qui signifie que les agriculteurs viennent planter pour la ferme où ils veulent planter et nous pourrions avoir beaucoup de pluie en automne, ce qui complique les récoltes.

C'est un équilibre ici et c'est aussi un dilemme, mais il y a une demande sur le marché pour avoir à la fois des variétés à maturation précoce et à maturation tardive, également pour diversifier le risque.

ORTEGA KLOSE Fernando (M.), sélectionneur de plantes fourragères, Institut de recherche agricole du Chili (INIA), Centre régional de Carillanca (Chili) (orateur)

D'accord. Merci.

RECHERCHE SUR LES VARIÉTÉS DE CULTURES INDUITES PAR LE MARCHÉ ET INTELLIGENTES POUR LE CLIMAT : TOLÉRANCE AUX STRESS BIOTIQUES ET ABIOTIQUES

**M. Francis Kusi, M. Joseph Adjebeng-Danquah, M. Gloria Boakyewaa Adu,
M. Richard Oteng-Frimpong, M. Samuel Oppong Abebrese, M. Emmanuel Boache Chamba,
Dr. Kwabena Acheremu, M. Peter Anabire Asungre, M. Richard Yaw Agyare,
M. Kenneth Opare Obuobi, Mme Francisca Addae-Frimpomaah et M. Nicholas Denwar,**

Institut de recherche agricole de la Savane, Institut du Conseil pour la recherche scientifique et industrielle (CSIR-SARI), Ghana

CONTEXTE

L'Institut de recherche agricole de la savane (CSIR-SARI) est l'un des 13 instituts de recherche relevant du Conseil de la recherche scientifique et industrielle du Ghana. L'institut est basé à Nyankpala dans la région nord du Ghana et a un mandat sur les cinq régions du nord du Ghana. La zone du mandat se situe dans les agroécologies de savane guinéenne et soudanienne qui, ensemble, couvrent environ 40% de la masse terrestre totale du Ghana. Cette zone est caractérisée par un régime pluviométrique monomodal souvent erratique. En plus des inondations et des sécheresses terminales, des sécheresses intermittentes se produisent même pendant la saison des pluies, réduisant ainsi les rendements de plusieurs cultures (Amikuzuno et Donkoh 2012).

L'institut a pour mandat technique de mener des recherches agricoles sur les cultures vivrières et à fibres dans le nord du Ghana dans le but d'introduire des technologies améliorées qui amélioreront la productivité agricole globale. Les cultures sous mandat comprennent le sorgho, le mil, le riz, le maïs, le niébé, l'arachide, le soja, le pois bambara, le pois cajan, l'igname, le manioc, la patate douce, la pomme de terre frafra, le coton, les légumes et, depuis peu, des espèces négligées et sous-utilisées comme le fonio.

Pour pouvoir mener à bien ses activités sur la vaste zone du mandat, le CSIR-SARI dispose de deux antennes à Manga (région de l'Upper East) et à Wa (région de l'Upper West) en plus de la station principale de Nyankpala, et ces antennes des stations supervisent les activités de recherche dans les différentes régions.

CARACTÉRISTIQUES DE L'AGRICULTURE DANS LA ZONE DU MANDAT

L'agriculture dans les régions du nord du Ghana où le CSIR-SARI est mandaté pour mener des recherches est caractérisée par plusieurs contraintes liées au climat (figure 1). Certaines d'entre elles comprennent la sécheresse intermittente et terminale, la sensibilité aux ravageurs et aux maladies des cultures et des animaux, l'apparition sporadique de ravageurs comme la chenille légionnaire d'automne, le grand perceur des céréales et autres (Antwi-Agyei *et al.* 2012). Il y a des pertes élevées après récolte, une contamination par les mycotoxines, les aflatoxines et autres. Les faibles rendements des cultures résultant de sols pauvres avec une faible utilisation d'intrants et l'utilisation de variétés à faible rendement sont également répandus dans la région. De plus, la médiocrité des débouchés commerciaux et le caractère saisonnier de la production ont souvent entraîné une surabondance de la plupart des produits agricoles dans la région. La zone est également vulnérable aux feux de brousse annuels endémiques qui entraînent parfois la perte des fermes et des moyens de subsistance des ménages. Tous ces défis devraient augmenter à l'avenir en raison du changement climatique (GIEC 2014). Les feux de brousse annuels ont d'énormes effets à la fois sur la végétation et les sols puisqu'il a été constaté que la relation sol-feu définit la structure du sol, les fonctions et la dynamique de l'écosystème (Amoako et Gambiza 2019). Les propriétés physiques et chimiques du sol sont altérées lors de la combustion de la biomasse. Par exemple, les nutriments tels que l'azote (N) sont volatilisés en raison de leur seuil de température sensible (DeBano *et al.* 1976).

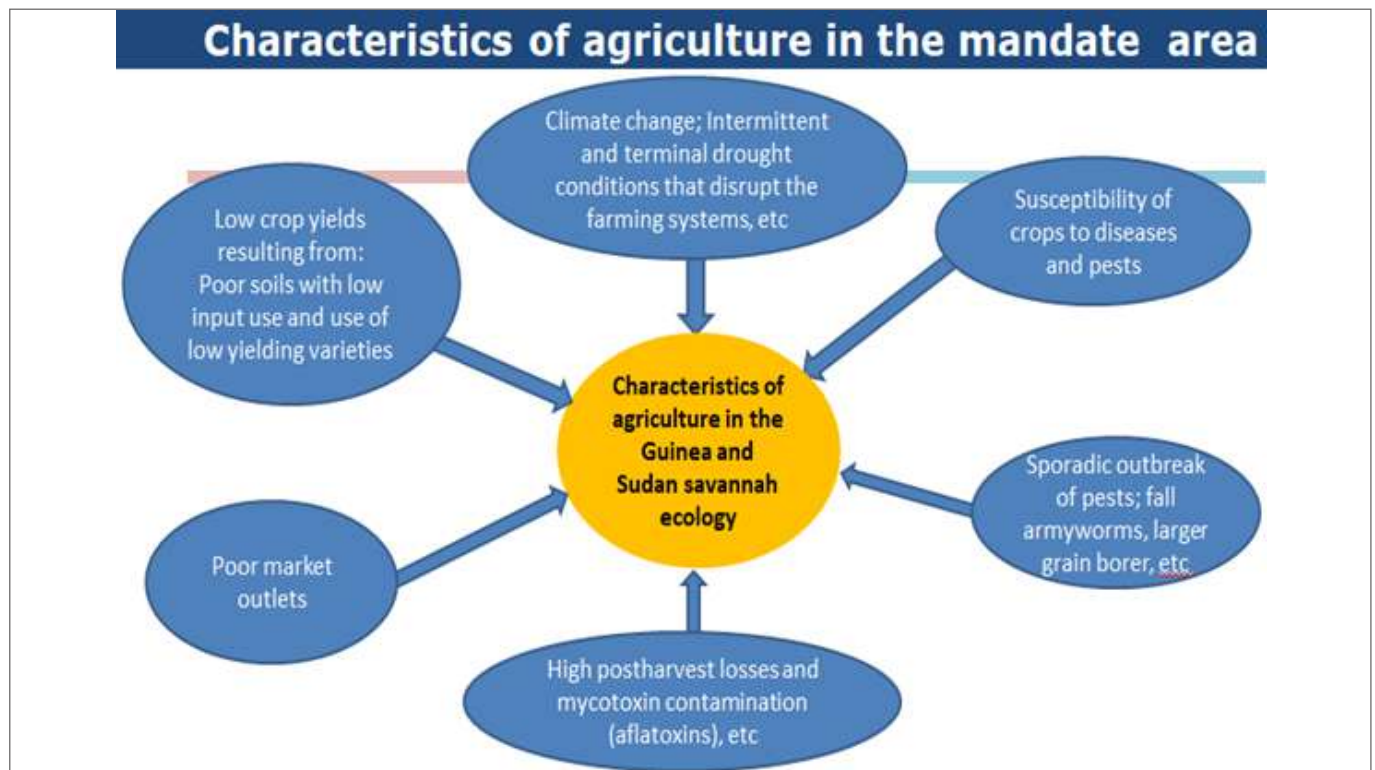


Figure 1. Caractéristiques de l'agriculture dans les écologies des savanes guinéennes et soudaniennes.

L'APPROCHE DE LA RECHERCHE

L'institut exploite un système connu sous le nom de recherche sur les systèmes agricoles qui implique activement les agriculteurs et les autres utilisateurs finaux susceptibles d'avoir besoin de nos technologies (figure 2). Ce système facilite l'identification et la hiérarchisation des besoins des agriculteurs et autres utilisateurs finaux de la chaîne de valeur agricole. Avec ce système, chacune des régions abrite un groupe de recherche sur les systèmes agricoles (FSRG) qui supervise les activités de recherche dans la région. Il s'agit du Groupe de recherche sur les systèmes agricoles de l'Upper East (UER-FSRG), du Groupe de recherche sur les systèmes agricoles de l'Upper West (UWR-FSRG) et du Groupe de recherche sur les systèmes agricoles de la région du Nord (NR-FSRG). Chacun de ces groupes de recherche a un coordinateur qui relie les activités de recherche et de vulgarisation dans la région respective. Tous les groupes de recherche sont soutenus par le Groupe de soutien scientifique (SSG) qui est basé au bureau principal à Nyankpala. Le SSG est composé de scientifiques d'horizons différents tels que l'agronomie, l'obtention végétale, les sciences du sol, la protection des cultures, la socioéconomie, l'agrométéorologie et la nutrition. Ici, les scientifiques mènent des recherches fondamentales et développent des technologies et des packages qui sont ensuite transmis aux utilisateurs finaux par l'intermédiaire des coordinateurs des groupes de recherche sur les systèmes agricoles.

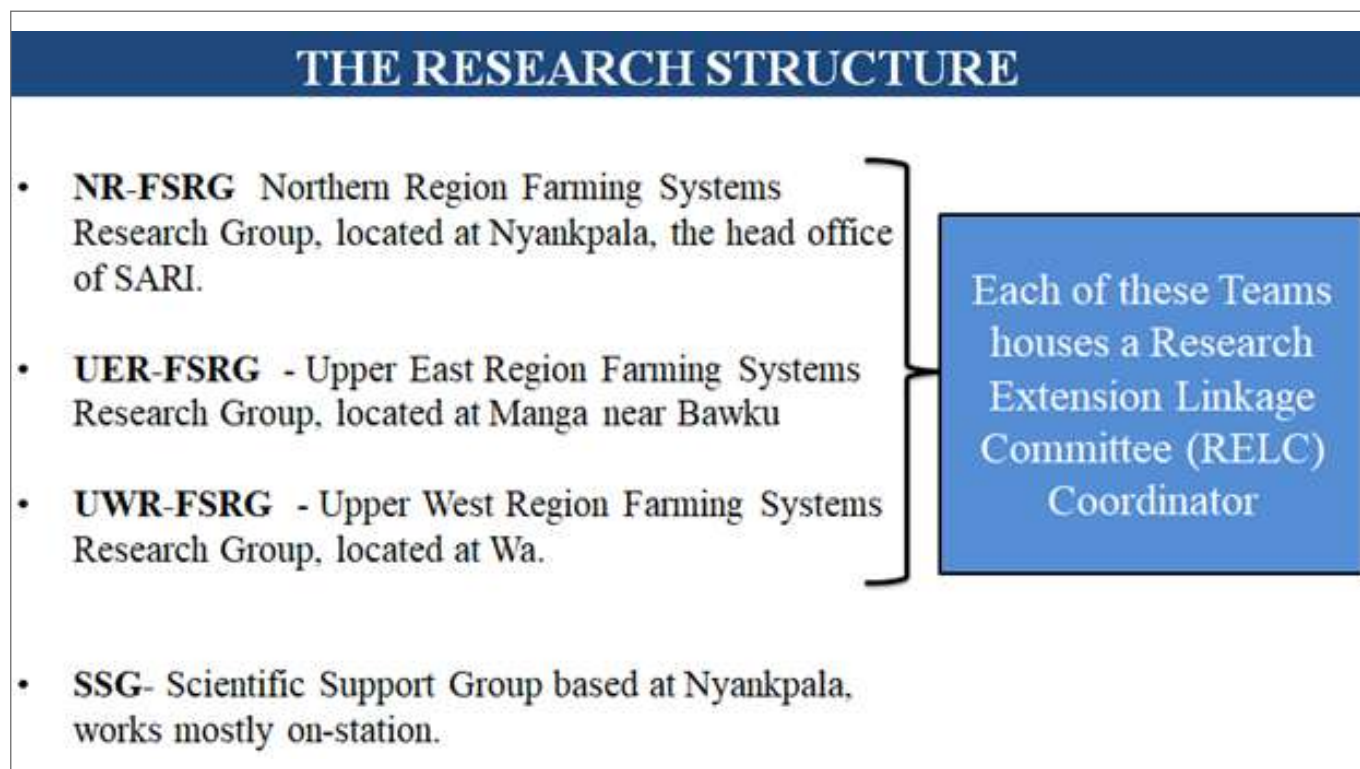


Figure 2. La structure de recherche adoptée par le CSIR-SARI.

PROGRAMME DE RECHERCHE AXÉ SUR LA DEMANDE

Les utilisateurs finaux ou les demandes du marché orientent les activités de recherche du CSIR-SARI (figure 3). Les contraintes ou les préoccupations identifiées par les utilisateurs finaux lors des ateliers des parties prenantes ou des réunions de planification sont transmises à la plateforme de recherche par l'intermédiaire des coordinateurs du Research Extension Linkage Committee qui envoient à nouveau les commentaires et les solutions aux mêmes utilisateurs finaux par le biais de réunions et de démonstrations. Au cours de ces ateliers et réunions de planification des parties prenantes, des interactions directes ont lieu entre les chercheurs, les agriculteurs, les agents de vulgarisation agricole, les transformateurs, les commerçants, les décideurs politiques et d'autres parties prenantes pour évaluer les défis et les solutions possibles. Ces interactions permettent également aux chercheurs de connaître les problèmes existants et les solutions possibles afin que les technologies puissent être développées pour répondre aux demandes du marché. En plus de ces réunions, les obtenteurs mènent une obtention participative ou une sélection variétale au cours de laquelle les chercheurs et utilisateurs finaux conçoivent le bon profil de produit et sélectionnent le produit de leur choix. Cela facilite également l'adoption du produit final résultant puisqu'il répondra aux exigences du marché.

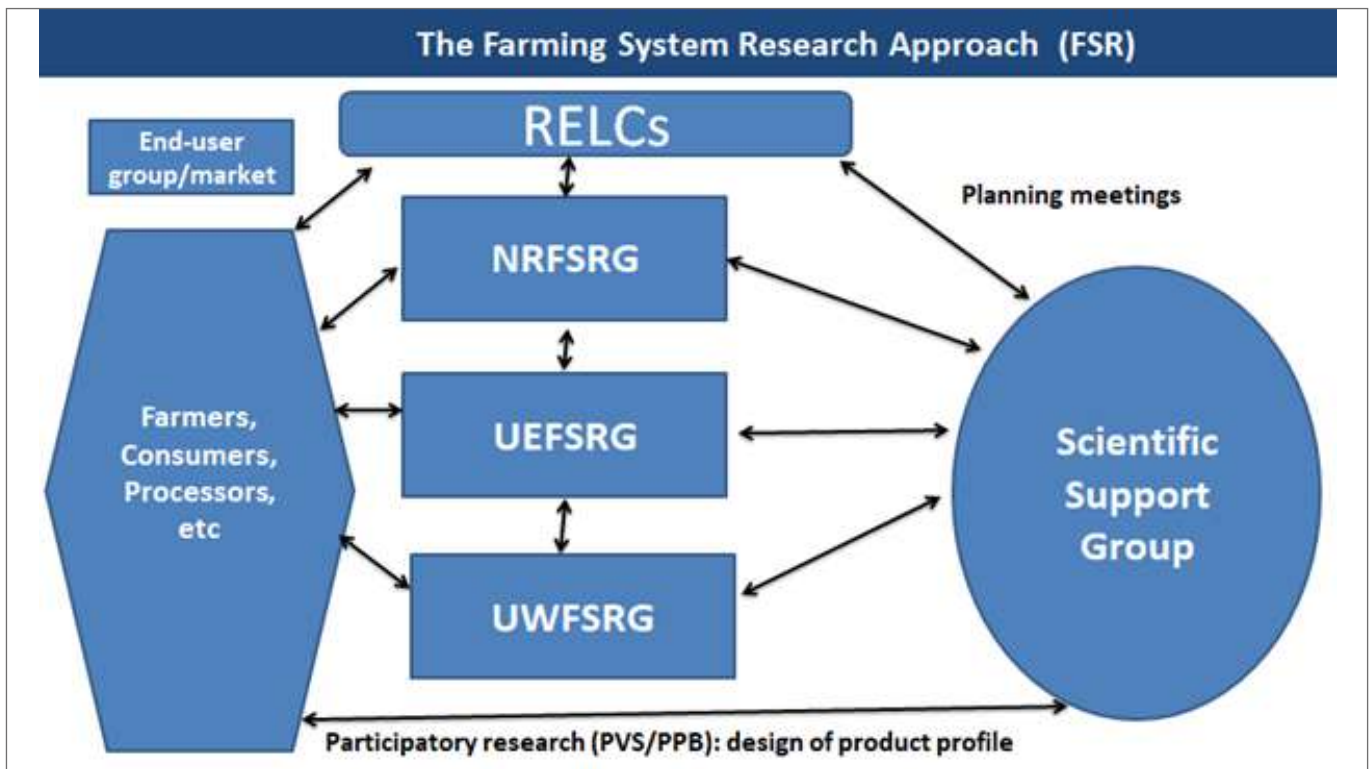


Figure 3. L'approche en matière de recherche sur les systèmes agricoles montrant les liens entre les équipes et les utilisateurs finaux.

LE PROGRAMME D'AMÉLIORATION DES CULTURES DU CSIR-SARI

On estime qu'environ 5% de la population ghanéenne souffre d'insécurité alimentaire, tandis que 2 millions de personnes supplémentaires sont vulnérables, nécessitant des importations pour combler le déficit dû à la stagnation des rendements de cultures telles que le maïs, le riz, le sorgho, le millet et l'arachide, dont la majorité des Ghanéens dépendent (Baffour-Ata *et al.* 2021). Il est nécessaire de proposer des stratégies qui aideraient à relever ces défis auxquels sont confrontés les agriculteurs de la chaîne de valeur agricole en ce qui concerne le choix des variétés de cultures. L'objectif du programme d'amélioration des cultures du CSIR-SARI est de développer des variétés de cultures préférées des utilisateurs finaux qui possèdent les attributs souhaités et s'intègrent dans l'agroécologie de la zone du mandat. Certaines des variétés de cultures sont développées pour tolérer spécifiquement la faible fertilité des sols, sont résistantes aux ravageurs et aux maladies, tolèrent la sécheresse et tolèrent également d'autres contraintes qui caractérisent les systèmes agricoles dans cet environnement. Grâce à cela, le CSIR-SARI a développé et homologué plusieurs variétés de cultures pour la culture dans la zone du mandat (MoFA 2019). Outre le développement variétal, l'institut produit également des semences d'obtention et de base des cultures du mandat qui sont ensuite mises à la disposition des entreprises productrices de semences. Ceci est fait pour améliorer l'accès à ces variétés par les agriculteurs. Les variétés améliorées de cultures telles que le niébé, le maïs, le riz, le soja et le sorgho ont une forte demande sur le marché et occupent une place très importante dans les programmes phares nationaux tels que Planting for Food and Jobs.

PROFILS ACTUELS DE PRODUITS INTELLIGENTS FACE AU CLIMAT

Produits pour lutter contre les stress biotiques

Actuellement, l'institut développe différents profils de produits intelligents face au climat pour relever divers défis. Spécifiquement pour lutter contre le stress biotique auquel est confrontée l'agriculture dans la zone du mandat, les objectifs d'obtention ciblent la résistance à la chenille légionnaire d'automne sur le maïs et la résistance aux pucerons sur le niébé. En effet, les pucerons sont dévastateurs en ce qui concerne la production de niébé dans la partie nord du Ghana. De nouvelles variétés sont également criblées pour leur résistance à *Macrophomina phaseolina*, un pathogène fongique ubiquitaire polyphage transmis par le sol qui a été décrit comme l'un des pathogènes végétaux émergents les plus importants du niébé. Il a été rapporté que ce pathogène cause jusqu'à 10% de perte de rendement chez le niébé et peut anéantir tout un champ de cultivars sensibles (Lamini *et al.*

2020). Dans le cas des variétés d'arachide, les caractéristiques ciblées comprennent la résistance à la tache foliaire précoce et tardive en plus d'un rendement élevé. D'autres variétés à haute teneur en acide oléique sont en cours de développement pour relever les défis nutritionnels. Des variétés de manioc sont également évaluées pour leur résistance/tolérance au tétranyque vert du manioc et aux dommages causés par la cochenille farineuse du manioc. Ces ravageurs sont très fréquents pendant la saison sèche ou pendant les périodes de stress hydrique et peuvent causer de graves dommages à la pousse. Un stress biotique majeur qui affecte et provoque de graves pertes de récoltes de céréales et de légumineuses dans l'écologie de la savane guinéenne et soudanienne est la mauvaise herbe parasite *Striga* spp (Kroschel 1999; Kim *et al.*, 2002; Muranaka *et al.* 2011). *Striga hermontica* (céréales) et *Striga gesnerioides* (légumineuses) peuvent entraîner de graves pertes de rendement respectivement pour le maïs et le niébé. L'institut développe actuellement des variétés de maïs et de niébé résistantes aux *S. hermontica* et *S. gesnerioides* respectivement.

Produits pour lutter contre les stress abiotiques

Dans le cas de la recherche sur les stress abiotiques, l'accent est mis sur le développement de variétés de cultures intelligentes face au climat pour lutter contre les défis émergents associés au changement climatique. Par exemple, le fonio (*Digitaria exilis* (Kappist) Stapf), qui à l'origine ne faisait pas partie des cultures obligatoires, est maintenant envisagé en raison de sa courte durée et de sa tolérance à une agriculture à faibles intrants. De plus, la pomme de terre frafra (*Solenostemon rotundifolius* Poiré.) a également été incluse dans le programme d'obtention en raison de sa résilience et de sa courte durée, ce qui la rend adaptée aux zones où les autres plantes à racines et tubercules comme le manioc, l'igname et la patate douce ne peuvent pas être cultivées. Des variétés de tomates tolérantes à la chaleur, des variétés de maïs et de niébé tolérantes à la sécheresse, puis des variétés de maïs économes en azote sont également développées par l'institut pour résoudre les problèmes de changement climatique. Le manioc et la patate douce sont des aliments de base très importants dans l'alimentation de beaucoup de gens du nord du Ghana et ont été identifiées comme des cultures clés capables de relever les défis liés au changement climatique. Les caractéristiques clés considérées pour faire face au changement climatique sont le gonflement précoce (pour s'adapter à la courte saison des pluies), la tolérance à la sécheresse et le maintien du vert dans la patate douce pour assurer une utilisation à double usage (racines comme nourriture pour les humains et vignes pour l'alimentation animale).

Des produits pour répondre aux besoins de l'industrie

Pour répondre aux demandes de l'industrie et assurer une culture à grande échelle, l'institut cible actuellement des variétés de cultures avec des attributs qui répondent aux préférences de l'industrie. Par exemple, les variétés de sorgho aux qualités brassicoles supérieures sont à des stades de développement avancés pour répondre aux besoins de l'industrie. Il existe également des variétés de sorgho Caudatum et Guinée en cours de sélection pour une utilisation à double usage en termes de grains et de tiges comme biocarburant. Des génotypes de sorgho sucré sont également criblés pour la production d'éthanol. Dans le cas du manioc, il existe des génotypes de sélection avancés qui sont en cours d'évaluation pour une matière sèche élevée et un rendement élevé pour la transformation industrielle en farine et en amidon. Le programme d'amélioration du coton de l'institut évalue également actuellement certains hybrides de coton pour un potentiel de rendement élevé, un pourcentage élevé d'émergence, un rendement d'égrenage élevé et une bonne qualité de fibre. Ces génotypes sont à un stade avancé d'homologation officielle sous réserve de l'approbation du Comité national d'homologation et d'enregistrement des variétés.

VARIÉTÉS DE CULTURE DÉVELOPPÉES ET HOMOLOGUÉES PAR LE CSIR-SARI

Sur la base de ces objectifs d'obtention pour cibler les marchés émergents, le CSIR-SARI a mis au point plusieurs variétés de cultures de nos cultures mandatées avec différents attributs pour répondre aux besoins des utilisateurs finaux (tableau 1). Pour le maïs, plusieurs variétés ont été mises en circulation pour la culture dans la savane guinéenne, soudanienne et les écologies de transition du Ghana. Certains des attributs clés sont la maturité précoce, la tolérance à la sécheresse, la tolérance au *Striga* et un rendement en grain élevé et stable. Ils comprennent des variétés de maïs blanc et jaune pour répondre à des marchés spécifiques. La culture suivante est le riz, qui est maintenant un aliment de base majeur. La plupart des consommateurs ghanéens préfèrent le riz parfumé, ce qui a entraîné des importations annuelles qui coûtent au pays plusieurs millions de cedis ghanéens. L'institut a homologué un certain nombre de variétés pour répondre aux besoins des consommateurs. Les caractéristiques clés qui ont été prises en compte comprennent le rendement, la précocité, l'arôme et la résistance aux ravageurs et aux maladies courants associés à la culture du riz au Ghana. Des variétés de soja qui possèdent les caractéristiques préférées des utilisateurs finaux ont été mises en culture par les agriculteurs du nord du Ghana. La plupart des variétés de soja cultivées communes aux agriculteurs du nord du Ghana sont beaucoup détruites lorsque la récolte est retardée, ce qui entraîne des pertes de rendement. L'objectif du programme d'amélioration du soja est de développer des variétés de soja qui ne s'égrènent pas et qui répondent aux besoins des agriculteurs. Sur cette base, un certain nombre de variétés ont été homologuées. Certaines d'entre elles possèdent des attributs non égrenants qui tolèrent une récolte retardée.

Dans le cas du sorgho, deux variétés populaires ont été homologuées par l'institut. Les caractères clés pris en considération sont la précocité, la résistance aux poux de tête, le *Striga*, la tolérance à la sécheresse et la bonne qualité de brassage. Dans le cas du mil, cinq variétés ont été mises sur le marché et des attributs tels que la précocité, le rendement en grain élevé, la teneur élevée en Fe et Zn du grain, la résistance au *Striga*, la résistance/tolérance au mildiou, la sécheresse et d'autres conditions météorologiques difficiles sont prises en compte. Pour le niébé, des attributs clés tels que la précocité, le rendement élevé et résistance/tolérance au *Striga*, la résistance aux insectes nuisibles comme le *Maruca* et les thrips sont considérés. Pour les variétés d'arachide, les caractéristiques clés considérées sont la résistance aux insectes ravageurs et aux maladies, les rendements élevés, la maturité précoce, la teneur élevée en acide oléique ainsi que la dormance des graines fraîches. Dans le cas de la patate douce, une attention particulière est accordée aux variétés à haute teneur en bêta-carotène et en anthocyanes, à teneur élevée en matière sèche, à maturité précoce et aux attributs de conservation verte pour une utilisation à double usage. Dans le cas du manioc, trois variétés ont été mises sur le marché et les principales caractéristiques prises en compte sont le gonflement précoce, la teneur élevée en matière sèche, le rendement élevé, la conservation du vert, la teneur élevée en amidon, la résistance/tolérance à la maladie du virus de la mosaïque africaine du manioc, la tolérance au tétranyque vert du manioc et les cochenilles farineuses du manioc. Pour l'igname, l'institut a homologué cinq variétés améliorées. Les caractéristiques clés sont un rendement élevé, une bonne apparence des tubercules, une qualité alimentaire (bouillie et pilée), une faible réaction aux parasites et aux maladies, une matière sèche élevée et une tolérance à l'oxydation. Dans le cas de la pomme de terre frafra, cinq variétés ont été homologuées par le CSIR-SARI. Les principales caractéristiques sont un rendement élevé, des tubercules de grande taille, une faible réaction aux maladies et aux ravageurs. Le CSIR-SARI a également mis sur le marché deux variétés de coton avec une bonne qualité de fibre pour l'industrie textile.

Culture	Principaux caractères pris en compte	Variétés populaires
Maïs	Précocité, tolérance à la sécheresse, résistance/tolérance au <i>Striga</i> , rendement en grain élevé et stable	Sanzal-sima, Wang-dataa, Bihilifa, Kpari-faako, Suhudoo, Kunjor-wari, Wang-Basig, Denbea, Salin-kawana
Riz	Précocité, demande du marché, rendement, arôme	Riz Gbewaa, Gbewaa rouge, Riz de savane, Malimali, Digan
Soja	Précocité, non-éclatement, rendement élevé	Jenguma, Afayak, Favour, Quarshie, Suong Pungun
Sorgho	Précocité, résistance/tolérance aux poux de tête, <i>Striga</i> et sécheresses, qualité brassicole	Kapala, Dorado
Millet	Précocité, haut rendement, résistance/tolérance au <i>Striga</i> , aux périodes de sécheresse, etc.	Akad-kom, Kaanati, Naad-Kohblug, Afribeh-Naara, Waapp-Naara
Niébé	Précocité, haut rendement, résistance au <i>Striga</i> , résistance/tolérance aux principaux insectes nuisibles (<i>Maruca</i> foreur de cabosses, thrips, etc.) et maladies	Kirkhouse Benga 1, Wang Kae, Padi Tuya, Soo sima, Difeele, Zaayura pali
Arachide	Précocité, rendement élevé, résistance/tolérance aux principaux insectes ravageurs et maladies, sélection pour la dormance des graines fraîches	SARINUT 1, SARINUT 2, Nkatie-sari,
Manioc	Gonflement précoce, matière sèche élevée, rendement élevé, vert persistant, teneur élevée en amidon, résistance/tolérance à la maladie du virus de la mosaïque africaine du manioc, tolérance au tétranyque vert du manioc, tolérance aux cochenilles farineuses du manioc	Nyeri-kobga, Eskamaye, Fil-Ndiakong
Patate douce	Précocité, rendement élevé, bêta-carotène, anthocyanes, résistance/tolérance au charançon de la patate douce, tenue verte/tolérance à la sécheresse, teneur élevée en matière sèche pour la transformation industrielle, etc.	CSIR-SARI Nan, CSIR-SARI JanLow, CSIR-SARI Diedi, CSIR-SARI Nyoribegu
Igname	Rendement élevé, apparence du tubercule, qualité alimentaire (bouillie et pilée), faible réaction aux ravageurs et aux maladies, matière sèche élevée, tolérante à l'oxydation	SARI-Olondo, SARI-Nyamenti, SARI-Pona, SARI-Fuseinibila, SARI-Tila
Pomme de terre Frafra	Rendement élevé, gros tubercules, faible réaction aux maladies et aux ravageurs	WAAPP Piesa 1, Manga-moya, Maa-Lana, Naachem-Tiir, Nutsugah Piesa
Cotton	Précocité, rendement élevé en fibre, qualité de la fibre	SARCOT 1, SARCOT 5

Tableau 1. Variétés de cultures améliorées développées et homologuées par le CSIR-SARI.


PROBLÈMES DE RECHERCHE FUTURS

La variabilité climatique pose un défi majeur à la durabilité des moyens de subsistance basés sur l'agriculture en Afrique subsaharienne en raison de la faible capacité d'adaptation et de la faiblesse du cadre institutionnel de la région. Cela a de sérieuses implications sur la capacité de nombreux ménages de la région à atteindre les objectifs de développement durable, en particulier en matière de sécurité alimentaire et de réduction de la pauvreté (Niang *et al.* 2014; GIEC 2014). Pour relever ces défis prévisibles, il est nécessaire de développer des stratégies qui pourraient atténuer la vulnérabilité de l'agriculture au Ghana. Cela nécessite le développement de variétés de cultures intelligentes face au climat et tolérantes aux stress biotiques et abiotiques. Plus précisément, des variétés de cultures à durée de conservation prolongée seraient nécessaires pour réduire les pertes après récolte. Il est nécessaire de tirer parti et d'utiliser des techniques d'obtention rapide qui aideront les obtenteurs à accélérer et à maximiser le gain génétique, en particulier pour les caractères à faible héritabilité. L'utilisation de techniques de phénotypage et de génotypage à haut débit améliorera également l'efficacité de la sélection pour la tolérance aux stress abiotiques et améliorera le rendement des programmes d'obtention visant à développer des produits prioritaires pour répondre aux marchés existants et émergents. Des outils biotechnologiques modernes tels que les courtes répétitions palindromiques regroupées régulièrement espacées (CRISPR), l'édition de gènes et la modification génétique seraient très utiles pour exploiter des gènes résistants provenant de différents fonds génétiques, y compris des parents sauvages. De plus, l'obtention assistée par marqueurs et la sélection génomique peuvent être utilisées pour améliorer les variétés de cultures préférées des agriculteurs grâce à l'introgession de nouveaux gènes. Pour faciliter l'adoption des variétés de cultures améliorées qui en résultent, les préférences des utilisateurs finaux et les exigences des cultures non alimentaires telles que le coton doivent être prises en compte dans la conception du produit. Dans le cas du coton, les principales considérations sont un potentiel de rendement élevé, un pourcentage de levée élevé, un rendement d'égrenage élevé et une bonne qualité de la fibre. Enfin, il est nécessaire de développer et d'introduire des pratiques de gestion intégrée des cultures, des sols et des ravageurs dans le système de culture afin de minimiser l'effet du changement climatique, puis d'améliorer le rendement et la productivité des cultures d'intérêt.

RÉFÉRENCES

- Amikuzuno, J. and Donkoh, S.A. (2012) Climate variability and yields of major staple food crops in Northern Ghana. *African Crop Science Journal* 20: 349–360.
- Amoako, E.E. and Gambiza, J. (2019). Effects of anthropogenic fires on some soil properties and the implications of fire frequency for the Guinea savanna ecological zone, Ghana. *Scientific African* 6: 1–11.
- Antwi-Agyei, P., Fraser, E.D.G., Dougill, A.J., Stringer, L.C. and Simelton, E. (2012) Mapping the vulnerability of crop production to drought in Ghana using rainfall, yield and socioeconomic data. *Applied Geography* 32 (2): 324–334.
- Baffour-Ata, F., Antwi-Agyei, P., Nkiaka, E., Dougill, A.J., Anning, A.K. and Kwakye, S.O. (2021) Effect of climate variability on yields of selected staple food crops in northern Ghana. *Journal of Agriculture and Food Research* 6: 1–11.
- DeBano, L.F., Savage, S.M. and Hamilton, D.A. (1976) The transfer of heat and hydrophobic substances during burning. *Soil Science Society of America Journal* 40: 779–782.
- IPCC (2014) Intergovernmental Panel on Climate Change, Synthesis report summary chapter for policymakers. <https://doi.org/10.1017/CB09781107415324>.
- Kim, S.K., Adetimirin, V.O., Thé, C. and Dossou, R. (2002) Yield losses in maize due to *Striga hermonthica* in West and Central Africa. *International Journal of Pest Management* 48: 211–217.
- Kroschel, J. (1999). Analysis of the *Striga* problem: the first step towards future joint action. In: Kroschel, J., Mercer-Quarshie, H. and Sauerborn, J. (eds) *Advances in Parasitic Weed Control at On-Farm Level*, Joint Action to Control *Striga* in Africa. Weikersheim, Germany: Margraf Verlag, pp. 3–26.
- Lamini, S., Cornelius, E.W., Kusi, F., Danquah, A., Attamah, P., Mukhtar, Z., Awuku, J.F. and Mensah, G. (2020) Prevalence, incidence and severity of a new root rot disease of cowpea caused by *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid in Northern Ghana. *West African Journal of Applied Ecology* 28 (2): 140–154.
- MoFA (2019) Catalogue of Crop Varieties Released and Registered in Ghana. Directorate of Crop Services, Ministry of Food and Agriculture, Accra, Ghana. www.mofa.gov.gh. pp. 81,
- Muranaka, S., Fatokun, C. and Ousmane, B. (2011) Stability of *Striga gesnerioides* resistance mechanisms in cowpea under high infestation level, low soil fertility and drought stress. *Journal of Food and Agricultural Environment* 9 (2): 313–318.
- Niang, I., Ruppel, O.C., Abdrabo, M.A., Essel, A., Lennard, C., Padgham, J. and Urquhart, P. (2014) Africa. Climate change 2014: impacts, adaptation and vulnerability – contributions of the working group II to the 5th assessment report of the intergovernmental panel on climate change, pp. 1199–1265. <https://doi.org/10.1017/CB09781107415386.002>.


Présentation faite au séminaire



CSIR-SARI


CSIR-SAVANNA AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

Research into market-driven and climate smart crop varieties: tolerance to biotic and abiotic stresses



F. Kusi, J. Adjebeng-Danquah, G. B. Adu, R. Oteng-Frimpong, S.O. Abebrese

1



CSIR-SARI

Outline Of Presentation

- Profile of CSIR-SARI
- Vulnerability of agriculture in the mandate area of CSIR-SARI
- Research approach
- CSIR-SARI's crop improvement strategies
- Current climate smart product profiles
- Research to address industrial needs
- Improved crop varieties developed by CSIR-SARI
- Future research issues

2



CSIR-SARI

PROFILE Of CSIR-SARI

- One of the 13 research institutes under the CSIR
- Based in Nyankpala with mandate over the five regions of northern Ghana
- The mandate area covers the Guinea and Sudan savannah ecologies of Ghana
- Characterised by a monomodal rainfall pattern which is erratic
- Intermittent drought is also common during the rainy season

3

3



CSIR-SARI

Technical Mandate

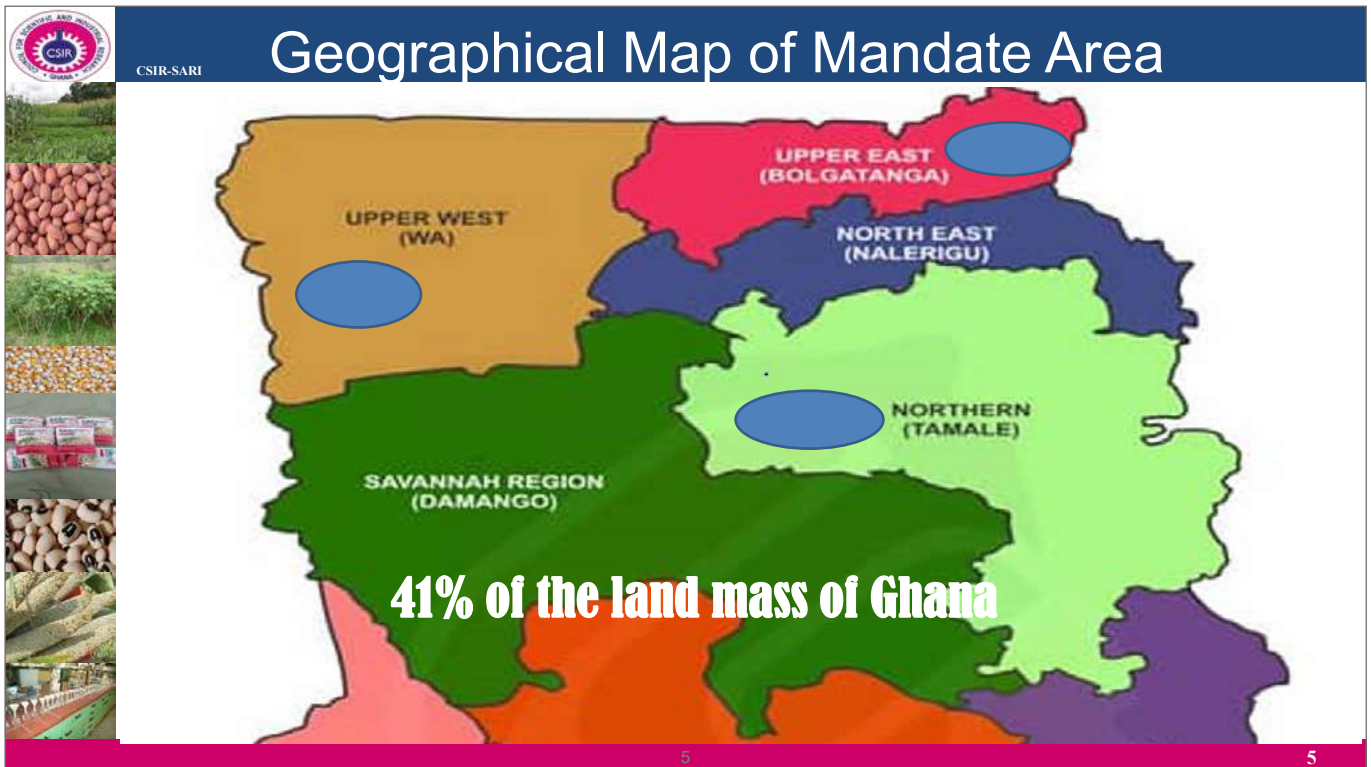
CSIR-SARI conducts research in into food and fibre crop farming in Northern Ghana for the purpose introducing improved technologies that will enhance overall agricultural productivity

Crops covered include:

Sorghum, Millet, Rice, Maize; Cowpea, Peanuts, Soybean, Bambara, Pigeon pea; Yam, Cassava, Sweet & Frafra potatoes; Cotton; Vegetables

4

4



RESEARCH APPROACH

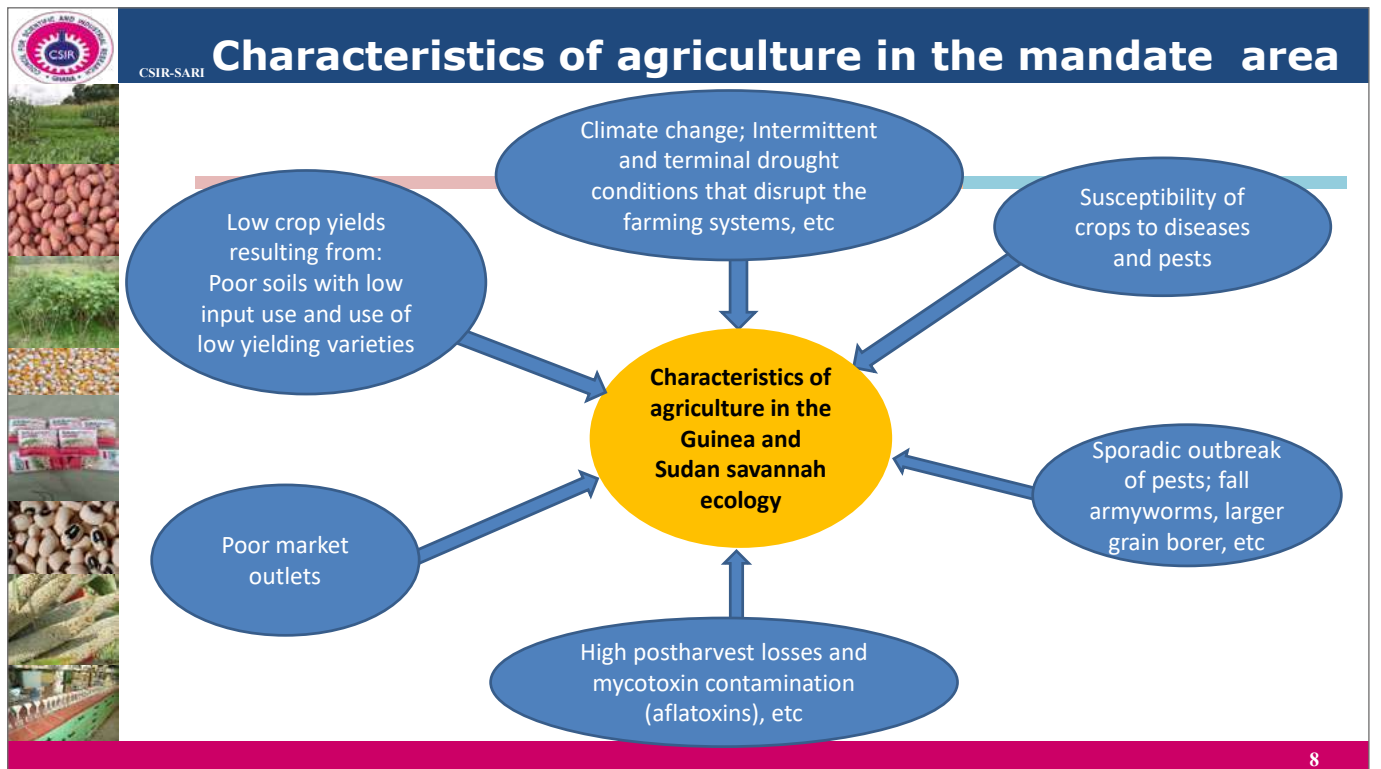
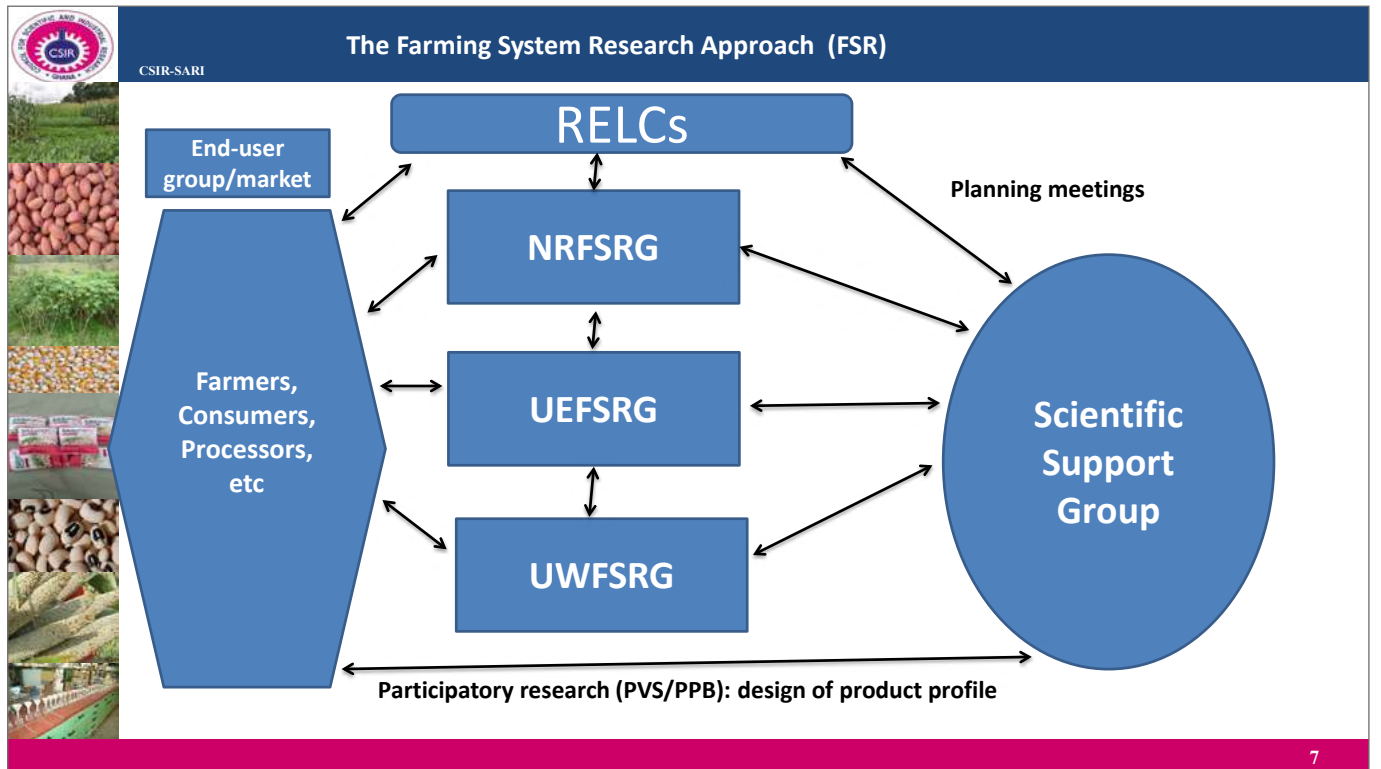
CSIR-SARI


THE FARMING SYSTEMS RESEARCH (FSR)

- **NR-FSRG** Northern Region Farming Systems Research Group, located at Nyankpala, the head office of SARI.
- **UER-FSRG** - Upper East Region Farming Systems Research Group, located at Manga near Bawku
- **UWR-FSRG** - Upper West Region Farming Systems Research Group, located at Wa.
- **SSG**- Scientific Support Group based at Nyankpala, works mostly on-station.

Each of these Teams houses a Research Extension Liaison Committee (RELC) Coordinator

6







CSIR-SARI

CSIR-SARI's crop improvement strategies

- The goal is to **develop end-user preferred crop varieties** that fit into the agro-ecologies of the mandate area,
- Crop varieties that can withstand the specific stresses of **low soil fertility, drought, pests** and **diseases** that characterize the farming environments of our mandate area
- **Produce breeder & foundation Seeds for mandate crops to enhance access**
- **Our varieties have high market demand;** cowpea, maize, rice, soybean and sorghum varieties are used in the National flagship programme



9




CSIR-SARI

Current climate smart product profiles

Development of crop varieties resistant to **biotic stresses:**

- Fall Armyworm resistant maize varieties
- Aphid resistant cowpea varieties
- Cowpea varieties with resistance to macrophomina resistance
- Groundnut varieties that are resistant to early and late leafspot diseases
- Cassava varieties with tolerance to cassava green spider mite and mealybug damage
- Cowpea and maize varieties that are resistant to *Striga gesnerioides* and *S. hermonthica* respectively



10

10



CSIR-SARI

Current climate smart product profiles cont'd



Development of crop varieties with tolerance to **abiotic stresses**

- Neglected underutilized species that are climate resilient; fonio and frafra potatoes
- Heat tolerant tomato varieties
- Drought tolerant maize and cowpea varieties
- Nitrogen use-efficient maize varieties
- Early bulking and drought tolerant cassava varieties
- Early bulking sweetpotato varieties
- Sweetpotato varieties with stay-green attributes for dual purpose utilisation

11



CSIR-SARI


Research to address industry needs










Development of industry-preferred crop varieties

- Sorghum varieties for premium brewing qualities for industrial use
- Dual purpose guinea and caudatum sorghum races for grain and biofuel utilisation
- Sweet sorghum varieties for ethanol production

12






Improved crop varieties developed by CSIR-SARI

Commercial maize varieties

- Sanzal-sima, Wang-dataa,
- Bihilifa, Kpari-faako,
- Suhudoo, Kunjor-wari,
- Wang-Basig, Denbea,
- Salin-kawana

- Key points to consider: Earliness, drought tolerance, Striga tolerance, high and stable grain yield,

13



Improved crop varieties developed by CSIR-SARI









Rice

- Gbewaa rice
- Gbewaa red
- Savanna rice
- Malimali
- Digan

- Key points to consider: early maturity, Market demand, yield





14



Improved crop varieties developed by CSIR-SARI

Soybean

- Jenguma,
- Afayak,
- Favour
- Quarshie
- Suong Pungun

Key points to consider: Earliness, non shattering, yield ,




Improved crop varieties developed by CSIR-SARI

Sorghum

- Kapaala,
- Dorado


Key points to consider : Earliness, Resistance/tolerance to head bugs, striga and dry spells, brewing quality





Improved crop varieties developed by CSIR-SARI



CSIR-SARI




Millet

- Akad-kom,
- Kaanati,
- Naad-Kohblug,
- Afribeh-Naara and
- Waapp-Naara

Key points to consider : Earliness, high yield, Resistance/tolerance to striga, dry spells etc





17



Improved crop varieties developed by CSIR-SARI



CSIR-SARI



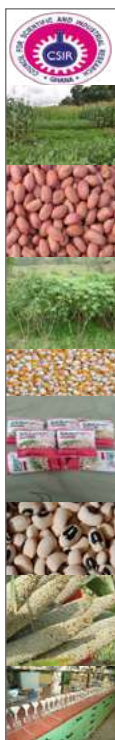
Cowpea

- Kirkhouse Benga 1 and
- Wang Kae are Aphid and Striga resistant cowpea varieties
- Padi Tuya,

Key points to consider : Earliness, high yielding, striga resistance, resistance/ tolerance to key insect pests (Maruca pod borer, thrips, etc) and diseases

18



CSIR-SARI

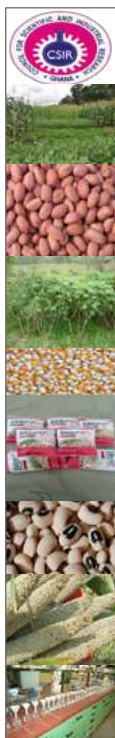
Improved crop varieties developed by CSIR-SARI

Groundnut

- SARINUT 1
 - SARINUT 2
 - Nkatie-sari,
-
- Key points to consider : Earliness, high yielding, resistance/ tolerance to key
 - insect pests and diseases
 - Selection for fresh seed dormancy



19



CSIR-SARI

Improved crop varieties developed by CSIR-SARI

- Sweetpotato
- CSIR SARI-Nan,
- CSIR-SARI-JanLow
- CSIR-SARI Diedi
- CSIR-SARI-Nyoribegu

Key points to consider : Earliness, high yield, betacarotene, anthocyanins, Resistance/tolerance to sweetpotato weevil, stay-green/drought tolerance, high dry matter content for industrial processing, etc



20



CSIR-SARI

Future research issues

- ✓ Development of crop varieties with extended shelf-life ; tomatoes, garden eggs, yam, etc
- ✓ Utilisation of speed breeding technique to maximize genetic gain
- ✓ The use of high throughput phenotyping and genotypic techniques
- ✓ Use of modern biotech tools; CRISPR, gene editing, GM, etc
- ✓ Marker assisted breeding to improve existing farmer preferred crop varieties through addition of novel genes
- ✓ Development and introduction of integrated crop, soil and pest management practices to minimize the effect of climate change yield and productivity of crops of interest

21



CSIR-SARI



1/5/2023

22

AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE PAR MUTAGENÈSE DES CULTURES OLÉAGINEUSES POUR FAIRE FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : CAS DU COLZA ET DU SÉSAME

M. Abdelghani NABLOUSSI, M. Souhail CHANNAOUI, et M. Mohamed KOUIGHAT

Institut national de la recherche agronomique (INRA), Maroc

INTRODUCTION

Le Maroc est très déficitaire en huiles végétales et en protéines d'oléagineux. Actuellement, le tournesol et le colza sont les deux cultures oléagineuses cultivées sur des surfaces limitées, avec une surface moyenne inférieure à 40 000 ha. Au cours des cinq dernières années, cette superficie moyenne était d'environ 25 000 ha, et la production nationale moyenne d'huile de graines locales était inférieure à 10 000 tonnes, couvrant à peine 2% des besoins globaux du pays en huiles alimentaires estimés à plus de 500 000 tonnes. Pour rappel, ce taux de couverture était de l'ordre de 14% en 1990 et de 6% sur la période 1993-1997! Cette baisse s'explique par plusieurs facteurs dont, essentiellement, les sécheresses récurrentes qui ont impacté négativement la production d'oléagineux à travers la baisse des rendements et la réduction des surfaces réservées à ces cultures. Les importations massives sous forme d'oléagineux ou de pétrole brut pour combler le déficit en huiles alimentaires coûtent très cher à l'État, les dépenses en devises dépassant les 4 milliards de dirhams (400 millions de dollars É.-U.) par an.

Selon une étude de la Banque mondiale, la production d'oléagineux va encore diminuer en raison de l'effet du changement climatique sur la production agricole au Maroc, avec une tendance à la hausse de la sécheresse, de la chaleur et des inondations (Gommes *et al.* 2009). Cette étude a montré que les cultures oléagineuses subiront la baisse de rendement la plus sévère à l'avenir, jusqu'à -10% en 2030 et -30% en 2050.

Cette situation est néfaste pour les agriculteurs, la durabilité de l'agriculture, la sécurité alimentaire et l'économie nationale. En effet, l'abandon ou la réduction de l'étendue des cultures oléagineuses sous l'effet du changement climatique affectera négativement le système de culture mondial, puisque ces cultures jouent un rôle important dans la rotation avec les céréales, les cultures nationales les plus stratégiques.

Par ailleurs, et en tant qu'importateur, le Maroc commence à être énormément impacté par la hausse des prix de l'ensemble du complexe oléagineux (graines, huiles et tourteaux), qui génère un surcoût de plus de 3 milliards de dirhams à la facture d'importation.

Face à cette forte dépendance à l'extérieur, qui présente des inconvénients à la fois économiques et politiques, la promotion et le développement des cultures oléagineuses ne peuvent être qu'une des priorités de la politique agricole marocaine. Cela garantira sans aucun doute une réduction du niveau de dépendance aux importations et une amélioration de la balance commerciale, en plus d'améliorer les revenus des agriculteurs et de soulager les ménages marocains en maintenant les prix à la consommation à un niveau abordable.

Du point de vue de la recherche agricole, pour défier et faire face aux stress abiotiques croissants dus au changement climatique, une stratégie basée sur le développement et la culture de variétés tolérantes des cultures existantes, en plus de la diversification et de l'introduction de cultures résilientes nouvelles et alternatives, a été adoptée.

L'objectif de ce court article est de donner un aperçu des principales et récentes réalisations en matière de sélection des oléagineux pour faire face aux stress abiotiques les plus importants de plus en plus observés au Maroc, en mettant l'accent sur l'obtention par mutagenèse du colza et du sésame.

CULTURES D'OLÉAGINEUX ET CHANGEMENT CLIMATIQUE AU MAROC

Oléagineux cultivés

Au cours de la période 1980-1995, la filière oléagineuse annuelle au Maroc a été marquée par une phase de développement sans précédent à travers la réalisation de grandes performances techniques. En effet, la surface réservée à la culture du tournesol a augmenté drastiquement pour atteindre un record de 200 000 ha en 1992, alors que la production dépassait 160 000 t. La superficie plantée en colza était d'environ 3100 ha en 1990 et les rendements atteints, avec une moyenne de 1,3 t/ha, étaient supérieurs à ceux du tournesol, atteignant dans certains cas 3 t/ha dans les zones subhumides. La culture du carthame à la fin des années 1980 dépassait 4000 ha et les rendements moyens se situaient autour de 2 t/ha, obtenus par certains producteurs sous une pluviométrie inférieure à 300 mm. Pour le soja planté sous irrigation, les réalisations ont atteint 10 000 ha en 1991 avec des rendements maximaux d'environ 3 t/ha.

Depuis la fin des années 1990, le secteur a connu des problèmes qui ont limité son développement et, par conséquent, mis fin à la phase de boom qui avait eu lieu auparavant. Parmi les principales contraintes rencontrées figurent la récurrence de la sécheresse, notamment au printemps, affectant les performances techniques de la culture du tournesol (culture de printemps), et la dérégulation de la filière intervenue en 1996, qui a eu des répercussions sur la commercialisation de la production d'oléagineux, avec une baisse du prix de production de 4400 dirhams (440 dollars É.-U.)/t à 3000 dirhams (300 dollars É.-U.)/t. Tous ces facteurs ont entraîné une réduction des superficies consacrées aux oléagineux. Parallèlement, dans le cadre de la réforme du secteur des oléagineux mise en œuvre en 2000, le colza et le carthame n'ont pas bénéficié du soutien de l'État alloué au tournesol. Cela signifie qu'il n'y avait plus de subvention sur les prix de production, ni de garantie de débouchés pour ces deux cultures, ce qui a conduit les agriculteurs à les abandonner.

L'année 2013 a été une date clé pour la filière oléagineuse au Maroc. En effet, dans le cadre de la stratégie Plan Maroc Vert (PMV), le Gouvernement marocain et les professionnels de la filière oléagineuse (Fédération interprofessionnelle des oléagineux, FOLEA) se sont mis d'accord pour entreprendre un vaste programme de développement de cette filière à l'horizon 2020, basé sur le colza et le tournesol comme cultures principales. L'extension et la diversification de la superficie annuelle des cultures oléagineuses pour atteindre 127 000 ha, dont 85 000 ha de tournesol et 42 000 ha de colza, étaient en effet l'objectif principal de ce programme. Cependant, cela n'a jamais été atteint, car les surfaces de tournesol ont continué de baisser et les surfaces de colza sont restées bien inférieures aux attentes, malgré leur tendance à la hausse.

Le sésame est une ancienne culture oléagineuse qui a été cultivée au Maroc comme plante aromatique et médicinale plutôt que comme oléagineux. Sa superficie et sa production ont nettement chuté entre 2000 et 2020. En conséquence, les quantités et les valeurs des importations ont considérablement et progressivement augmenté au cours de la même période. La baisse observée à la fois de la superficie et de la production peut être due à plusieurs contraintes, notamment la sécheresse récurrente, l'approvisionnement limité en eau d'irrigation, les mauvaises pratiques culturales, les cultivars à faible rendement et les ravageurs et les maladies.

Changement climatique

De nos jours, la sécurité alimentaire est en fait impactée par l'augmentation des stress abiotiques, conséquence du changement climatique mondial. On estime que les problèmes abiotiques tels que la sécheresse, la salinité du sol, la chaleur et le stress nutritif réduisent la productivité des cultures de 50 à 80% (Shinozaki *et al.* 2015). La sécheresse s'avère être le stress le plus grave qui limite la croissance et la production des cultures. Néanmoins, la sécheresse s'accompagne souvent de salinité et de chaleur, qui devraient toutes augmenter dans le monde au cours des prochaines années (Corwin 2020), ce qui menacera davantage la production alimentaire mondiale.

Au Maroc, le secteur agricole domine l'activité économique du Maroc et est un moteur efficace de croissance économique et de sécurité alimentaire garantie. Cependant, il est de plus en plus menacé par la sécheresse, élément structurel du climat du pays. Au cours des dernières décennies, on a observé une augmentation de la fréquence des sécheresses tout au long du cycle des cultures, de la germination au remplissage des graines. Avec le changement climatique, il y a une tendance à la baisse des précipitations globales et une tendance à la hausse de

la température moyenne. De même, il y a eu une augmentation des inondations dans certaines régions du Maroc, ce qui entraîne des conditions d'engorgement qui affectent négativement la croissance et le rendement des cultures. En effet, dans des conditions d'inondation prolongées, l'engorgement provoque une baisse de la disponibilité en oxygène des plantes ou un manque d'oxygène (hypoxie ou anoxie), entraînant directement des dommages au système racinaire et indirectement un flétrissement des feuilles et une chlorose.

STRATÉGIE D'OBTENTION POUR FAIRE FACE À L'ÉVOLUTION DES CONDITIONS CLIMATIQUES

Amélioration du matériel génétique

L'amélioration et le renforcement du germoplasme existant sont en effet l'élément le plus important et le plus crucial pour construire une stratégie pertinente et efficace pour faire face aux effets et répercussions du changement climatique. Pour élargir notre matériel génétique d'oléagineux, trois voies sont adoptées : les introductions, les hybridations et la mutagenèse.

Introductions : Plusieurs accessions d'oléagineux cultivés et de leurs parents sauvages sont introduites à partir de différentes banques de gènes dans le monde. De plus, divers germoplasmes peuvent être obtenus via des échanges avec différents centres ou instituts de recherche internationaux et nationaux travaillant sur la présélection ou la sélection d'oléagineux.

Hybridations intra- et interspécifiques : De nombreux croisements et intercroisements entre génotypes d'une même espèce et d'espèces voisines (même genre) sont réalisés pour obtenir de nouvelles recombinaisons génétiques et, ainsi, élargir la variabilité génétique existante.

Mutagenèse : La mutagenèse chimique, via le méthanesulfonate d'éthyle (EMS), est de plus en plus utilisée dans notre programme d'obtention car c'est un outil biotechnologique efficace pour induire une nouvelle et grande variabilité génétique.

Caractérisation et évaluation en conditions de stress

Tous les germoplasmes existants et nouveaux sont caractérisés et évalués dans des conditions de stress abiotique, principalement la sécheresse, pour identifier et sélectionner les plus tolérants. Les activités d'évaluation sont conçues et mises en œuvre dans des conditions contrôlées au champ et en serre.

Comme la sécheresse peut survenir à n'importe quelle phase du cycle de culture, le stress hydrique expérimenté est appliqué à différents stades de croissance, principalement la germination/le début de croissance des semis et la floraison/le remplissage des graines, qui sont les plus sensibles à ce stress.

Phénotypage multicaractères : La caractérisation et l'évaluation des génotypes étudiés ont été entreprises pour les caractères morphologiques, physiologiques, biochimiques et agronomiques.

Indices de sélection : En comprenant les mécanismes impliqués dans l'adaptation et la tolérance à un tel stress, nous pouvons développer des indices de sélection basés sur des caractères simples et facilement mesurables/observables qui sont fortement corrélés au rendement en graines dans des conditions de sécheresse. La floraison/éclosion précoce est un critère pertinent parmi ces indices qui sont utilisés pour la sélection précoce au champ.

Sélection de lignes productives et adaptées

La sélection précoce sur le terrain des individus souhaités est effectuée sur la base des indices susmentionnés. Toutes les plantes sélectionnées sont ensachées pour assurer l'autofécondation et suivies pendant 3 à 4 générations pour confirmer leurs performances et leur tolérance au stress hydrique. Toutes les lignées fixes et stables seront ensuite évaluées plus avant, avec une variété témoin, pour le rendement en graines et la teneur en huile dans différentes conditions environnementales (3 emplacements pendant 3 ans). Les lignées ayant montré un meilleur rendement en graines et en huile peuvent être proposées comme lignées candidates à l'inscription en tant que nouvelles variétés au catalogue officiel des espèces et variétés végétales.

CULTURES OLÉAGINEUSES ET OBTENTION PAR MUTAGENÈSE : COLZA ET SÉSAME

Colza (*Napus de Brassica L.*) est l'une des plus importantes sources d'huiles végétales et de farines riches en protéines dans le monde. Il s'agit de la deuxième source d'huile végétale la plus importante après le soja. Sa production est destinée à l'huile alimentaire, à l'alimentation animale et à des usages industriels, dont le biodiesel. Son huile a une excellente valeur nutritive grâce à l'abondance d'acides gras insaturés. Sa farine (reste après extraction de l'huile), utilisée pour l'industrie de l'alimentation du bétail, a une teneur idéale en acides aminés et une teneur élevée en fibres, plusieurs minéraux et vitamines. Même si le colza est bien adapté aux conditions environnementales locales au Maroc, sa croissance et sa production sont de plus en plus impactées par la sécheresse croissante qui peut survenir à tout moment de la saison de croissance. Néanmoins, deux principales périodes de sécheresse sont plus probables : la première qui coïncide avec la germination des graines et l'émergence des semis et la sécheresse terminale qui est plus fréquente et survient pendant les stades de floraison et de maturité.

Chez le colza, la sélection par mutation a été adoptée et utilisée pour induire une nouvelle variabilité génétique et sélectionner des caractères économiques intéressants et souhaitables, tels que la précocité, la résistance ou la tolérance aux stress abiotiques et biotiques, les attributs de rendement en graines et les paramètres de qualité de l'huile (Channaoui *et al.*, 2019a;2020).

Germination et croissance des semis sous stress hydrique

Dans des conditions de stress hydrique, la germination des graines et la levée précoce des semis sont les étapes critiques et les plus sensibles du cycle de vie des plantes en général et du colza en particulier. La sécheresse et l'engorgement ont des effets graves et négatifs sur la croissance et le rendement des cultures. L'engorgement se produit généralement au début de l'hiver, coïncidant avec la germination ou les premiers stades de semis. Les semences exposées à des conditions environnementales défavorables telles que la sécheresse ou l'engorgement peuvent voir leur établissement ainsi que la production agricole compromis. Par conséquent, le maintien d'un pourcentage de germination des graines assez élevé et d'une bonne croissance des semis dans des conditions de sécheresse et d'engorgement a été l'un des objectifs les plus importants de notre programme de sélection.

Une étude récente sur l'effet de la sécheresse sur les mutants développés a indiqué que ce stress affectait tous les paramètres de germination et de début de semis, à savoir le pourcentage de germination, le taux de germination, le temps moyen de germination, la longueur des pousses, la longueur des racines et le taux d'élongation des racines, dans tous les génotypes étudiés (Channaoui *et coll.* 2019 b). Les niveaux de sécheresse ont été simulés par différents potentiels osmotiques résultant de diverses concentrations de solution de polyéthylène glycol (PEG). Les résultats ont montré que le niveau de stress hydrique, le génotype et l'interaction stress \times génotype avaient un effet significatif sur les paramètres étudiés. Les génotypes étudiés ont réagi différemment aux différents niveaux de stress hydrique (figure 1). Le génotype "H2M-5" présentait la longueur moyenne des racines (RL) et le taux d'allongement des racines (RER) les plus élevés sous tous les niveaux de sécheresse. En particulier, pour des conditions de sécheresse sévère (-11 bars), "H2M-5" avait un RL moyen de 1,54 cm et un RER de 0,36 cm/j. La variation observée parmi les mutants testés est un indicateur fiable du différentiel génotypique pour la tolérance à la sécheresse chez le colza. Ceci suggère que le choix de la variété de colza à planter dans un environnement donné doit dépendre de la présence et du degré de stress observé dans cet environnement.

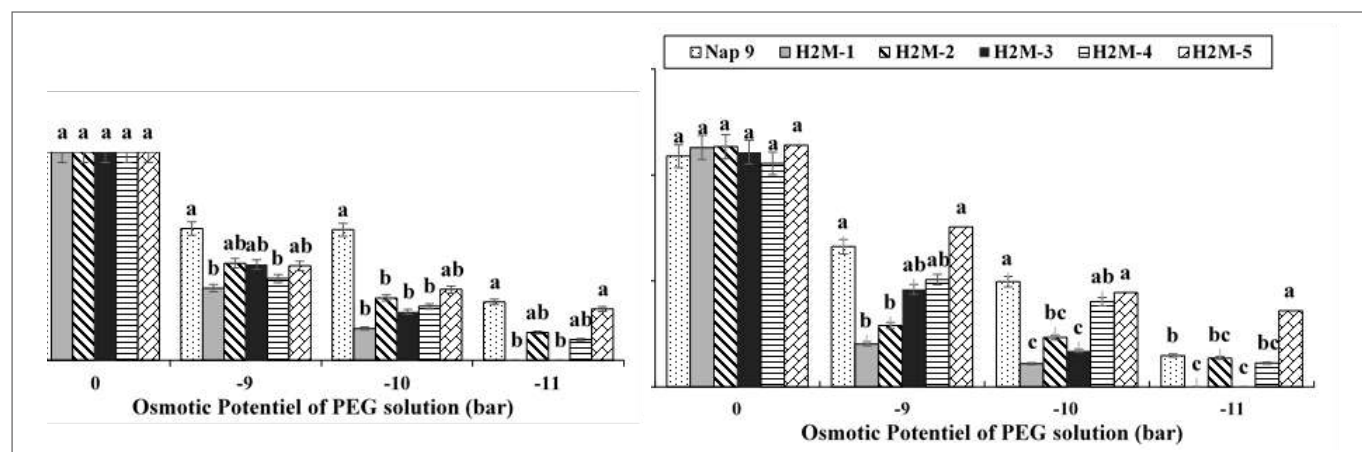


Figure 1. Réaction de génotypes de colza (mutants) à différents niveaux de sécheresse lors de la germination et du début de la croissance des semis.

Une autre étude sur le stress d'engorgement visait à évaluer le comportement et les performances de quatre variétés marocaines soumises à ce stress à quatre stades de croissance des plantes, par rapport au témoin (absence d'engorgement). Les résultats obtenus ont montré que le stress d'engorgement affectait significativement la plupart des paramètres étudiés pour toutes les variétés et que les stades de germination et de post-levée des semis étaient les plus sensibles aux conditions de stress d'engorgement (figure 2). En particulier, le rendement en graines a été considérablement réduit pour toutes les variétés, et le taux de réduction variait de 19% pour "INRA-CZH3" à 73% pour "Narjisse" lorsque l'engorgement se produisait respectivement au stade de la rosette et du jeune plant. Globalement, la variété "INRA-CZH3" a présenté les meilleures performances agronomiques et a été la plus tolérante à l'engorgement survenant à différents stades de croissance des plantes. Cette tolérance a été attribuée à son système racinaire développé, sa grande vigueur de semis et son grand diamètre de collet. Ces deux derniers caractères présentaient une forte corrélation avec les composants du rendement en graines et, par conséquent, nous recommandons leur utilisation comme critères de sélection pour sélectionner la tolérance du colza à l'engorgement (Nabloussi *et al.* 2019).

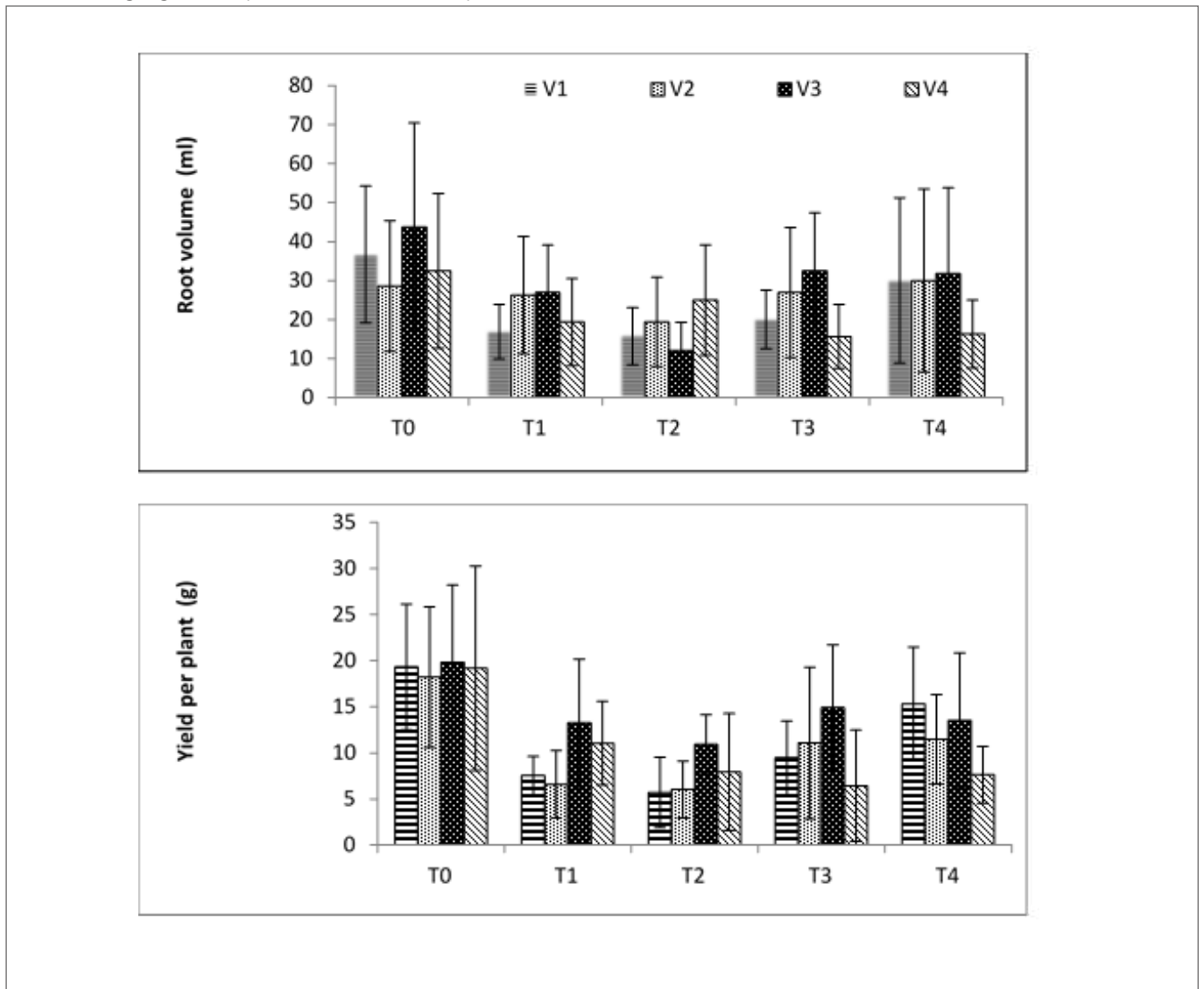


Figure 2. Performance moyenne de traitement pour chaque variété pour le volume racinaire et le rendement en graines par plante. (V1=Narjisse, V2=INRA-CZH2, V3=INRA-CZH3, V4=Lila), (T0=Absence d'engorgement, T1=Engorgement pendant la germination, T2=Engorgement au cours du stade plantule en post-levée, T3=Engorgement au cours du stade de la rosette, T4=Engorgement au stade du bouton floral)

Stress hydrique pendant la floraison

Il est bien connu que la phase de floraison est très sensible à la sécheresse et à la chaleur dans de nombreuses cultures, dont le colza. Par conséquent, la sélection de variétés à floraison précoce, ayant un cycle de courte durée, serait une bonne stratégie pour échapper à la sécheresse et au stress thermique qui surviennent pendant la floraison.

Certaines lignées mutantes développées par sélection par mutagenèse EMS ont montré des progrès génétiques, par rapport au matériel d'origine (la variété "INRA-CZH2"), en termes de vigueur initiale des semis, de précocité de floraison, de ramification et de nombre de gousses par plante. Le tableau 1 montre les performances de ces lignées, par rapport au contrôle (matériel sauvage). On a pu observer qu'il y avait un gain génétique pour certains caractères d'intérêt agronomique. Les lignées mutantes les plus intéressantes sont "H2M2" et "H2M5", ayant une durée plus courte de l'émergence à la floraison et produisant un nombre beaucoup plus élevé de gousses par plante, par rapport au matériel sauvage (Channaoui *et al.* 2019a). Ces lignées ouvrent la possibilité de commercialiser des variétés plus précoces et plus productives que les variétés existantes, en tant que futurs cultivars adaptés au contexte du changement climatique, principalement caractérisé par l'augmentation des stress hydriques et thermiques.

Mutants M2	Jours de floraison	Ramification	Nombre de gousses par plante	Nombre de graines par gousse	Poids de mille graines (g)
H2M1	87.15ef	8.05abc	309.9b	25.31ab	2.28b
H2M2	85.00f	9.65a	858.5a	25.64a	2.40b
H2M3	1024.00a	7.22bc	364.8b	20.28de	1.30c
H2M4	96.95d	6.30c	276.9b	22.27cd	1.85b
H2M5	89.85e	8.10abc	830.6a	27.05a	2.27b
H2M6	100.45c	8.55ab	279.7b	19.55e	1.88b
H2M7	97.35cd	8.85ab	454.0b	23.11bc	2.27b
H2M8	93.36b	10.10a	381.0b	18.72e	3.00a
H2M9	98.90cd	8.90ab	202.7b	21.07cde	2.30b
INRA-CZH2 (type sauvage)	95.80d	8.15abc	409.7b	26.56a	2.12b

Tableau 1. Performances moyennes de certaines lignées mutantes pour des caractères agronomiques intéressants.

Plus récemment, nous avons mené une autre étude dans des conditions contrôlées en serre, pendant deux ans, pour évaluer la réaction de quatre génotypes à des niveaux d'eau contrastés, pendant le stade de la floraison, et pour comprendre les mécanismes impliqués dans leur tolérance à la sécheresse. Les résultats ont montré des effets significatifs du génotype, du régime hydrique et de leur interaction sur tous les paramètres mesurés. La variété "Nap9" a été la plus productive pour le rendement en graines et la teneur en huile sous toutes les conditions de régime hydrique (données non encore publiées). Elle se caractérise par la longueur des racines et la teneur en eau relative des feuilles les plus élevées. Ainsi, ce génotype peut être utilisé comme matériel génétique pertinent dans le programme d'obtention du colza pour la tolérance à la sécheresse. De plus, une forte ramification combinée à une forte teneur en eau relative des feuilles pourrait être considérée comme un indice de sélection pertinent pour ce programme de sélection.

SÉSAME

Sésame (*Sesamum indicum* L.) est une culture oléagineuse très ancienne et importante d'un point de vue agronomique, thérapeutique et industriel. Ses graines sont riches en huile (50 à 60%), aux propriétés antioxydantes. Les graines de sésame sont utilisées pour la confection de confiseries, de gâteaux, de margarines et de pains. Le sésame a également de nombreuses utilisations industrielles telles que la formulation de peinture et la fabrication de savons, de cosmétiques, de parfums, d'insecticides et de produits pharmaceutiques. Traditionnellement, cette plante a été cultivée principalement dans certains pays asiatiques et africains, dont le Maroc. Cependant, le sésame cultivé dans ce pays fait face à de nombreuses contraintes et multiples défis qui limitent son potentiel de production. Parmi ces problèmes, on peut citer la sécheresse récurrente, l'approvisionnement limité en eau d'irrigation, les mauvaises pratiques culturales, les ravageurs et les maladies et les cultivars à faible rendement. En outre, le sésame présente encore certaines caractéristiques sauvages, telles que la déhiscence des capsules, la croissance indéterminée des plantes et la maturation asynchrone des capsules, qui entraînent un faible rendement en graines. Par ailleurs, le sésame est cultivé au Maroc comme culture dérobée d'été, plantée entre juin et octobre. Ainsi, cette culture est

entièrement irriguée pour surmonter la sécheresse et la forte demande d'évaporation qui se produisent pendant tout le cycle de vie de la plante. En moyenne, sept irrigations sont appliquées tout au long du cycle de culture (Kouighat *et al.* 2022a), ce qui est excessif dans le contexte actuel de changement climatique et de diminution des ressources en eau. Pour surmonter la plupart de ces défis, l'obtention et la sélection variétale restent les moyens les plus pertinents. À cette fin, un niveau élevé de variabilité génétique doit être disponible. Cependant, des études récentes ont montré qu'il existe une diversité génétique restreinte parmi les cultivars de sésame marocains (El Harfi *et al.* 2018;2021). Par conséquent, l'expansion et l'élargissement de la diversité existante dans le germoplasme de sésame marocain sont nécessaires. Une mutagenèse chimique, utilisant du méthanesulfonate d'éthyle (EMS) a été appliquée pour induire une nouvelle variabilité génétique. Des plantes mutantes avec une capsule tétra-carpellée, trois capsules par aisselle de feuille, une croissance déterminée, diverses couleurs de graines et un système racinaire très développé ont été sélectionnées et caractérisées (Kouighat *et al.* 2020). Elles sont prometteuses et utiles pour les programmes d'obtention du sésame qui visent à développer des cultivars productifs et de haute qualité, en particulier pour les environnements stressants.

Germination et croissance des semis sous stress hydrique

Même si le sésame serait plus tolérant à la sécheresse que les autres cultures oléagineuses, ce stress hydrique s'accompagne souvent de chaleur ou de températures élevées, qui affectent négativement et sérieusement la production de sésame. Des effets néfastes sur le rendement et la qualité des graines sont particulièrement et significativement observés lorsque la sécheresse survient aux stades de germination et de floraison. La germination des graines est la première étape critique et la plus sensible du cycle de vie des plantes car elle est directement et fortement associée à l'établissement des semis et à la croissance précoce. Toute diminution de l'humidité du sol peut retarder ou même inhiber la germination. L'ampleur de la diminution de la germination et de la croissance précoce des semis dépend du niveau de sécheresse et du génotype cultivé.

Cependant, la culture de sésame est entièrement irriguée pour surmonter la sécheresse et la forte demande d'évaporation qui se produisent pendant tout le cycle de vie de la plante, ce qui provoque la salinisation du sol et, par conséquent, la détérioration de sa qualité, en plus du gaspillage croissant d'eau. Par conséquent, il est nécessaire de cultiver des cultivars tolérants à la sécheresse pour réduire la fréquence d'irrigation depuis le stade de la germination jusqu'à la maturité de la plante. En conséquence, une grande quantité d'eau d'irrigation serait économisée et le sol serait plus sain. Ce serait une stratégie pertinente et saine de promouvoir et de développer cette culture au Maroc ainsi que dans d'autres régions africaines (Kouighat *et al.* 2022a).

Les mutants de sésame obtenus ayant montré leur supériorité, par rapport au type sauvage, ont été étudiés *in vitro* pour leur réaction à un stress hydrique modéré (-0,6 MPa) et sévère (-1,2 MPa de PEG-6000) à la germination et au début de la croissance des semis pendant deux générations (M2 et M3). Il existe un effet significatif du génotype, de la sécheresse et de l'interaction sécheresse x génotype sur tous les paramètres étudiés. En cas de sécheresse sévère, les graines de sept génotypes, y compris les types sauvages, n'ont pas pu germer, alors qu'il y a eu une baisse drastique de tous les paramètres pour le reste (figure 3). Fait intéressant, deux mutants, "ML2-5" et "ML2-10", ont été identifiés comme les plus tolérants à la sécheresse sévère et les plus stables sur les deux générations (Kouighat *et al.* 2021). Il s'agit du premier matériel génétique de sésame jamais signalé avec un niveau aussi élevé de tolérance à la sécheresse pendant la germination et les premiers stades de croissance des semis.

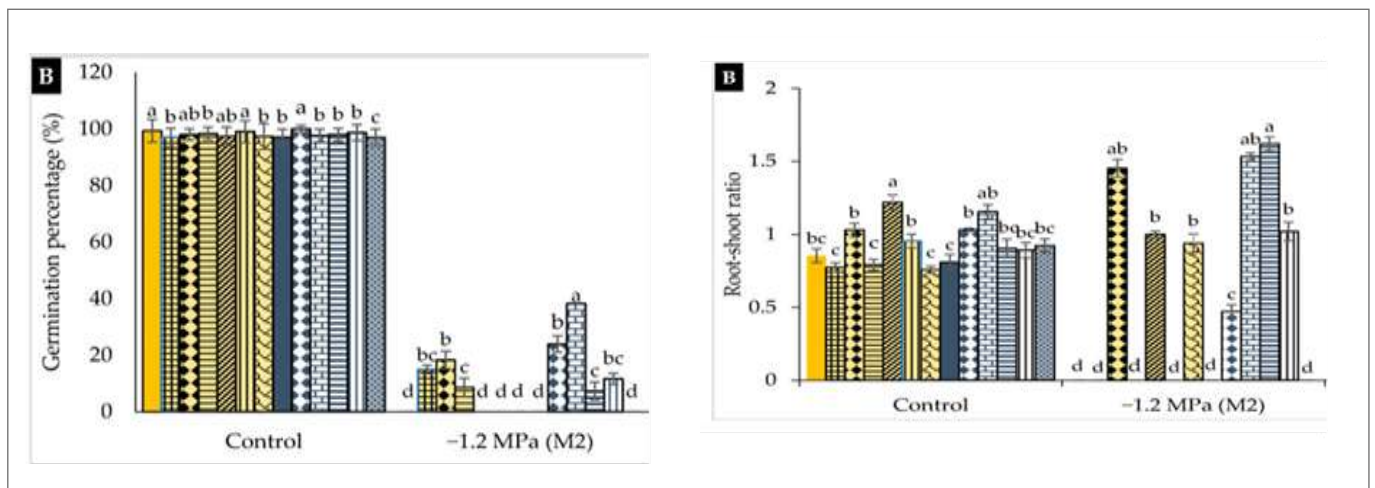


Figure 3. Réaction des génotypes de sésame (mutants) à une sécheresse sévère pendant la germination et la croissance précoce des semis.

Floraison et remplissage des graines sous stress hydrique

La productivité des cultures de sésame est fortement altérée par les effets néfastes du changement climatique, principalement la fréquence accrue de la sécheresse et du stress thermique, et la diminution de la disponibilité des ressources en eau. Pour une production durable, des cultivars adaptés et stables avec de bonnes performances dans des conditions bien arrosées et stressées sont nécessaires. Ces cultivars pourraient assurer une bonne et stable production de sésame dans des régions aux conditions hydriques contrastées.

La floraison et le remplissage des graines sont des étapes cruciales de la plante trop sensible à la sécheresse. Par conséquent, le stress hydrique à ces stades doit être évité pour augmenter le rendement et la viabilité des graines de sésame, ou les cultivars plantés doivent y être tolérants, en montrant moins de baisse de rendement par rapport aux conditions bien arrosées.

Les mêmes mutants prometteurs évalués pour leur niveau de tolérance à la sécheresse pendant la germination des graines et les premiers stades de croissance des semis ont été utilisés dans une autre étude, comme une suite logique, pour évaluer leur réaction à la sécheresse survenant à la floraison (Kouighat *et al.* 2022b). Il y avait une variation importante et significative parmi les mutants pour tous les paramètres étudiés, à l'exception du nombre de graines par capsule (figure 4). Les mutants "ML2-5", "ML2-72" et "ML2-37" se sont avérés les plus tolérants à la sécheresse, présentant l'indice de sensibilité au stress le plus bas et le rendement en graines le plus élevé (Kouighat *et al.* 2022). Il s'agit du premier rapport sur des lignées mutantes de sésame présentant une tolérance aussi élevée à la sécheresse pendant la floraison. Ces mutants pourraient être utilisés pour développer des cultivars performants et tolérants à la sécheresse pendant la phase de floraison.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Au Maroc, il y a un problème de sécurité alimentaire en huile de graines, avec une production très faible qui ne dépasse pas 2% des besoins nationaux. Malgré l'accord entre le Gouvernement marocain et la profession de ce secteur, il y a eu une baisse de la culture du tournesol et du sésame alors qu'il y a eu une augmentation significative du colza au cours de la dernière décennie. Avec la tendance à la hausse des températures et la tendance à la baisse des précipitations, toutes les sous-régions du bassin méditerranéen, y compris le Maroc, sont de plus en plus impactées et menacées par le changement climatique. Il est donc nécessaire d'élaborer et de mettre en œuvre une stratégie globale pour faire face au changement climatique.

En ce qui concerne l'activité d'obtention, une approche intégrée basée sur les introductions de matériel génétique (y compris de nouvelles cultures oléagineuses résilientes et alternatives), les hybridations intra- et interspécifiques et la mutagenèse a été conçue et mise en œuvre. En particulier, l'obtention par mutagenèse a été utilisée avec succès et efficacité dans le colza et le sésame et, par conséquent, de nouveaux germoplasmes prometteurs tolérants à une sécheresse sévère pendant les stades de germination et de floraison ont été identifiés et sélectionnés. Ces germoplasmes seront utiles pour développer et diffuser à l'avenir des variétés de colza et de sésame résistantes à la sécheresse et à haut rendement.

Cependant, des travaux supplémentaires sur la chaleur et les inondations sont nécessaires pour identifier les matériaux génétiques qui présentent un haut niveau de tolérance à tous ces stress abiotiques. Enfin, ces germoplasmes seront évalués et suivis dans des conditions de terrain stressées pendant de nombreuses années pour sélectionner des lignées performantes et adaptées.

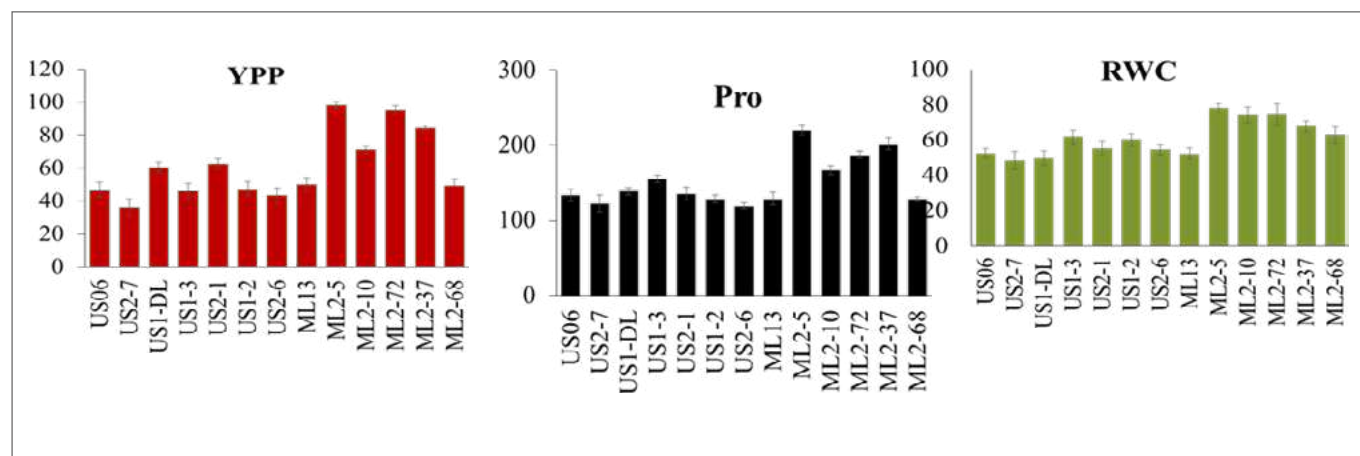


Figure 4. Performance de différents génotypes de sésame (mutants) dans des conditions de sécheresse pour le rendement en graines par plante (YPP), la teneur en proline (Pro) et la teneur relative en eau (RWC).

RÉFÉRENCES

- Channaoui, S., Labhilili, M., Mazouz, H., El Fechtali, M. and Nabloussi, A. (2019a) Assessment of novel EMS-induced genetic variability in rapeseed (*Brassica napus* L.) and selection of promising mutants. *Pak. J. Bot.* 51: 1629–1639.
- Channaoui, S., El Idrissi, I.S., Mazouz, H. and Nabloussi, A. (2019b) Reaction of some rapeseed (*Brassica napus* L.) genotypes to different drought stress levels during germination and seedling growth stages. *OCL* 26: 23.
- Channaoui, S., Hssaini, L., Velasco, L., Mazouz, H., El Fechtali, M. and Nabloussi, A. (2020). Comparative study of fatty acid composition, total phenolics, and antioxidant capacity in rapeseed mutant lines. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 97: 397–407. DOI: 10.1002/aocs.12330
- Corwin, D.L. (2020) Climate change impacts on soil salinity in agricultural areas. *Eur. J. Soil Sci.* 72: 842–862.
- El Harfi, M., Jbilou, M., Hanine, H., Rizki, H., Fechtali, M. and Nabloussi, A. (2018) Genetic diversity assessment of Moroccan sesame (*Sesamum indicum* L.) populations using agro- morphological traits. *J. Agric. Sci. Technol.* A 8: 296–305.
- El Harfi, M., Charafi, J., Houmanat, K., Hanine, H. and Nabloussi, A. (2021). Assessment of genetic diversity in Moroccan sesame (*Sesamum indicum*) using ISSR molecular markers. *OCL* 28: 3.
- Gommes, R., EL Hairech, T., Rosillon, D., Balaghi, R. and Kanamaru, H. (2009). Impact of climate change on agricultural yields in Morocco. World Bank-Morocco study on the impact of climate change on the agricultural sector, FAO, Rabat, Morocco, October 2009. 105 p.
- Kouighat, M., Channaoui, S., Labhilili, M., El Fechtali, M. and Nabloussi, A. (2020) Novel genetic variability in sesame induced via ethyl methane sulfonate. *J. Crop Improv.* DOI: 10.1080/15427528.2020.1861155.
- Kouighat, M., Hanine, H., El Fechtali, M. and Nabloussi, A. (2021). First report of sesame mutants tolerant to severe drought stress during germination and early seedling growth stages. *Plants* 10: 1166.
- Kouighat, M., El Harfi, M., Hafida, H., El Fechtali, M. and Nabloussi, A. (2022a) Moroccan sesame: Current situation, challenges, and recommended actions for its development. *OCL* 29: 27.
- Kouighat, M., Hafida, H., El Fechtali, M. and Nabloussi, A. (2022b) Assessment of some sesame mutants under normal and water-stress conditions. *J. Crop Improv.* DOI: 10.1080/15427528.2022.2095685
- Nabloussi, A., Bahri, H., Lakbir, M. Moukane, H., Kajji, A. and El Fechtali, M. (2019) Assessment of a set of rapeseed (*Brassica napus* L.) varieties under waterlogging stress at different plant growth stages. *OCL* 26: 36.
- Shinozaki, K., Uemura, M., Bailey-Serres, J., Bray, E. and Weretilnyk, E. (2015) Responses to abiotic stress. In: Buchanan, B.B., Gruissem, W. and Jones, R.L. (eds) *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*. John Wiley & Sons, Hoboken, USA, 2015.

Présentation faite au séminaire







Seminar on the role of plant breeding and plant variety protection in enabling agriculture to mitigate and adapt to climate change

Thematic Session 4: Plant breeding for climate change adaptation and mitigation in agriculture: Breeding strategies and techniques

Genetic improvement by mutagenesis of oilseed crops to cope with climate change: case of rapeseed and sesame

Dr. Abdelghani Nabloussi, National Institute of Agricultural Research (INRA) of Morocco

UPOV/SEM/GE/22/1
Geneva, October 11 and 12, 2022 (virtual meeting)

Introduction

- Morocco is suffering a food security problem in edible oils : Overall national production, including olive and oilseed crops, covers just 20% of the country needs.
- Edible oils from oilseeds (only sunflower 25,000 ha, and rapeseed 10,000 ha) represent only 2%.
- The gap is covered by importation: Negative repercussions on the national economy and food security.
Annual Cost > 4 billions MAD (400 million USD)
- World bank study: Oilseed production will decrease as a result of climate change effect on agricultural production in Morocco. Rising trend in:
 - Drought;
 - Heat;
 - Flooding



Introduction (Cont.)





- Increasing reduction in oilseed crops yield: **-10% in 2030** and **-30% in 2050** (Gommes et al., 2009).
- Abandoning/reducing oilseed crops, as a result of climate change, affects negatively the global cropping system since those crops play an important role in rotation with cereals.
- Political will in Morocco to develop oilseed sector to improve the farmers' income and ensure edible oil food security by increasing national oilseed production.
- Challenging and facing the increasing abiotic stresses:
 - **Developing and cultivating tolerant varieties;**
 - **Diversifying oilseed crops (Resilient and alternative).**



Objective



- Overview on the main and recent achievements in oilseed crops breeding to face the most important abiotic stresses increasingly observed in Morocco:
 - ✓ **Focusing on mutagenesis breeding**
 - ✓ **Talking about rapeseed and sesame**


Oilseed crops and climate change in Morocco

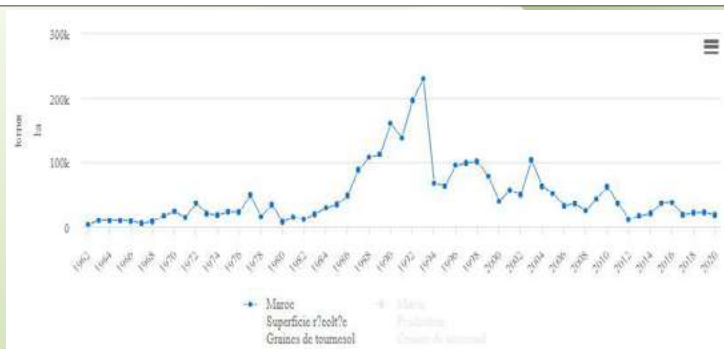
Oilseed crops cultivated

- ❖ Before 2000: Sunflower, rapeseed, safflower, soybean (sesame)
- ❖ From 2000 – 2012: Sunflower, (sesame)
- ❖ From 2013 – Today: Sunflower, rapeseed, (sesame)
- 2013: Year of the agreement between the government and oilseed sector's Interprofession (FOLEA)

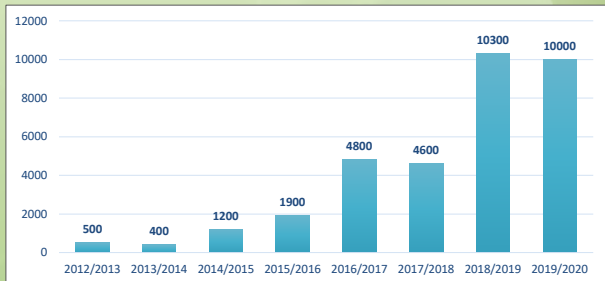
Climate change

- Importance of drought, as a structural element of the country's climate
- Net reduction in the overall rainfall.
- Increasing heat trend.
- large fluctuation in the amount and frequency of rainfall from year to year and among locations within year.
- Increasing flood trend in some regions.
- Appearance of new pests and diseases.

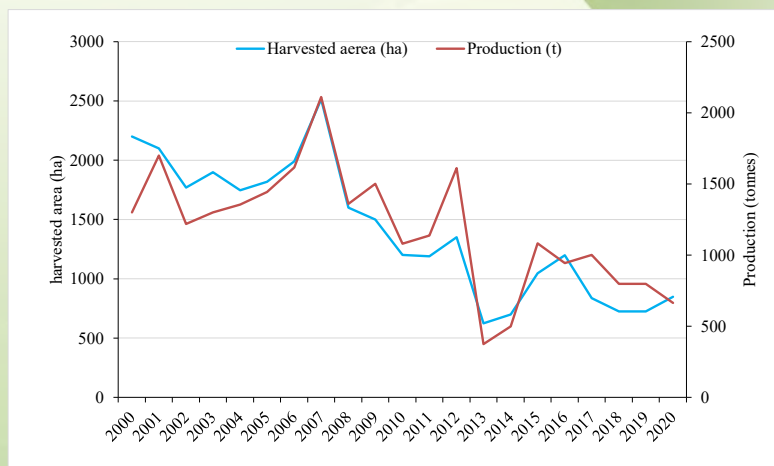




Evolution of harvested sunflower area during 1962-2020 (FAOSTAT, 2022)



Evolution of harvested rapeseed area after 2013-CP agreement (FAOSTAT, 2022)



Evolution of sesame harvested area and production during 2000-2020 (FAOSTAT, 2022)

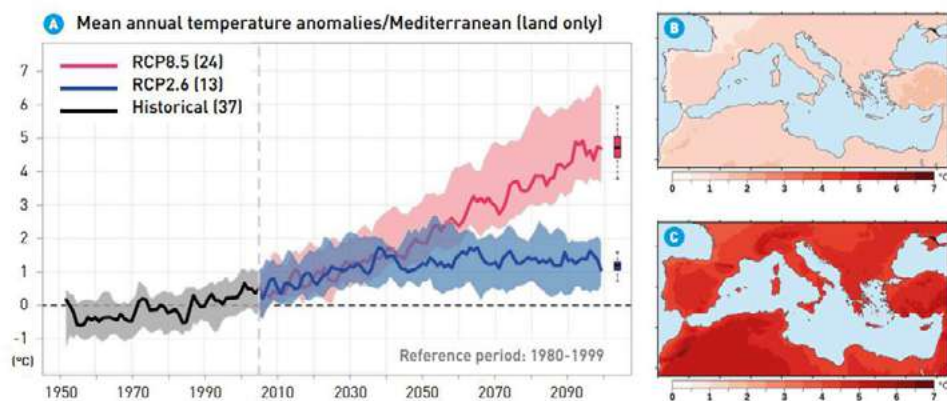


Figure SPM.2 | Projected warming in the Mediterranean Basin over land. Projected changes in annual temperature relative to the recent past reference period [1980-1999], based on the EURO-CORDEX 0.11° ensemble mean, A: simulations for pathways RCP2.6 and RCP8.5, B: warming at the end of the 21st century [2080-2099] for RCP2.6, C: idem for RCP8.5.

MedECC 2020 Summary for Policymakers. In: Climate and Environmental Change in the Mediterranean Basin – Current Situation and Risks for the Future. First Mediterranean Assessment Report [Cramer W, Guiot J, Marini K (eds.)] Union for the Mediterranean, Plan Bleu, UNEP/MAP, Marseille, France, pp 11-40.

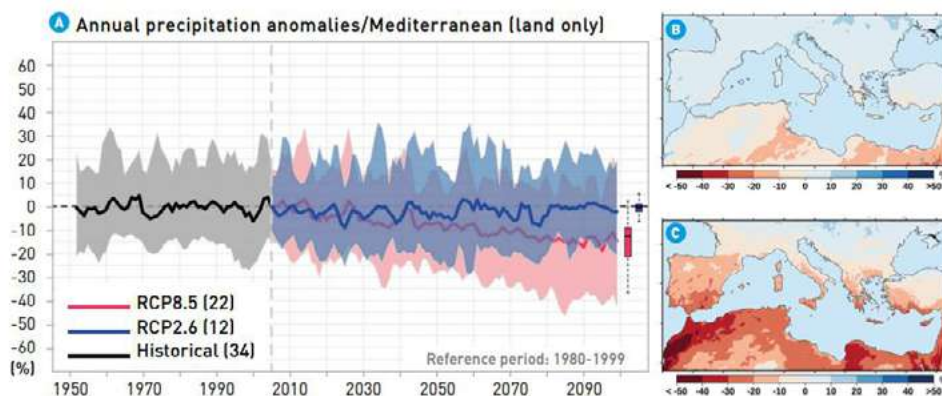
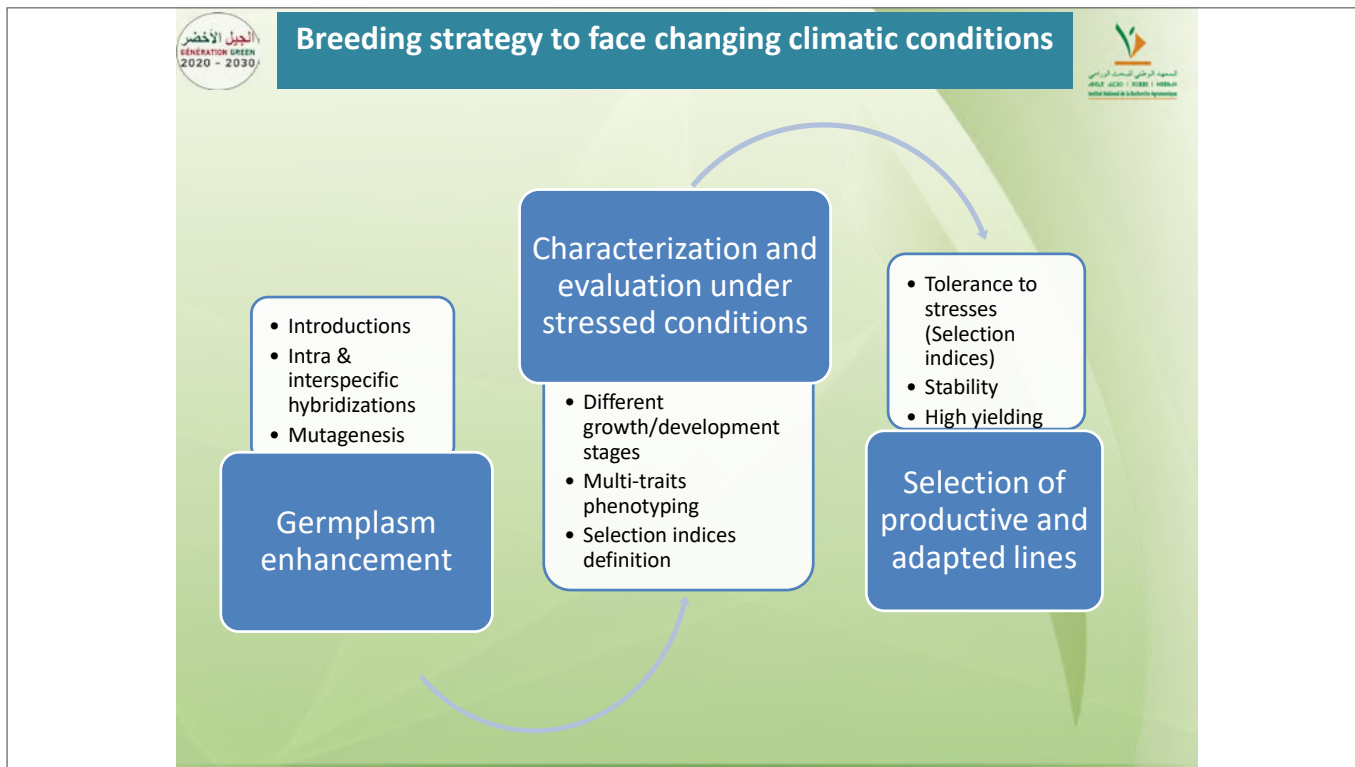
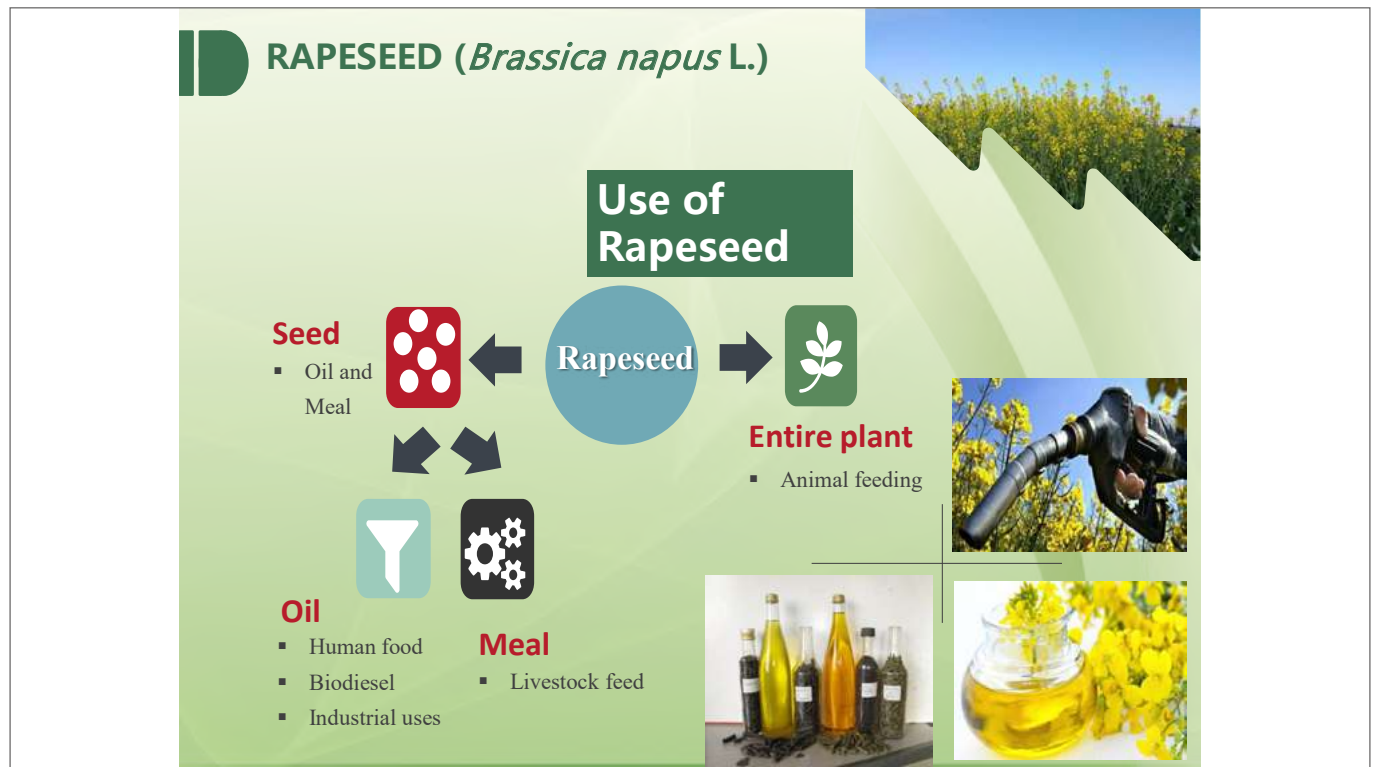
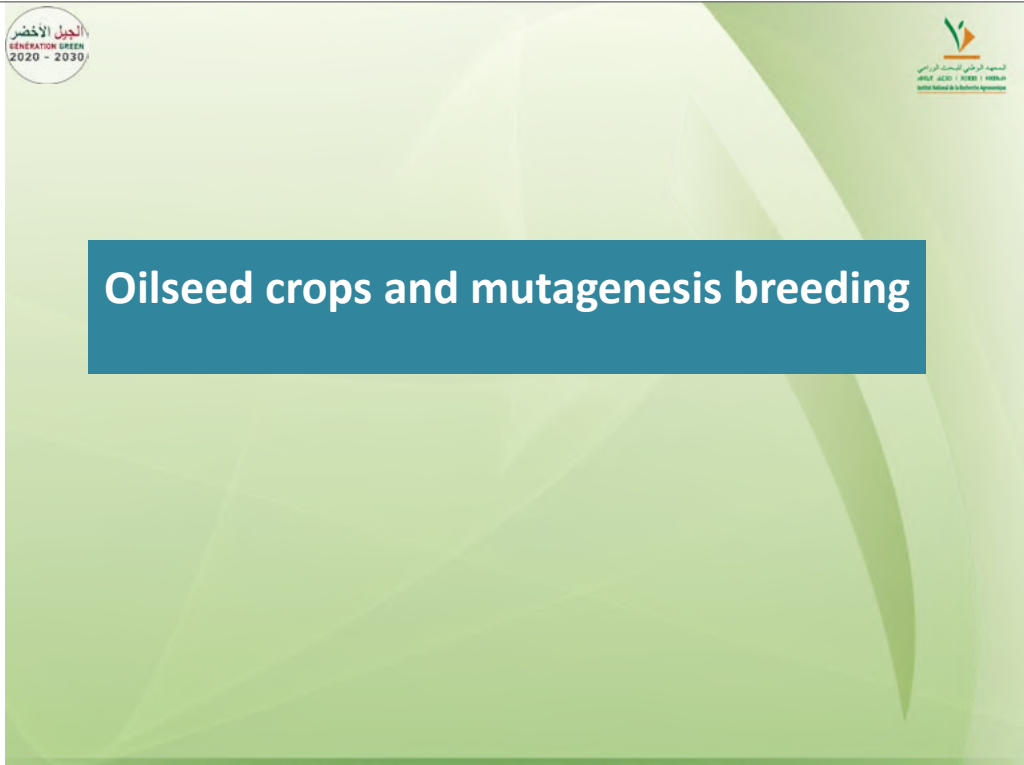


Figure SPM.3 | Projected rainfall change in the Mediterranean Basin. Projected changes in annual rainfall relative to the recent past reference period (1980-1999), based on the EURO-CORDEX 0.11° ensemble mean, A: simulations for pathways RCP2.6 and RCP8.5, B: rainfall anomalies at the end of the 21st century (2080-2099) for RCP2.6, C: idem for RCP8.5.

MedECC 2020 Summary for Policymakers. In: *Climate and Environmental Change in the Mediterranean Basin – Current Situation and Risks for the Future. First Mediterranean Assessment Report* [Cramer W, Guiot J, Marini K (eds.)] Union for the Mediterranean, Plan Bleu, UNEP/MAP, Marseille, France, pp 11-40.





PROBLEMATIC


Rapeseed germplasm has a fairly narrow genetic variability.

Need to sustainably expand the existing genetic variability for breeding and variety release.


Conventional cross breeding was restrictedly used due to the limited genetic variability in nature (Sestili *et al.*, 2010).

Induced mutation is an effective alternative to increase genetic variability that could rarely be found in germplasm collections (Szarejko and Forster, 2007).


ACHIEVEMENTS




Check-DYT



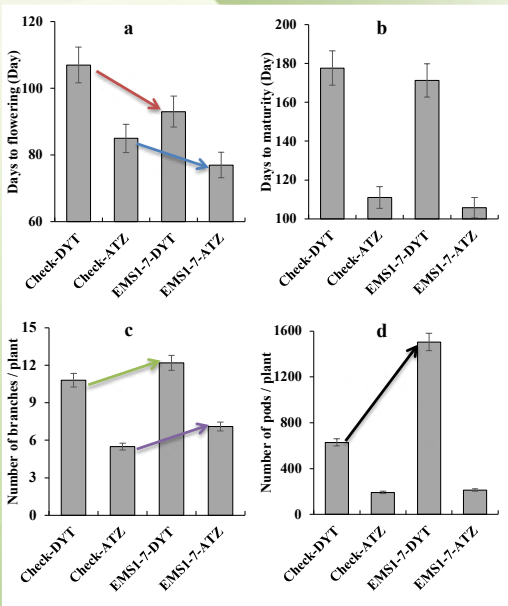
EMS1-7-DYT



EMS1-7-ATZ



Check-ATZ



a Days to flowering (Day)

Environment	Check-DYT	Check-ATZ	EMS1-7-DYT	EMS1-7-ATZ
Douyet (DYT)	~105	~85	~95	~75
Sidi Allal Tazi (ATZ)	~175	~110	~170	~105

b Days to maturity (Day)

Environment	Check-DYT	Check-ATZ	EMS1-7-DYT	EMS1-7-ATZ
Douyet (DYT)	~105	~85	~95	~75
Sidi Allal Tazi (ATZ)	~175	~110	~170	~105

c Number of branches / plant


Environment	Check-DYT	Check-ATZ	EMS1-7-DYT	EMS1-7-ATZ
Douyet (DYT)	~11	~5	~12	~7
Sidi Allal Tazi (ATZ)	~175	~110	~170	~105

d Number of pods / plant

Environment	Check-DYT	Check-ATZ	EMS1-7-DYT	EMS1-7-ATZ
Douyet (DYT)	~11	~5	~12	~7
Sidi Allal Tazi (ATZ)	~175	~110	~170	~105

Fig. Genetic gain in earliness to flowering, branching and pods/plant in a M2 mutant derived from 1% EMS during 7 hours (EMS1-7), compared to the check variety 'INRA-CZH2', evaluated in two different environments, Douyet (DYT) and Sidi Allal Tazi (ATZ).

ACHIEVEMENTS





Compared to the check or wild-type material (INRA-CZH2), the mutant H2M-5:

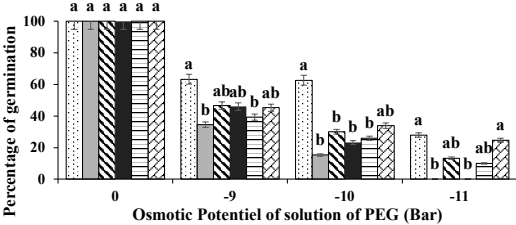
- flowered and matured earlier,
- had higher number of pods per plant in different environments,
- showed higher level of adaptation to stressful conditions associated with low rainfall, high temperature and late planting.

Channaoui et al., 2019a, Pak. J. Botany.

ACHIEVEMENTS

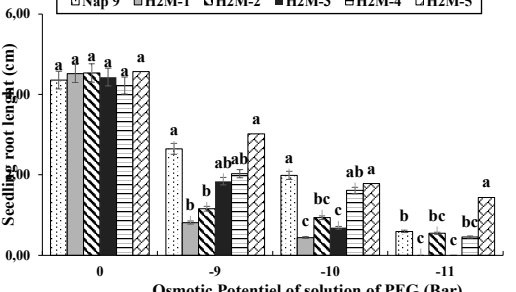



Percentage of germination



Osmotic Potential of solution of PEG (Bar)

Seedling root length (cm)



Osmotic Potential of solution of PEG (Bar)

Reaction of rapeseed genotypes (mutants) to various levels of drought during germination and early seedling growth
Channaoui et al., 2019b, OCL.

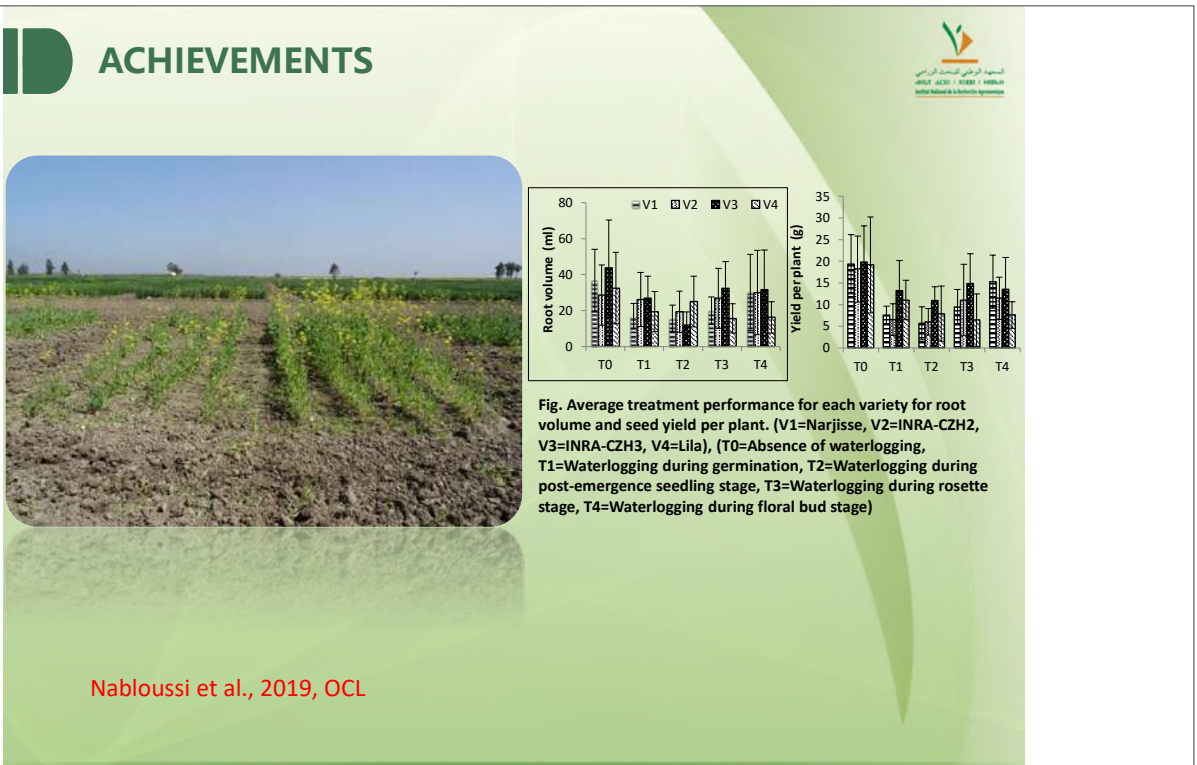
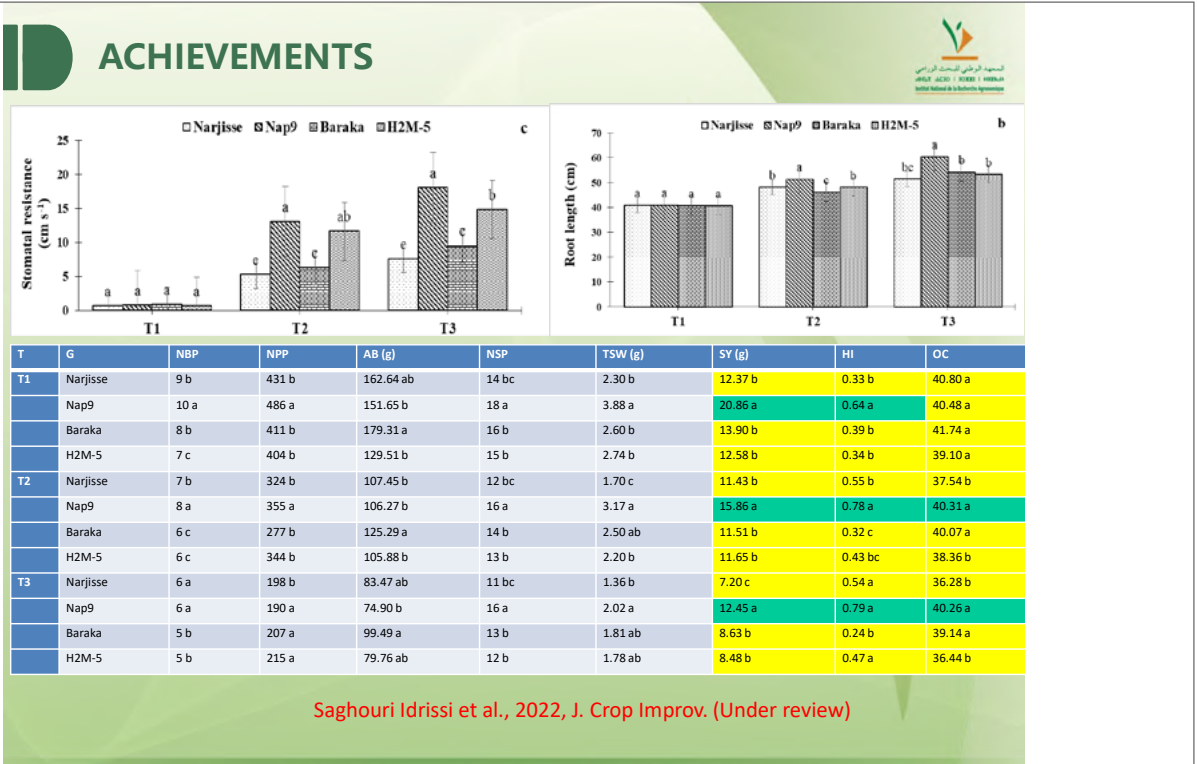


Fig. Average treatment performance for each variety for root volume and seed yield per plant. (V1=Narjisse, V2=INRA-CZH2, V3=INRA-CZH3, V4=Lila), (T0=Absence of waterlogging, T1=Waterlogging during germination, T2=Waterlogging during post-emergence seedling stage, T3=Waterlogging during rosette stage, T4=Waterlogging during floral bud stage)

SESAME (*Sesamum indicum* L.)

Use of sesame

Seed

- Food additive
- Therapeutic
- Aromatic

Oil

- Human food
- Biodiesel
- Industrial uses

PROBLEMATIC

The available genetic diversity in Morocco is too limited

- El Harfi et al., 2018, J. Agric. Sci. Technol. A
- El Harfi et al., 2021, OCL

The Moroccan cultivar requires a lot of water (too much irrigations); however it has just an average yield

- Kouighat et al., 2022, OCL

ACHIEVEMENTS

Drought during germination

M2 & M3 generations

US06

Sensitive wild-type cultivars

ML13

Sensitive wild-type cultivars

ML2-5

Tolerant mutants

ML2-37

Tolerant mutants

Drought during flowering

B

B

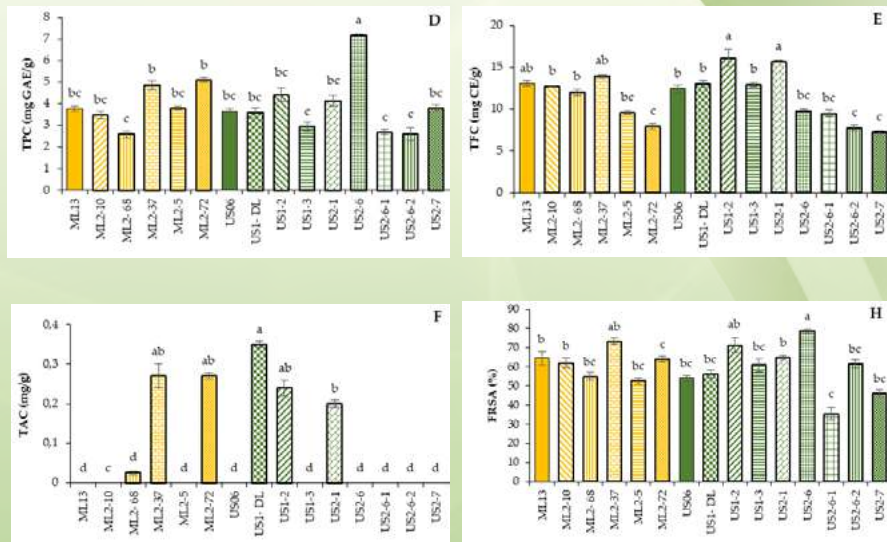
RWC

Pro

YPP

Development and selection of sesame mutant lines with higher tolerance to drought stress during germination and flowering stages: **ML2-5, ML2-10 et ML2-37.**

Kouighat et al. 2021 (Plants)
Kouighat et al. 2022 (J. Crop Improv.)



In addition, mutant lines with genetic gain in terms of nutritional quality traits were identified and selected.

Kouighat et al. 2022 (Plants).



Conclusions and prospects



- ❑ In Morocco: Decline in sunflower and sesame cultivation vs. Increase in rapeseed cultivation were observed in the last decade.
- ❑ In the future: Rising temperature trend vs. Downward trend in precipitation: All sub-regions of the Mediterranean Basin, including Morocco, are increasingly impacted and threatened by climate change (CC).
- ❑ Need to develop and implement a global strategy to cope with CC.
- ❑ Integrated breeding strategy: Introductions (including novel resilient and alternative oilseed crops), intra & interspecific hybridizations, mutagenesis.

الجيل الأخضر
GÉNÉRATION GREEN
2020 - 2030

Conclusions and prospects

المعهد الوطني للبحوث الزراعي
ARABIC: AICRI | FODER | HEBELAH
UNITED NATIONS & FAO Scientific Agreement

- ❑ **Mutagenesis breeding effectively used in rapeseed and sesame: Novel and promising germplasm tolerant to severe drought during germination and flowering stages.**
- ❑ **Usefulness of these germplasm to develop and release drought-tolerant and high-yielding varieties of rapeseed and sesame.**
- ❑ **Need to work also on heat and develop tolerant germplasm.**
- ❑ **Evaluation, monitoring and selection of high-performing and adapted lines under stressed field conditions for many years.**
- ❑ **TILLING and CRISPR Techniques towards genomic selection.**

الجيل الأخضر
GÉNÉRATION GREEN
2020 - 2030

المعهد الوطني للبحوث الزراعي
ARABIC: AICRI | FODER | HEBELAH
UNITED NATIONS & FAO Scientific Agreement



Thank you

METTRE EN RELATION DIFFERENTS GROUPES DE RECHERCHE DANS LE BUT DE DEVELOPPER UNE SÉLECTION PLUS PRÉCISE

M. Muath Alsheikh

Chef de la recherche et du développement, Graminor AS , Norvège

Je m'appelle Muath Alsheikh. Je suis responsable de la recherche et du développement dans la société norvégienne d'obtention végétale en Norvège, Graminor. Aujourd'hui, je présenterai brièvement comment les groupes de recherche peuvent contribuer au développement de l'obtention végétale face au climat futur.

Plusieurs orateurs avant moi ont souligné l'importance de l'obtention végétale et sa contribution à une sécurité alimentaire nationale et internationale durable.

Dans la figure 1, vous voyez l'étape principale du processus d'obtention végétale; à partir du croisement de variétés ou de lignées préférées, suivi de plusieurs années d'évaluation et de sélection.

Les étapes d'évaluation et de sélection prennent du temps et nécessitent des investissements importants. Cela peut prendre entre 10 et 20 ans selon les espèces.

Une autre étape importante de l'obtention végétale est la présélection. La présélection est l'étape où les obtenteurs de plantes introduisent une nouvelle source de génétique dans leur programme d'obtention. Chacune des étapes d'obtention a ses propres défis. Ici, et comme je le vois, voici les trois défis principaux :

- (I) défis génomiques : principalement la complexité génomique de la plante par rapport aux animaux (par exemple, polyploïdie, taille du génome);
- (II) génétique par interaction avec l'environnement; et
- (III) obtention multicaractères.

En plus de la complexité génomique, il y a la complexité commerciale et le coût associé à l'obtention spécialement pour les pays à coût de main-d'œuvre élevé comme la Norvège. Par conséquent, les obtenteurs recherchent toujours de nouvelles méthodes et technologies pour augmenter la précision de leur sélection, principalement à un coût relativement faible.

En général, les technologies habilitantes sont très importantes pour l'obtention végétale, en particulier les technologies à haut débit.

La figure 2 montre deux technologies principales qui sont au centre de nombreux programmes d'obtention incluant Graminor; les technologies basées sur la phénotypique telles que les technologies de capteurs et les technologies d'imagerie, et les technologies basées sur la génomique ou moléculaire telles que l'obtention moléculaire assistée et la sélection génomique. Veuillez garder à l'esprit que ces technologies doivent être combinées avec une sélection visuelle pour maximiser les résultats.

Ces technologies nécessitent différents types de compétences (par exemple, et parmi tant d'autres : informatique, et programmation, statistique et modélisation). Il est peu probable qu'une entreprise ait des compétences dans toutes les technologies sous un même toit. Par conséquent, les approches collaboratives et multidisciplinaires (par exemple, les groupes de recherche) sont le moyen le plus efficace d'avancer dans le développement de l'obtention végétale.

La figure 3 présente deux exemples d'une telle collaboration, le Partenariat nordique public-privé pour la présélection et le Groupe national norvégien pour le climat (Climate Future)

Je les passerai brièvement en revue. PPP pour la présélection : Il s'agit d'une collaboration nordique entre l'obtention végétale pratique et la recherche en obtention. Cette initiative a débuté en 2012 et est toujours en cours à l'heure d'aujourd'hui. Le financement est à 50/50 entre les entités d'obtention végétale et les gouvernements nordiques. L'initiative est coordonnée par NordGen en Suède.

Les principaux objectifs de cette collaboration sont :

- (I) le renforcement de l'obtention végétale dans les pays nordiques;
- (II) la promotion de l'utilisation des ressources génétiques dans l'obtention végétale;
- (III) le développement d'outils et de méthodes efficaces tels que les outils phénomiques et génomiques;
- (IV) la mise en réseau..

Depuis 2012, nous avons eu sept projets qui couvraient plusieurs cultures en céréales, cultures fourragères, et/ou fruits et baies. Quatre projets se sont terminés en 2020 et trois projets sont en cours pour le blé, la pomme de terre et la phénomique à haut débit.

De cette collaboration, nous avons acquis une connaissance et une compétence étendues entre les pays nordiques. Nous avons construit une solide collaboration précompétitive (réseau) et développé des outils d'obtention qui sont actuellement utilisés dans tous les programmes d'obtention nordiques.

La deuxième collaboration est notre projet National Climate Futures. Climate Futures est un centre de projet d'innovation basé sur la recherche. Il est financé par le Conseil norvégien de la recherche, a débuté en 2020 et durera 8 ans, avec une valeur d'un budget de plus de 15 millions d'euros. Une trentaine de partenaires sont impliqués dans cette initiative parmi lesquels l'agriculture, l'industrie pétrolière, l'industrie du transport maritime, etc. Ils sont tous intéressés par le climat.

L'idée de cette initiative est de développer des solutions de gestion du risque climatique à court, moyen et long terme.

Pour l'obtention végétale, l'idée est d'intégrer et de prédire GxE dans l'obtention végétale via des modèles génomiques et phénomiques.

Une autre recherche d'obtention ici consiste à prédire les performances de différentes variétés dans différents environnements afin de réduire le nombre d'essais. De plus, dans ce projet, nous visons à identifier les emplacements actuels qui représentent le climat futur pour évaluer la performance des variétés et le futur croisement.

Présentation faite au séminaire

Connecting different research clusters with the aim to develop more accurate breeding

Muath Alsheikh, PhD, MBA

Head of Research and Development/Breeder

muath.alsheikh@graminor.no

Tlf. 976 99 135

www.graminor.no



Plant breeding

- ✓ Plant breeding is one of the most sustainable way to improve food security
- ✓ Breeding main steps are – (pre-breeding) crossings, evaluation and selection
- ✓ It takes between 10-20 years to produce a new improve cultivar.
- ✓ Challenges: genome complexity, multi-trait, G x E
- ✓ Plant breeders all the time seek for methods that can increase their selection efficiency and accuracy at low cost

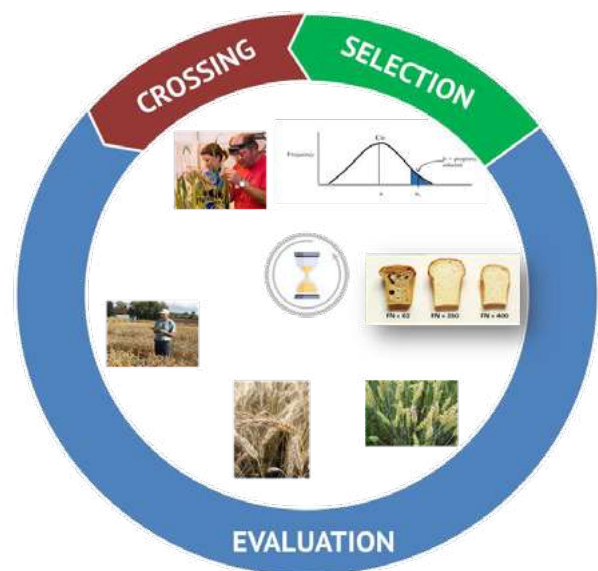


Figure 1: Standard plant breeding process

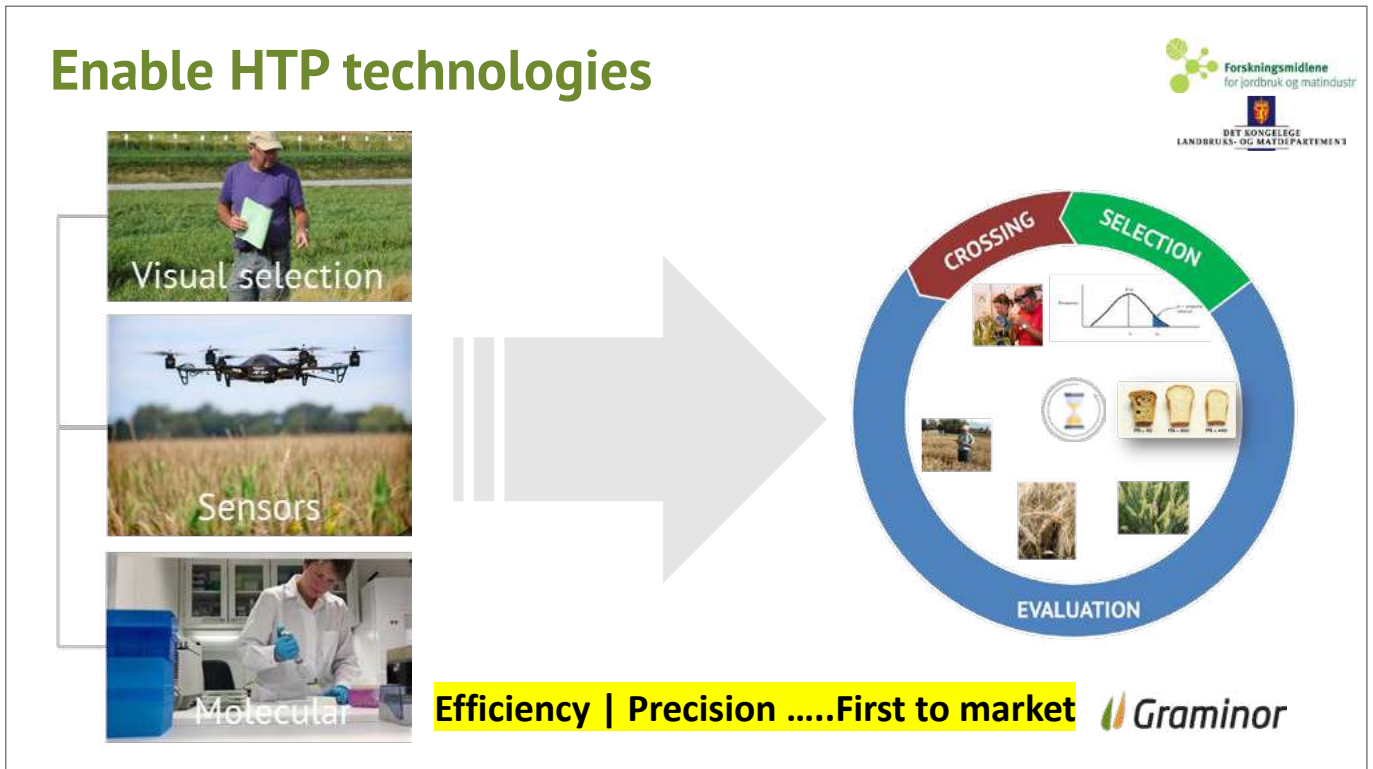
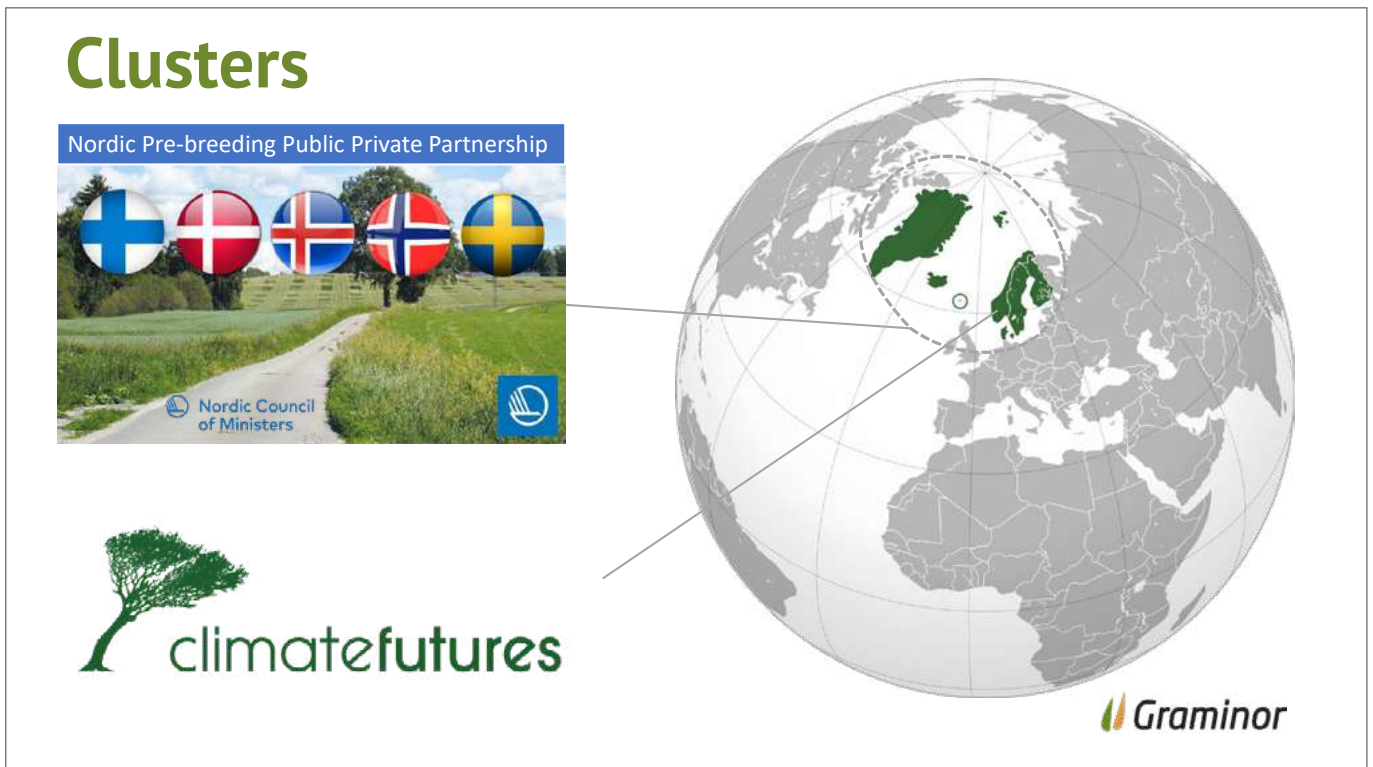


Figure 2:HTP Technologies



Nordic Public Private Partnership for Pre-breeding (PPP)

- ✓ Nordic collaboration between practical plant breeding and plant breeding research – since 2012.
- ✓ Funded by the Nordic countries and plant breeding entities (50/50), and the secretariat is placed at NordGen.
- ✓ PPP aims to:
 - strengthen plant breeding in the Nordic countries
 - promote sustainable use of genetic resources in the Nordic region
 - introduction of new traits in commercial breeding
 - development of efficient tools and methods
 - *Network (pre-competitive collaboration)*



Figure 3: Example collaboration in Nordic Public Private Partnerships for Pre-breeding (PPP)

Nordic pre-breeding PPP: 4 phases 2012 – 2023...



PPP_Barley
2012-2020



PPP_Strawberry
2018-2020



PPP_Wheat
2021-2023...



PPP_Potato
2021-2023...



PPP_Phenomics
2015-2023...



- Obtained knowledge and competence
- Strong network
- Developed breeding methods and tools; e.g., MAS, GS, phenomic....
- New breeding material; e.g., MAGIC



climate futures

Navigating Climate Risk



Breeding, environment and market



Climate Future: Breeding goals

- Short, medium and long-term climate prediction
- Prediction of variety performance (+offspring) in different environments (short-medium-long terms) – based on current and historical information.
- Identify current locations that represent future medium- and long-term climate
- Potential new crops for Nordic market



Thank you!



AVANCÉES DANS LE DÉVELOPPEMENT DE NOUVELLES VARIÉTÉS MIEUX ADAPTÉES AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DES CULTURES ET DES FOURRAGES : UNE PERSPECTIVE SUD-AMÉRICAINE

Dr. Fernando Ortega Klose

Sélectionneur de plantes fourragères, Institut chilien de recherche agricole (INIA), Centre régional de Carillanca, Chile

INTRODUCTION

Le Chili est un très long pays situé dans le sud de l'Amérique avec des conditions climatiques diverses le long du pays et à travers celui-ci. Avec plus de 4000 km du nord au sud et une largeur allant de 90 à 445 km de l'océan aux sommets des Andes, le pays possède des environnements vraiment contrastés pour les activités agricoles. Ces conditions particulières représentent une opportunité de compléter les activités économiques agricoles à l'intérieur du pays et d'exporter des semences (production de semences de contre-saison) et des fruits vers le monde. Le pays offre également des conditions sanitaires remarquables pour l'agriculture grâce aux "barrières d'isolement" naturelles qu'offrent la cordillère des Andes, l'océan Pacifique, le désert au nord et la Patagonie au sud.

La superficie couverte par l'agriculture au Chili (moins de 2 millions d'ha) est réduite par rapport au territoire continental national (environ 75 millions d'ha). La surface réduite et la diversité des environnements sont un défi pour les professionnels et les chercheurs qui ont besoin d'optimiser les systèmes de production adaptés à chaque condition, en particulier pour les obtenteurs végétaux. Les terres arables limitées et les nombreux environnements agricoles différents réduisent la taille du marché pour chaque variété végétale, et les programmes nationaux d'obtention végétale doivent être correctement planifiés en fonction de cette limitation. Un autre défi pour l'obtention végétale est le changement climatique, qui sera analysé plus tard.

L'Institut de recherche agricole du Chili, INIA-Chile, est la principale organisation de R-D du pays, appartenant au Ministère de l'agriculture. L'INIA-Chili a été créé en 1964 et a une couverture nationale avec des centres régionaux et expérimentaux dans tout le pays (figure 1).

CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les modèles de changement climatique suggèrent différents effets le long du pays et à travers celui-ci, mais en général, les principaux effets prévus sont une augmentation moyenne de la température de 2 à 4 °C d'ici la fin du siècle, une réduction de la neige dans les Andes, une diminution des précipitations dans la majeure partie du pays et une réduction de l'eau disponible pour l'irrigation (figure 2). Des températures plus élevées, moins de précipitations et moins d'eau disponible pour l'irrigation introduisent la nécessité de travailler en R-D pour l'adaptation et l'atténuation de ces conditions.

Des exemples de la tendance à la réduction des précipitations annuelles au cours des 55 dernières années pour une localité du sud du Chili sont présentés à la figure 3. À cet endroit, les précipitations annuelles moyennes des 10 dernières années (2012-2021) ont été inférieures de 18% à la moyenne historique. De plus, les précipitations pendant la principale saison de croissance (octobre à mars) entre 2012-2013 et 2021-2022 ont été réduites des 332 mm historiques à 253 mm, soit une diminution de 24% (figure 4). La pénurie d'eau pour les cultures s'aggrave en raison de la réduction de l'eau disponible pour l'irrigation au cours des dernières années. Les températures sont peut-être aussi importantes que l'eau disponible pour les cultures – et pas seulement les températures moyennes doivent être prises en compte;encore plus importantes que la moyenne sont les températures maximales et minimales absolues par jour

qui affectent considérablement l'adaptation des espèces et des variétés. À cet égard, la figure 5 montre le nombre de jours au cours de la principale saison de croissance (octobre à mars) avec des températures maximales supérieures à 27 °C pour le centre de recherche de Carillanca. À partir de la saison 2011-2012, on observe en moyenne une augmentation de 22% de ce paramètre (figure 5). Cet aspect sera discuté plus loin à propos de l'adaptation des graminées fourragères.

OBTECTION VÉGÉTALE À L'INIA-CHILE

Le changement climatique introduit une pression "environnementale" (facteurs biotiques et abiotiques) sur la croissance et la production des plantes. De plus, chaque jour, le consommateur exige des produits de meilleure qualité et différenciés et il est nécessaire de produire de manière plus durable. C'est pourquoi, dans le monde entier et au Chili, le développement de nouvelles combinaisons génétiques est une priorité absolue.

L'amélioration génétique des plantes a toujours été une orientation stratégique de l'INIA. En fait, c'était une activité importante du Ministère de l'agriculture avant même 1964 et elle s'est renforcée avec la fondation de l'institution; les programmes d'obtention végétale de l'INIA ont commencé dès le début de l'institution et ils ont été son principal sujet de R-D et la principale contribution au secteur agricole. L'obtention végétale a été renforcée avec la création du programme des ressources génétiques (1985) et la constitution de banques de gènes (1990), structurant un réseau de banques de ressources génétiques végétales. Aussi, au début des années 1990, l'INIA a lancé le programme de biotechnologie, axé sur divers domaines, envisageant à la fois le développement d'outils, de plateformes analytiques et de produits, toujours soutenus par la compréhension des processus biologiques et la manière dont ils peuvent être utilisés pour faire face à divers problèmes et fournir des solutions adaptées. Certains domaines de développement biotechnologique à l'INIA pour soutenir les programmes d'obtention végétale (PBP) ont été la sélection de marques moléculaires (par exemple, la qualité du blé, l'absence de pépins dans le raisin de table, la résistance aux champignons et aux virus de la pomme de terre), l'identification de "l'architecture génétique" de traits complexes, la transformation génétique pour la résistance aux maladies et au stress abiotique (sel et sécheresse), l'édition de gènes, etc.

Au cours des quatre dernières décennies, les systèmes productifs du Chili ont subi d'importants changements, témoignant d'une augmentation considérable des rendements moyens et de la qualité industrielle, un problème non négligeable étant donné que 50% des progrès réalisés en matière de rendement sont généralement attribués à l'amélioration génétique (figure 6). Il est important de mentionner qu'au cours de la dernière saison, le rendement du riz a considérablement diminué, principalement en raison de la basse température au moment de la floraison, de la date de semis tardive en raison des conditions météorologiques et également en raison de la réduction de l'eau disponible pour l'irrigation.

La plupart des variétés faisant l'objet d'un enregistrement exclusif au Chili ont été développées à l'étranger (près de 90%, tableau 1). Cette proportion est plus élevée dans les cultures fruitières et ornementales, et plus faible dans les grandes cultures. Aussi, il est important de préciser que l'évaluation agronomique au Chili n'est pas une exigence légale pour la commercialisation. Ces deux aspects sont importants pour l'adaptation des variétés car il est bien connu qu'il existe une interaction génotype x environnement, en particulier dans un scénario de changement climatique. L'INIA-Chile est un acteur important de l'obtention végétale (43% des variétés nationales en 2022) avec un accent sur les grandes cultures (62%) et les fourrages (100%).

La figure 7 montre le nombre de variétés de l'INIA inscrites aujourd'hui par espèce ou groupe d'espèces. Les variétés générées par l'INIA occupent une bonne partie de la surface cultivée; à titre d'exemple, le pourcentage approximatif de la surface nationale qui utilise les variétés de l'INIA est de : riz (100%), triticale (90%), avoine (95%), blé dur (95%), blé panifiable (60%), lupin (40%), lupin amer (30%), haricot commun (80%) et pomme de terre (40%).

L'INIA maintient actuellement 13 PBP dans différentes espèces ou groupes d'espèces (raisin de table, cerisier, pommier, blé, triticale, riz, avoine, quinoa, haricot, lupin doux et amer, pomme de terre et fourrages). Ces PBP sont fortement liés au secteur privé (agro-industrie, consortiums, sociétés semencières), aux centres internationaux et aux organisations paysannes, jouant un rôle fondamental dans la chaîne de production pour les marchés nationaux et d'exportation. Au cours de son histoire, l'INIA a généré plus de 260 cultivars d'espèces végétales différentes, contribuant considérablement au développement agricole.

Les PBP de l'INIA-Chile ont commencé à visualiser le changement climatique/le stress abiotique avec plus d'intérêt il y a environ 10 à 15 ans. Certains programmes commencent à envisager la sélection pour le stress abiotique à un stade précoce et la plupart d'entre eux l'envisagent à la fin, lorsque la décision est prise de mettre les variétés sur le marché. Un exemple intéressant dans les cultures fruitières est le programme d'obtention des cerises douces où une partie des croisements et de la sélection est effectuée pour réduire les besoins en froid hivernal; ceci dans le but de produire des cerises dans de nouvelles régions aux hivers plus doux et aussi à cause du changement climatique.

Dans les céréales, un exemple est le programme d'obtention du riz (type japonica); la zone de production de riz au Chili est la plus méridionale du monde et les basses températures à l'établissement et à la floraison sont fréquentes. En outre, la culture du riz au Chili est traditionnellement produite dans des conditions inondées, ce qui signifie une empreinte hydrique élevée. L'obtention du riz de l'INIA considère l'adaptation à des températures plus basses et à une irrigation réduite.

Chez les pommes de terre, le rendement en tubercules est fortement lié à l'eau disponible; lorsque les conditions pluviales et irriguées sont comparées, en fonction des précipitations pendant le développement des cultures, une réduction moyenne entre 10% et 35% se produit dans le sud du Chili (figure 8; Martínez *et al.* 2021). De nouvelles variétés ont été homologuées (Porvenir et Yaïke) avec un potentiel de rendement élevé à la fois dans des conditions irriguées et pluviales (figure 9; Martjenez *et al.* 2021).

Dans le domaine des fourrages, l'INIA a développé il y a deux ou trois décennies des variétés de luzerne et de plantes médicinales annuelles, mais ces variétés n'étaient pas importantes sur le marché. Traditionnellement, les seules espèces avec les variétés de l'INIA sur le marché national et à l'exportation ont été le trèfle rouge et plus récemment le brome (*Bromus valdivianus*) pour le marché chilien. Outre ces deux espèces, un nouveau programme d'obtention d'ivraie vivace en est à ses débuts et des études génétiques sur la luzerne sont également menées.

Pour le trèfle rouge, l'INIA a développé trois variétés, Quiñequeli-INIA, Redqueli-INIA et Superqueli-INIA, homologuées respectivement en 1962, 1997 et 2011. La figure 10 montre l'amélioration du rendement fourrager selon la variété dans deux milieux d'un même site sur quatre saisons (irrigué) et trois ans (pluvial). Cette amélioration est principalement due à la meilleure survie des plantes de la variété la plus récente et à l'adaptation générale à l'environnement. D'autres études concernant la réponse à la disponibilité de l'eau ont été menées au cours des dernières années, démontrant des différences significatives entre les lignes expérimentales dans l'efficacité de l'utilisation de l'eau (figure 11).

Le brome est un genre indigène du cône sud de l'Amérique du Sud. *Bromus valdivianus* (Syn. *Bromus stamineus*) est une espèce intéressante dans le sud du Chili en raison de sa persistance en tant que pâturage, de sa grande capacité à produire du fourrage dans différents environnements et de ses bonnes performances animales au pâturage. En ce qui concerne le changement climatique, l'espèce montre une meilleure croissance pendant la saison sèche et peut tolérer des températures plus élevées en été par rapport à l'ivraie vivace. L'INIA a commencé à travailler avec *Bromus* en 1994 et après 14 ans a homologué les premières variétés nationales de l'espèce (Bronco-INIA et Bromino-INIA). La figure 12 montre un résumé de la production fourragère pendant trois saisons en conditions pluviales et irriguées, en comparant le brome Bronco-INIA et l'ivraie vivace Nui. Malgré l'irrigation, l'ivraie vivace n'a pas pu pousser correctement pendant l'été et cela est dû à la survenue de journées avec des températures maximales supérieures à 27 °C (figure 5), condition qui déclenche la "dormance" de l'ivraie et, à un degré moindre, du brome. Le brome a produit en moyenne sur trois saisons de croissance, 235% de plus que l'ivraie vivace en été en conditions pluviales et 207% avec irrigation (figure 12). De plus, à partir de la deuxième saison, le rendement total par saison était plus élevé en brome par rapport à l'ivraie vivace, démontrant l'importance de l'obtention nationale, valorisant en particulier le travail avec les espèces indigènes et leur domestication.

REMARQUES FINALES

L'obtention végétale est essentielle pour l'adaptation au changement climatique. Pour cela, il est fondamental de renforcer les programmes nationaux d'obtention pour l'adaptation locale. Même avec l'avènement de nouvelles techniques, le "temps d'obtention" nécessite une vision et un budget à moyen et long terme.

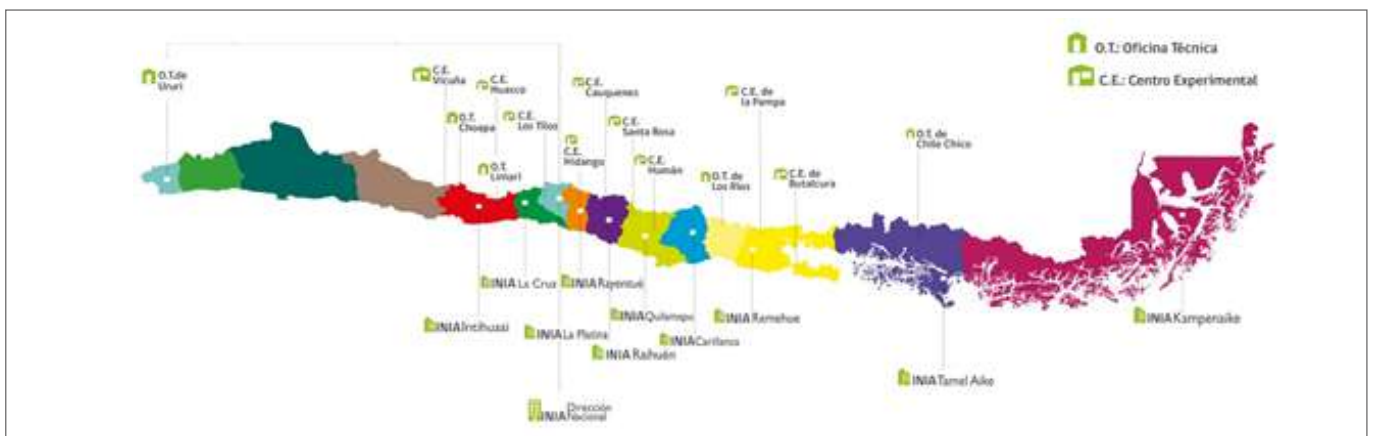


Figure 1. Couverture nationale des dépendances de recherche de l'Institut de recherche agricole du Chili, l'INIA-Chile.

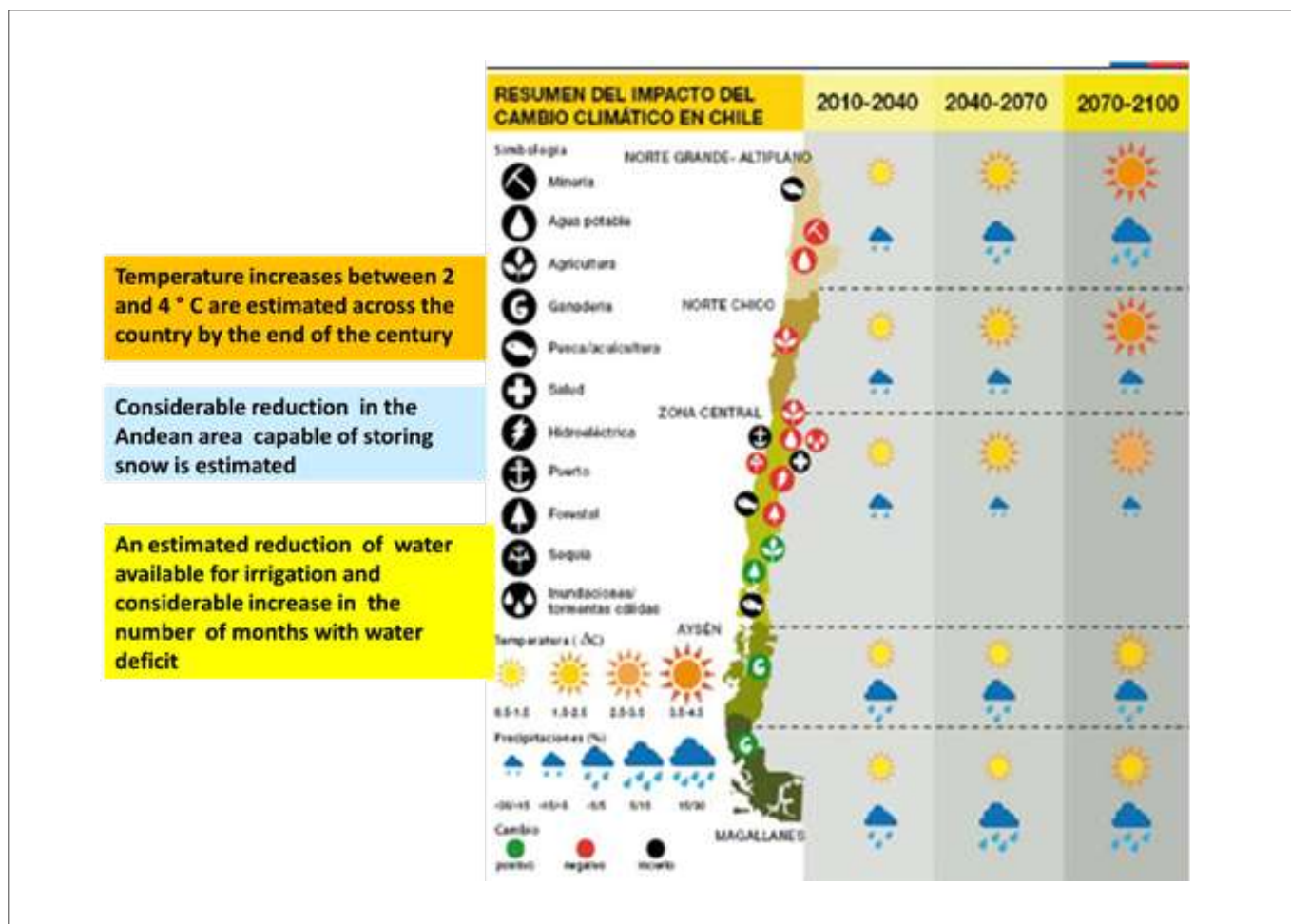


Figure 2. Changement climatique prévu au Chili pour ce siècle.

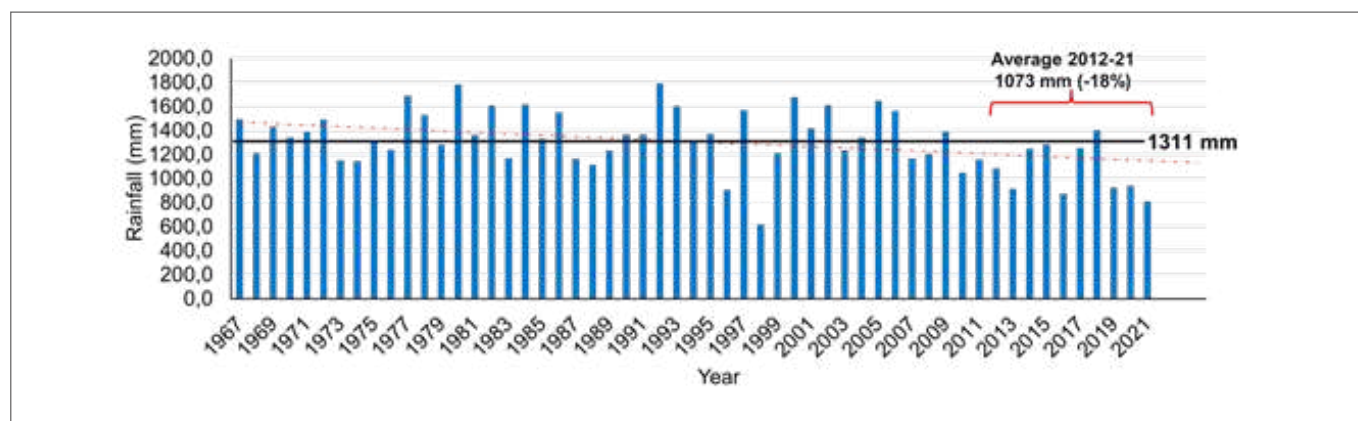


Figure 3. Précipitations annuelles au centre de recherche de Carillanca (38°41'S, 72°25'O) à partir de 1967.

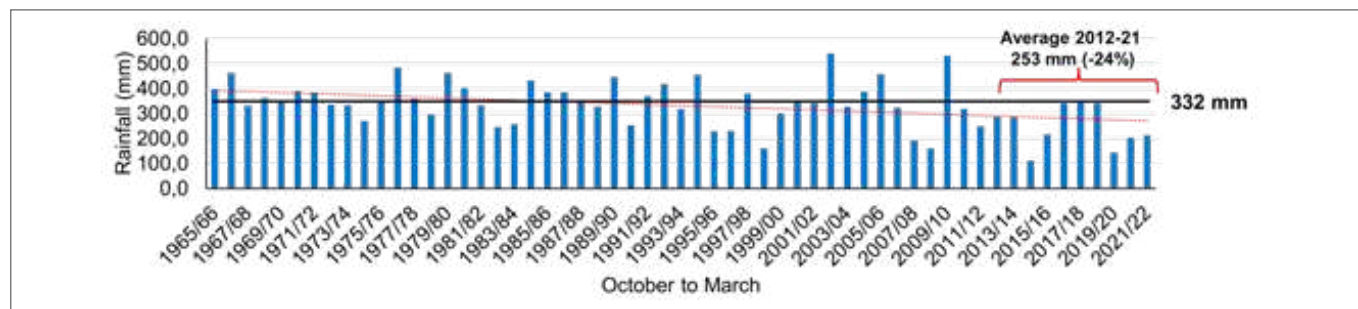


Figure 4. Précipitations pendant la principale saison de croissance (octobre à mars) à partir de 1965 au centre de recherche de Carillanca (38°41'S, 72°25'O).

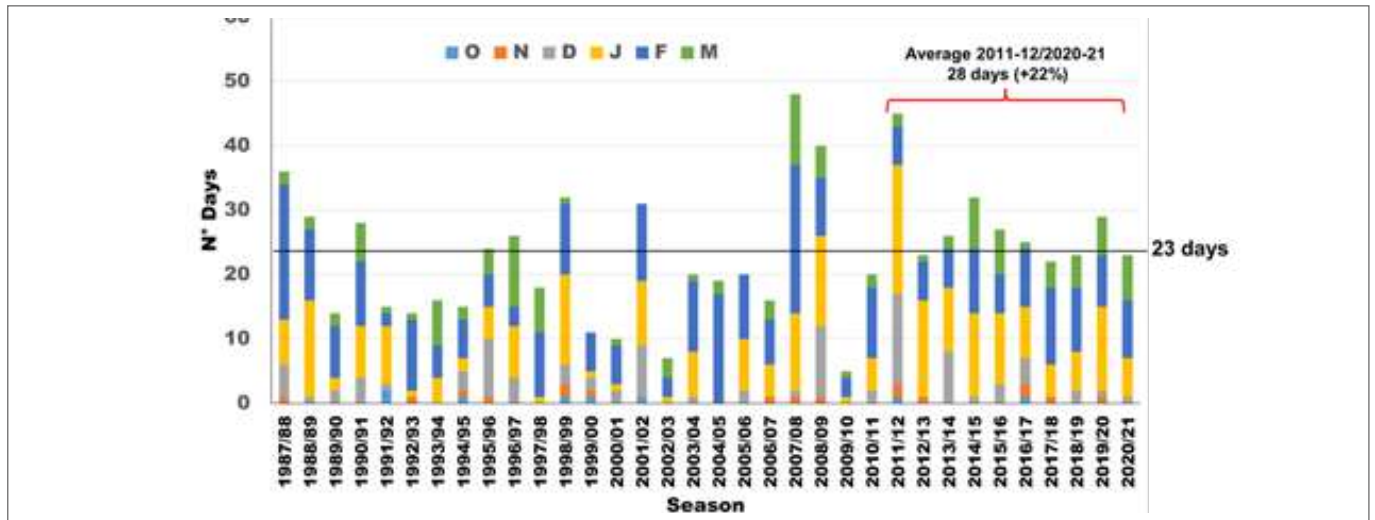


Figure 5. Nombre de jours avec des températures maximales supérieures à 27 °C pendant la principale saison de croissance (octobre à mars) depuis 1965 au centre de recherche de Carillanca (38°41'S, 72°25'O).

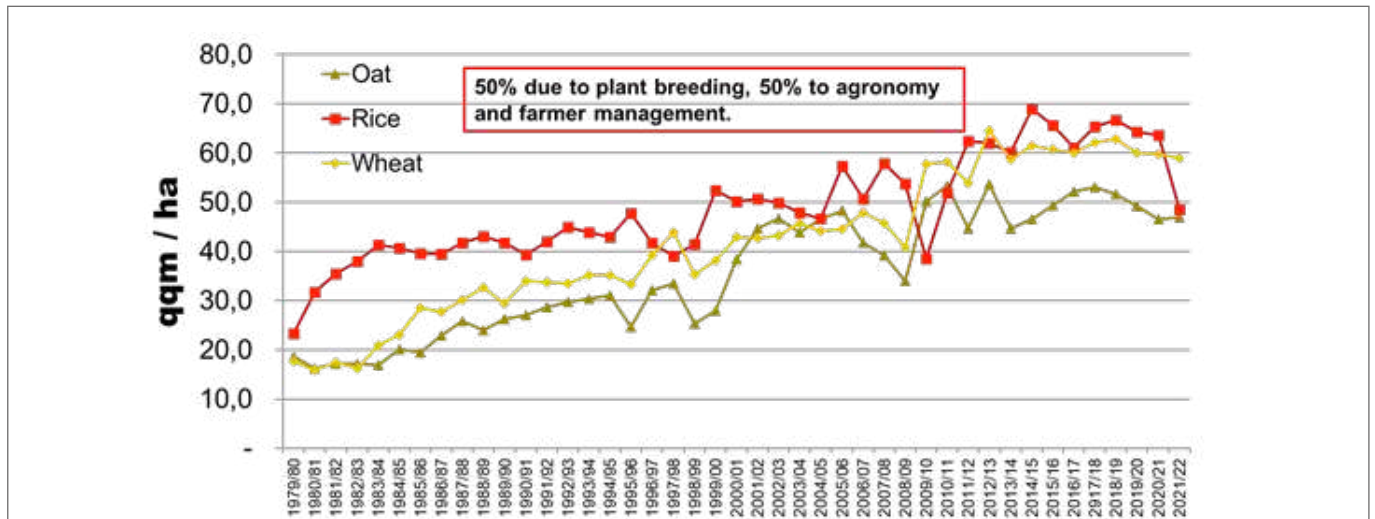


Figure 6. Rendement national moyen des principales céréales au Chili (Source : adapté par l'auteur à partir de l'ODEPA 2022).

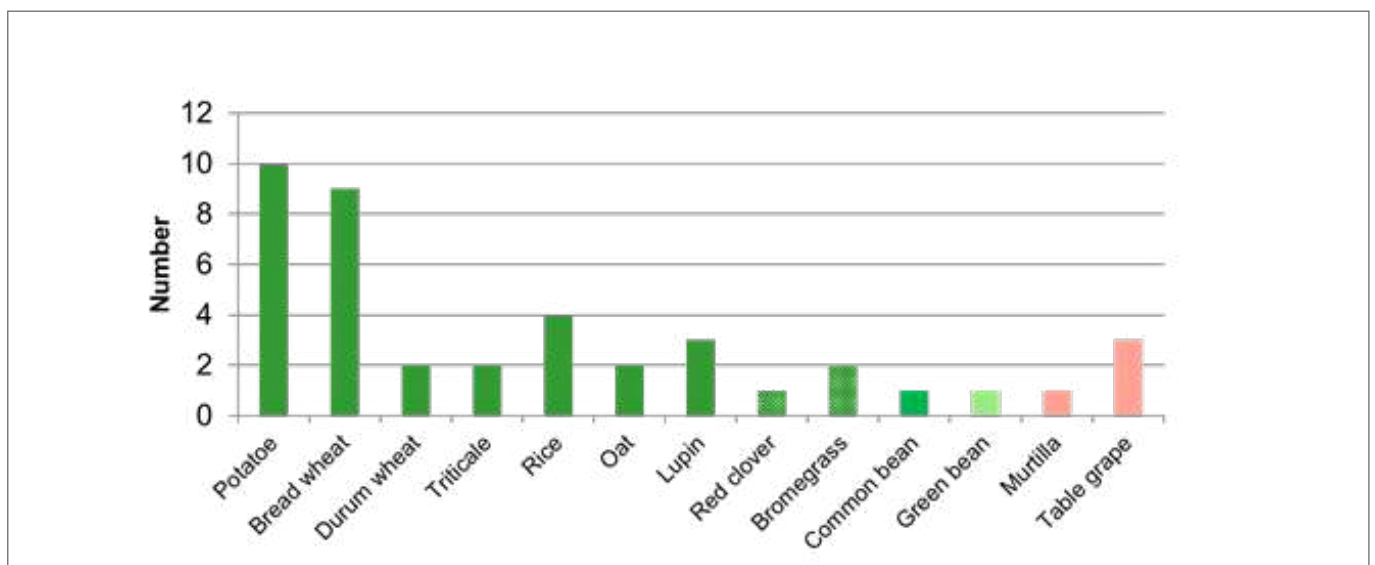


Figure 7. Nombre de variétés d'INIA-Chile par espèce, juillet 2022 (Source : adapté par l'auteur à partir de Servicio Agrícola y Ganadero 2022).

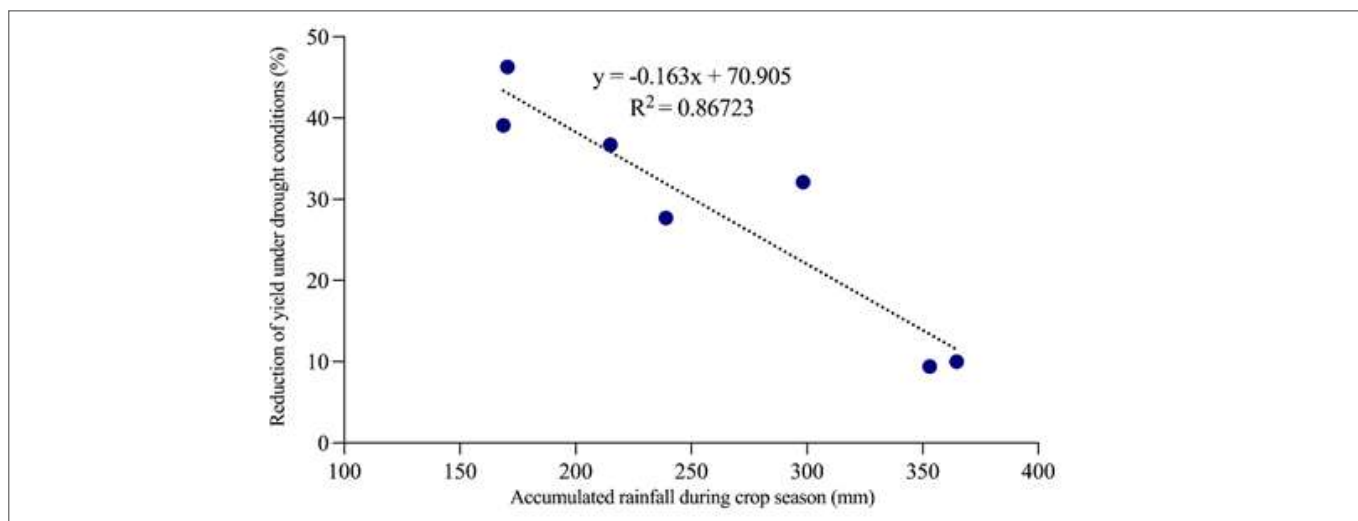


Figure 8. Pourcentage de réduction du rendement en conditions pluviales par rapport aux parcelles irriguées concernant les précipitations accumulées pendant la saison de croissance entre les saisons 2012-2013 et 2019-2020 (Source : Martínez et al. 2021).

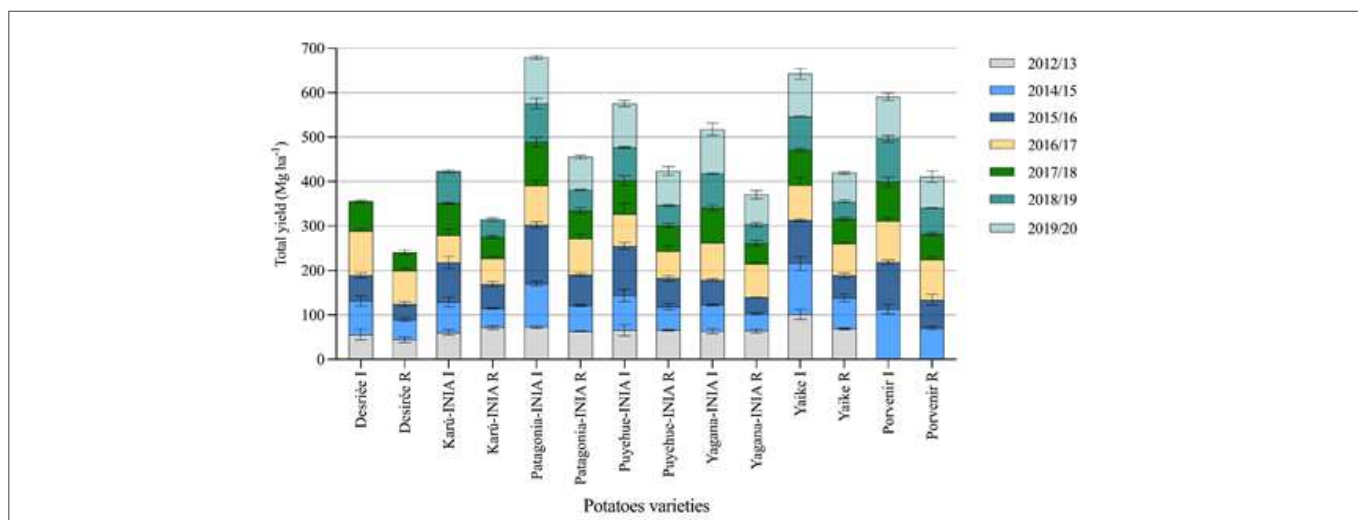


Figure 9. Rendement temporel en tubercules de sept variétés de pomme de terre dans des conditions irriguées et pluviales des saisons 2012-2013 à 2018-2019 (Desiree et Porvenir avec cinq et six saisons, respectivement). Les barres d'erreur indiquent l'écart type. I = irrigation; R = pluvial (Source : Martínez et al. 2021).

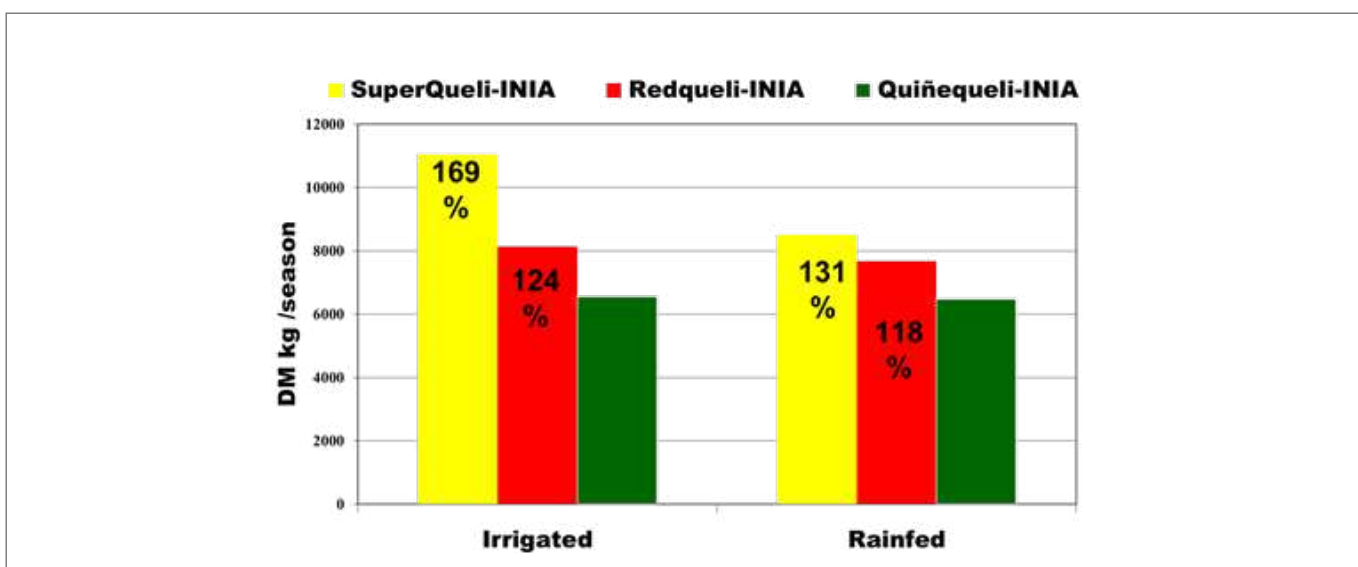


Figure 10. Rendement fourrager moyen des variétés de trèfle rouge de l'INIA au centre de recherche de Carillanca (38°41'S, 72°25'O) (Source : Ortega et al. 2014).

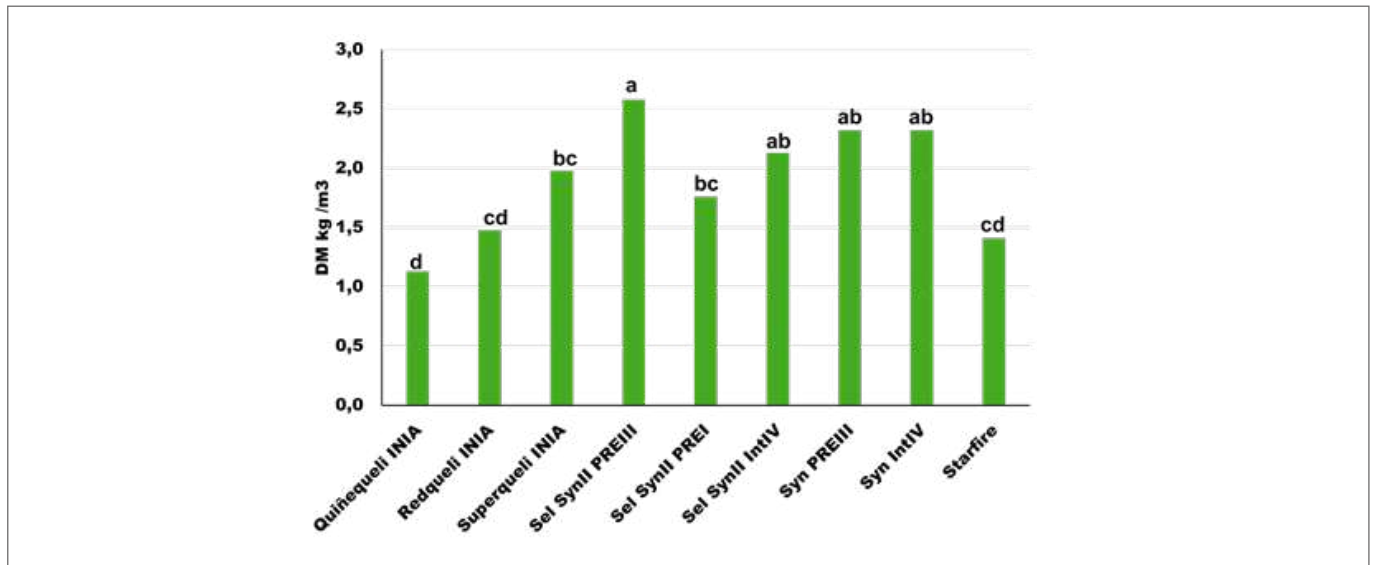


Figure 11. Efficacité moyenne d'utilisation de l'eau des lignées expérimentales et des variétés de trèfle rouge sur deux saisons au centre de recherche de Carillanca (38°41'S, 72°25'O) (Source : Lopez-Olivari et Ortega-Klose 2020).

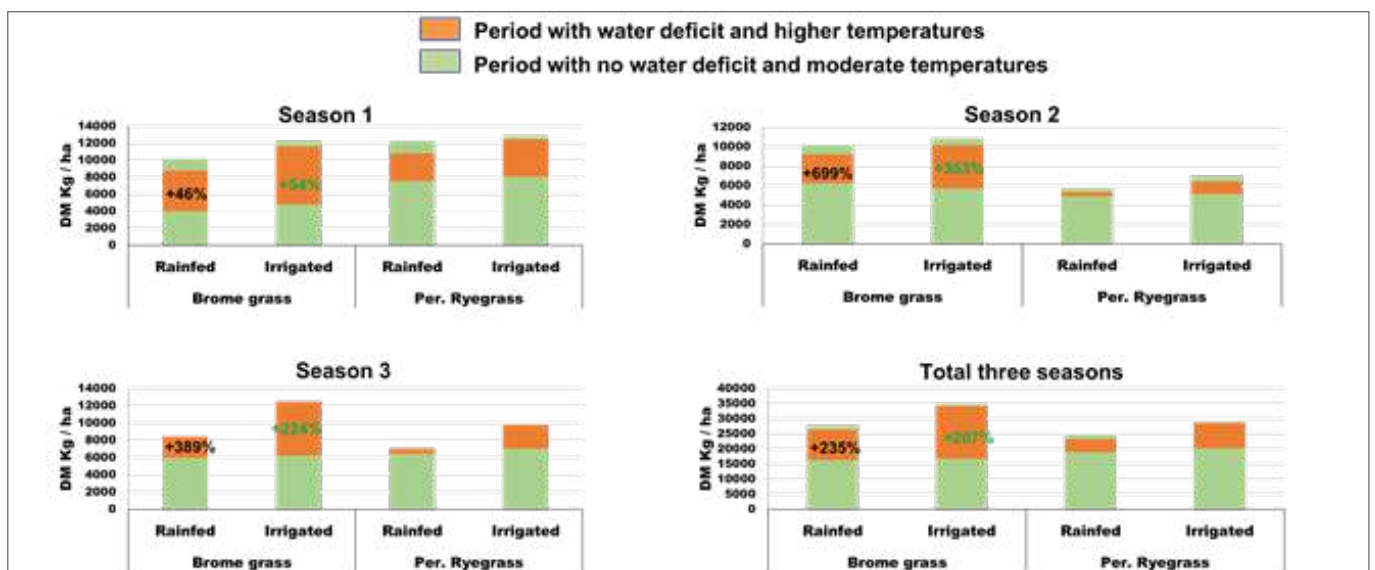


Figure 12. Performance du brome indigène sélectionné (*Bromus valdivienus*) par rapport à l'ivraie vivace sur trois saisons (Source : adapté par l'auteur à partir de López-Olivari et Ortega-Klose, 2021).

Tableau 1. Nombre de variétés inscrites au registre chilien de la propriété par groupe d'espèces, juillet 2022.

PLANT GROUP	TOTAL	INTRODUCED	CHILEAN	INIA
FRUIT CROPS	707	672	35	4
FIELD CROPS	125	72	53	33
ORNAMENTAL	45	44	1	0
VEGETABLES	19	18	1	1
FORAGES	11	8	3	3
FORESTRY	10	8	2	0
ORNAMENTAL	45	44	1	0
TOTAL	917	822	95	41

Source : adapté par l'auteur à partir de Servicio Agrícola y Ganadero 2022.

RÉFÉRENCES

López-Olivari, R. and Ortega-Klose, F. (2020) Response of red cover to deficit irrigation: dry matter yield, populations, and irrigation water use efficiency in southern Chile. *Irrigation Science* 39: 173–189. DOI: 10.1007/s00271-020-00693-0

López-Olivari, R.; Ortega-Klose, F. (2021). Perennial forage grasses response to deficit irrigation as an alternative for water-limited conditions of southern Chile. XXIV International Grassland Congress/XI International Rangeland Congress. 4p.


Martínez, I., Muñoz, M., Acuña, I. and Uribe, M. (2021). Evaluating the drought tolerance of seven potato varieties on volcanic ash soils in a medium-term trial. *Frontiers in Plant Science*, DOI: 10.3389/fpls.2021.693060

Oficina de estudios y políticas agrarias (ODEPA), Chile.(2022). Estadísticas productivas. <https://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/estadisticas-productivas>

Ortega, F., Parra, L. and Quiroz, A. (2014) Breeding red clover for improved persistence in Chile: a review. *Crop & Pasture Science*. DOI: 10.1071/CP13323

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Chile. (2022). Estadísticas. <https://www.sag.gob.cl/ambitos-de-accion/estadisticas-1>



Présentation faite au séminaire



ADVANCES IN THE DEVELOPMENT OF NEW VARIETIES BETTER ADAPTED TO CLIMATE CHANGE IN CROPS AND FORAGES: A SOUTH AMERICAN PERSPECTIVE


UPOV SEMINAR, OCT.'2022

Dr. Fernando Ortega Klose
fortega@inia.cl



INIA IS THE MAIN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE IN CHILE, WHICH BELONGS TO THE MINISTRY OF AGRICULTURE

- ▶ INIA was established in 1964.
- ▶ National coverage throughout its 10 regional research centers , experimental centers, technical offices, labs and gene banks.



O.T.: Oficina Técnica
C.E.: Centro Experimental

Map locations include: O.T. de Osorno, C.E. Vicuña, C.E. Husco, C.E. Cauquenes, C.E. de la Pampa, O.T. de Chile Chico, O.T. Chaapa, C.E. Los Tilos, C.E. Santa Rosa, C.E. Human, O.T. de Los Rios, C.E. de Butalcura, O.T. Limari, C.E. Huidango, INIA La Cruz, INIA Rayentué, INIA Intihuasi, INIA La Piedad, INIA Quilamapu, INIA Remehue, INIA Carilanca, INIA Ralhuén, Dirección INIA Nacional, and INIA Kampenaike.



GEOGRAPHY AND CLIMATES

- **5.1 million ha.** of arable land in a territory of 75 million ha.
- Population: **17,248,450** (13% rural)

Southern Hemisphere: off-season Agricultural production

Outstanding sanitary conditions: **Fitosanitary Island**



North: Desert

West: Pacific Ocean

East: Andean Mountain Range

South: Southern Ice

Diversity of climates: **diversity of production**



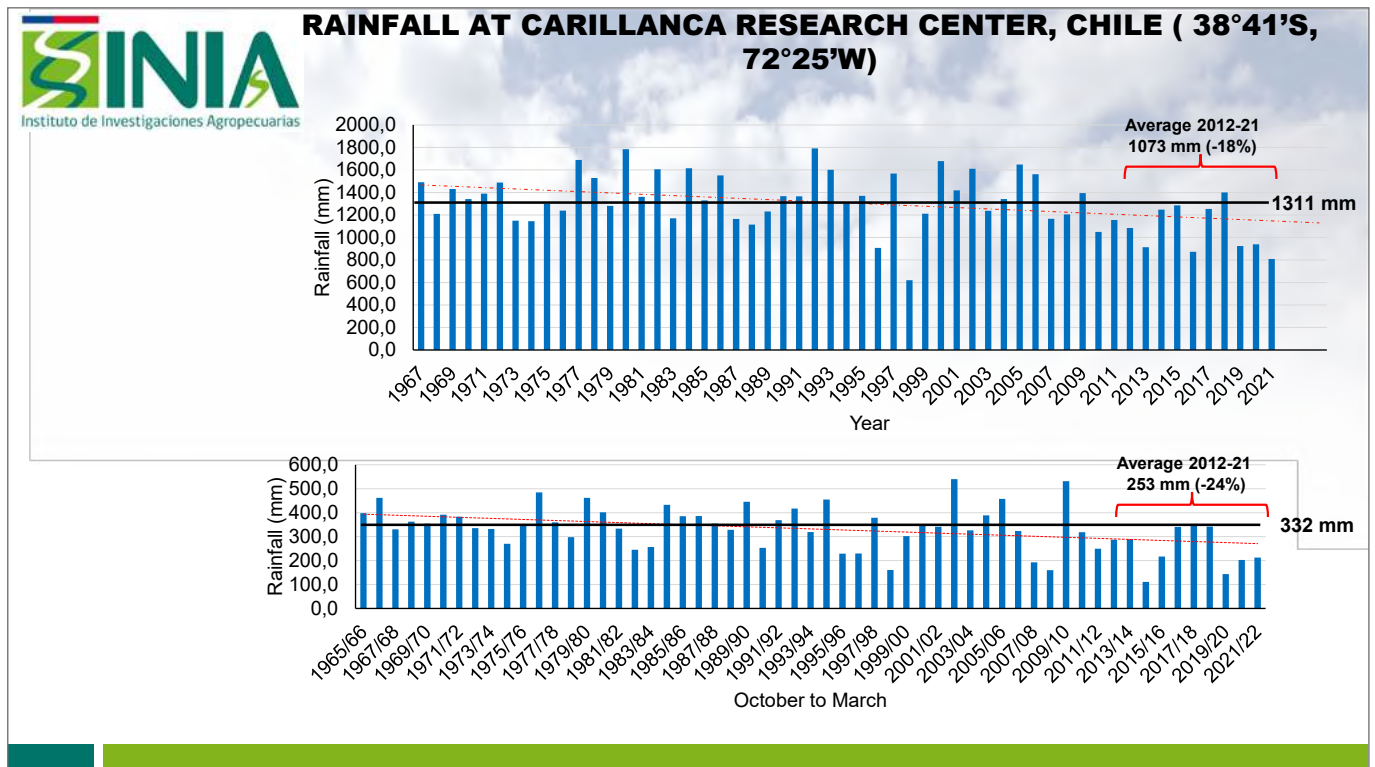
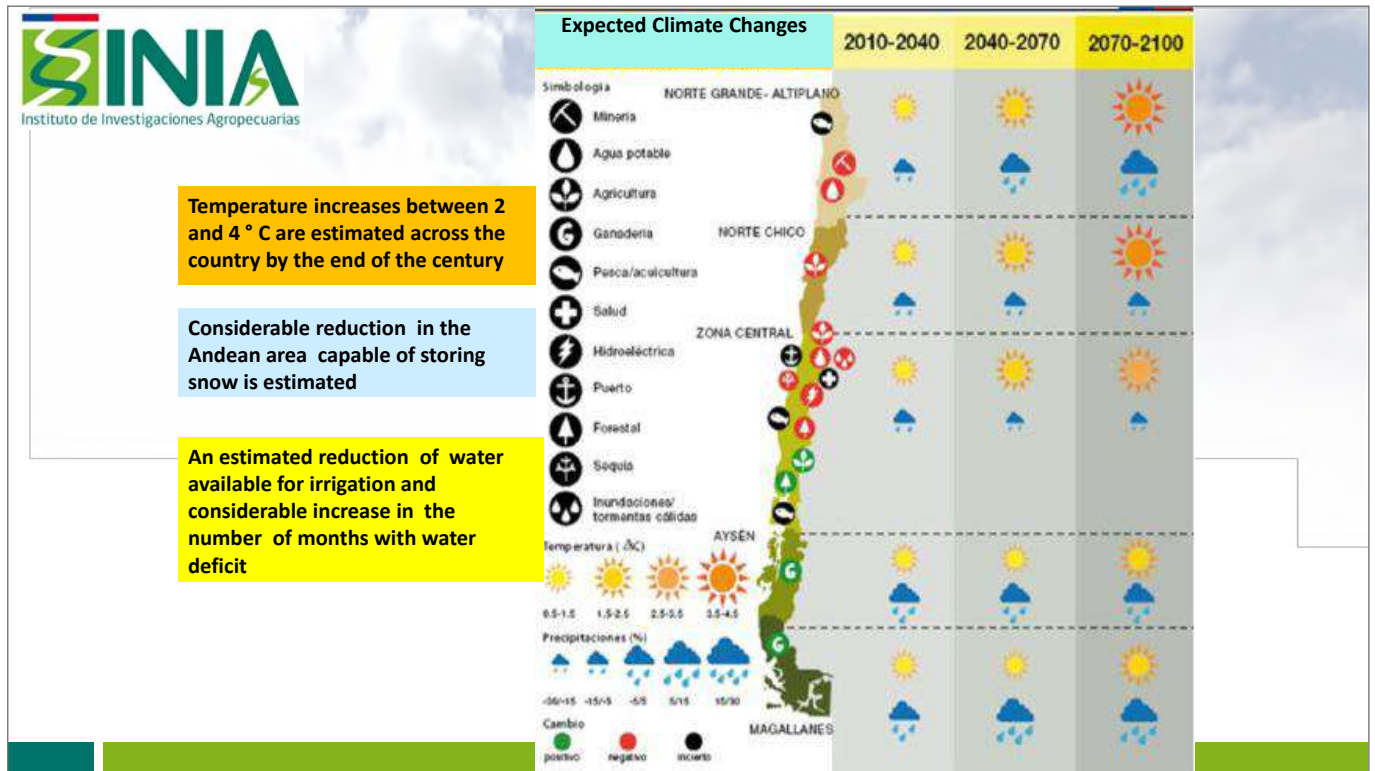
NUMBER OF VARIETIES IN THE CHILEAN RVP BY ORIGIN (July 2022)

MOST VARIETIES ARE INTRODUCED

AGRONOMIC EVALUATION OF VARIETIES IS NOT COMPULSARY IN CHILE

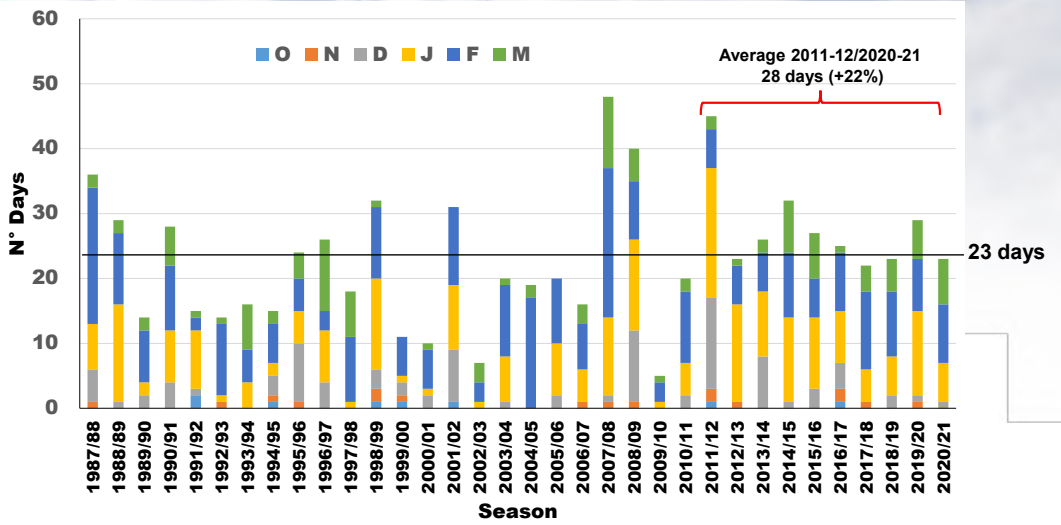
PLANT GROUP	TOTAL	INTRODUCED	CHILEAN	INIA
FRUIT CROPS	707	672	35	4
FIELD CROPS	125	72	53	33
ORNAMENTAL	45	44	1	0
VEGETABLES	19	18	1	1
FORAGES	11	8	3	3
FORESTRY	10	8	2	0
ORNAMENTAL	45	44	1	0
TOTAL	917	822	95	41

Source: Adapted from Servicio Agrícola y Ganadero (Chile) information.

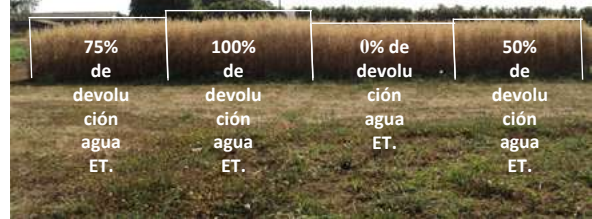
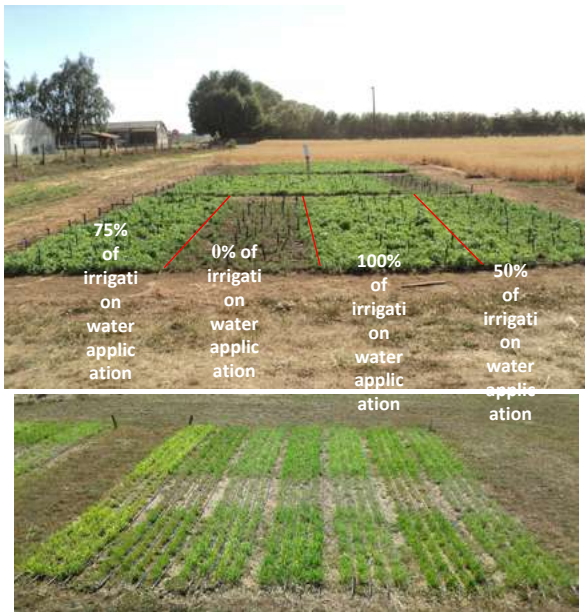


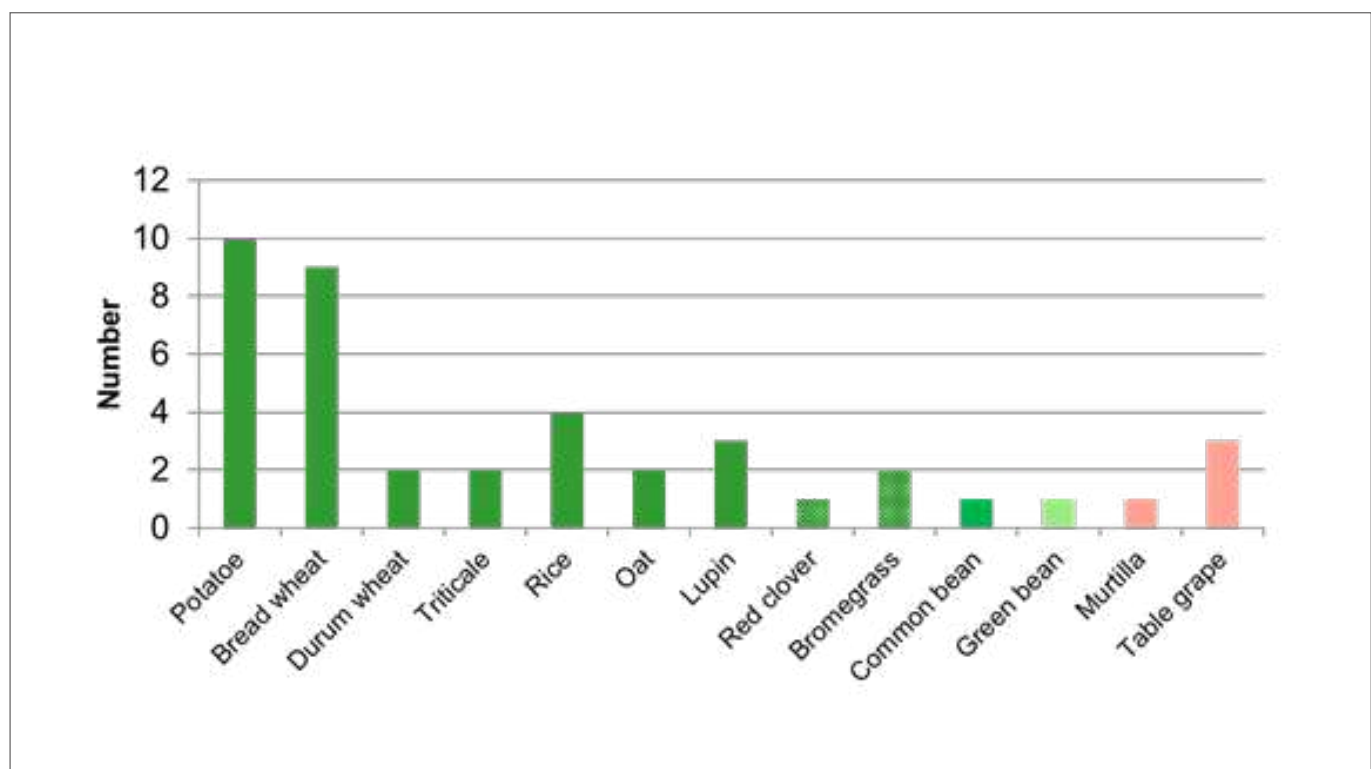
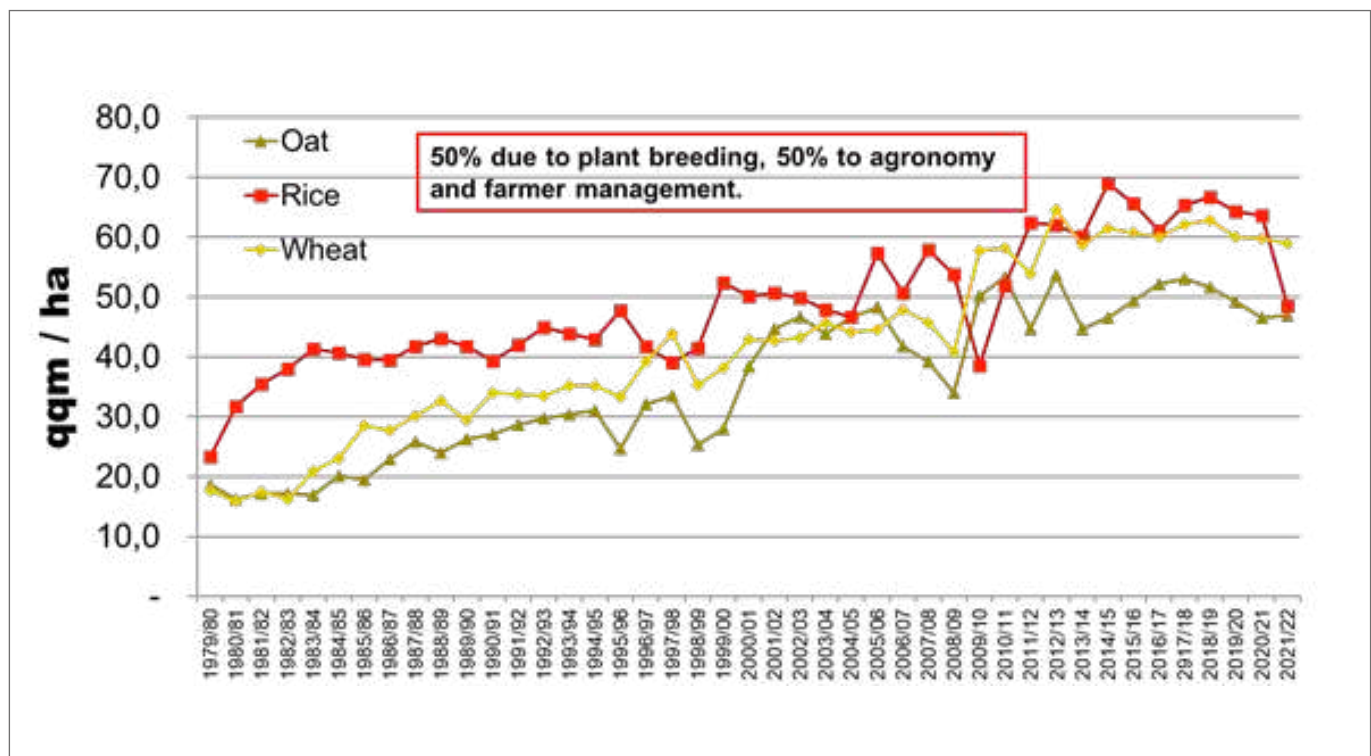


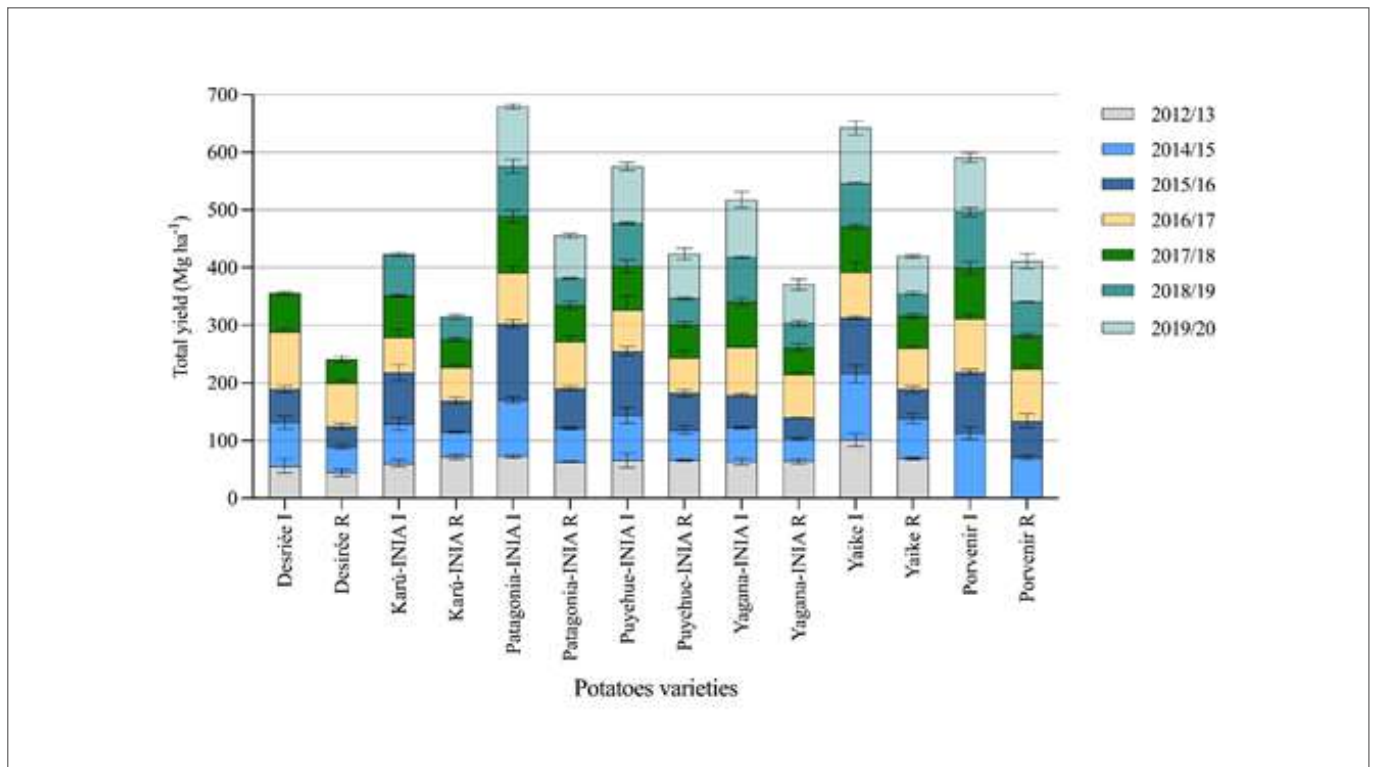
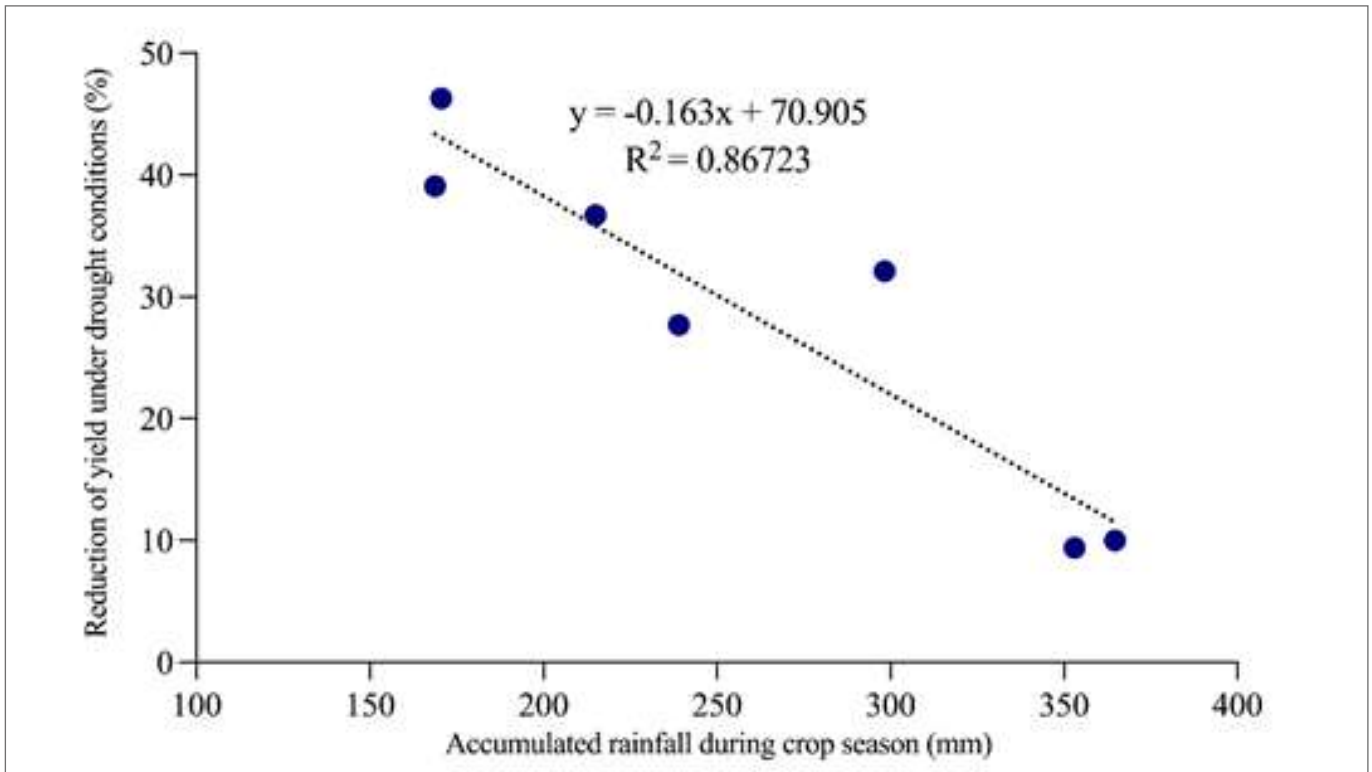
NUMBER OF DAYS WITH MAXIMUM TEMPERATURES ABOVE 27°C. CARILLANCA RESEARCH CENTER, CHILE (38°41'S, 72°25'W)




SCREENING OF ADVANCED LINES FOR WATER STRESS (WHEAT, OAT, RICE, FORAGES, POTATOES, MURTILLA, QUINOA, LUPIN..)






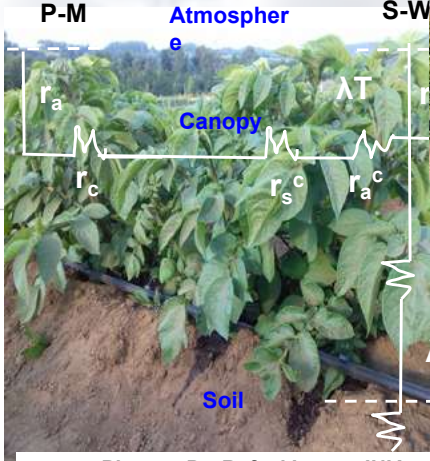








ROOT PHENOTYPING AND PHYSIOLOGICAL EVALUATION



Photos: Dr. Luis Inostroza, INIA.



Photos: Dr. Rafael Lopez, INIA.

AVERAGE FORAGE YIELD OF RED CLOVER AT CARILLANCA STATION

Condition	SuperQueli-INIA	Redqueli-INIA	Quiñequeli-INIA
Irrigated	169 %	124 %	~6500
Rainfed	131 %	118 %	~6500

Fig. 10

WATER USE EFFICIENCY IN TWO GROWING SEASONS

Population	DM kg /m ³
Quiñequeli INIA	d
Redqueli INIA	cd
Superqueli INIA	bc
Sel SynII PREIII	a
Sel SynII PREI	bc
Sel SynII IntIV	ab
Syn PREIII	ab
Syn IntIV	ab
Starfire	cd

Fig. 11

Adapted from: Fernando Ortega, Leonardo Parra, and Andrés Quiroz. 2014. Breeding red clover for improved persistence in Chile: a review. *Crop & Pasture Science*. DOI: 10.1071/CP13323

Adapted from R.López-Olivari and F.Ortega-Klose. 2020. Response of red cover to deficit irrigation: dry matter yield, populations, and irrigation water use efficiency in southern Chile. *Irrigation Science*, DOI: 10.1007/s00271-020-00693-0



THE LONG WAY TO BREED THE FIRST TWO CHILEAN BROMUS VALDIVIANUS VARIETIES



Collection (1994-96)



Charac., evaluation and selection (1998-2001)



Breeder seed increase (2001-2002)



Evaluation, cutting-grazing (2001-2007)



Commercial seed production

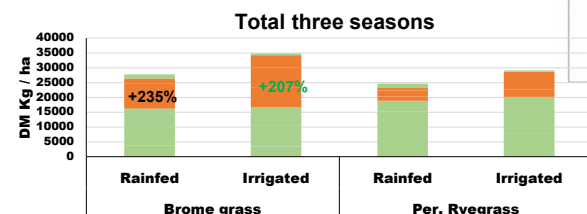
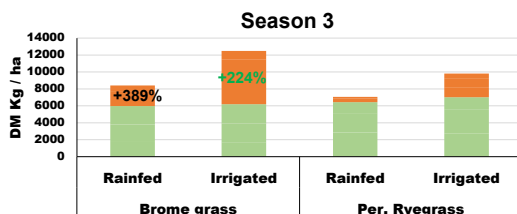
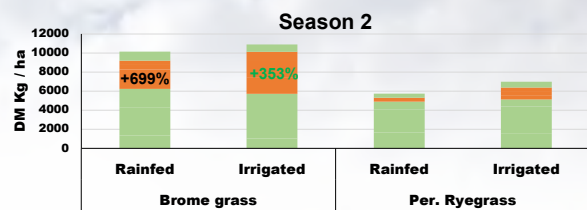
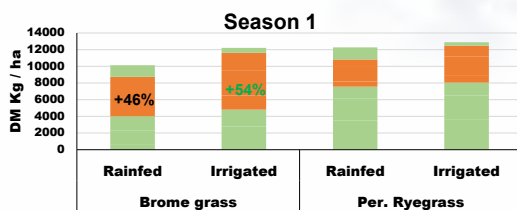


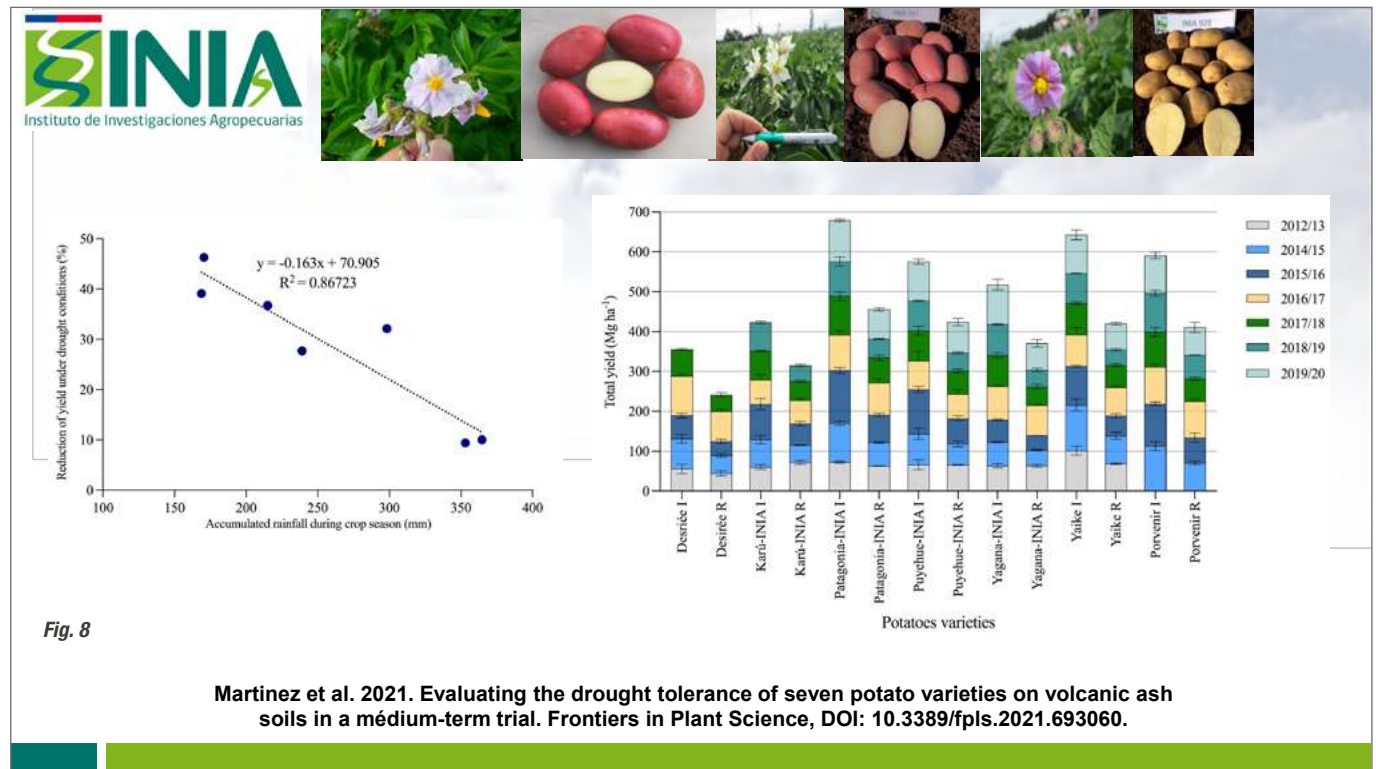
Farmer's utilization



PERFORMANCE OF A SELECTED NATIVE BROME GRASS CULTIVAR, COMPARED TO PERENNIAL RYEGRASS DURING THREE GROWING SEASONS

■ Period with water deficit and higher temperatures
■ Period with no water deficit and moderate temperatures





FINAL REMARKS

- **Plant breeding is essential for adaptation to climate change.**
- **For this purpose, it is fundamental to strengthen national breeding for local adaptation.**
- **Even with the incorporation of new techniques, “breeding time” requires a medium to long term vision and budget.**

PROGRAMMES DE SÉLECTION POUR ATTÉNUER LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET LES PRESSIONS ENVIRONNEMENTALES SUR LES CULTURES

M. Dave Bubeck

Directeur de recherche, Corteva agriscience États-Unis d'Amérique

Merci à tous les organisateurs pour ce séminaire UPOV aussi ambitieux sur les domaines critiques de l'obtention végétale, la protection de la propriété intellectuelle du germoplasme et l'exploitation des technologies d'amélioration des cultures en vue d'atténuer l'évolution des environnements.

Diapositive 2

Je commencerai par définir le contexte des racines de la partie des produits semenciers de la société Corteva agriscience, de l'héritage Pioneer Hi-Bred International, en considérant l'un des plus longs efforts d'obtention de maïs au monde avec plus d'un siècle de sélection de maïs remontant à Henry A. Wallace. J'ai partagé la toute première correspondance écrite entre Henry A. Wallace, fondateur de Pioneer Hi-Bred et finalement vice-président des États-Unis d'Amérique, et le premier sélectionneur de maïs qu'il a recruté, Raymond Baker. M. Baker demandait à M. Wallace s'il était prêt à avoir des semences consanguines pour faire des croisements hybrides, et M. Wallace avait répondu positivement qu'il le ferait et a fourni les premières instructions de ce qu'il aurait besoin de faire pour mettre en place un champ isolé afin de créer des semences hybrides avec 30 à 40 femelles différentes qui seraient croisées isolément avec un parent mâle commun. Ce fut la première correspondance écrite qui a semé les graines d'une longue relation entre Henry A. Wallace, Raymond Baker et Pioneer Hi-Bred.

Aujourd'hui, j'aborderai les domaines suivants :

- 1) un bref aperçu de l'impact de la sélection du maïs dans les secteurs public et privé aux États-Unis d'Amérique;
- 2) les méthodes et pratiques pour mener des programmes efficaces d'obtention végétale face à des environnements changeants;
- 3) un exemple et les potentiels des technologies d'édition du génome.

Diapositive 3

Une façon d'illustrer les améliorations des pratiques d'obtention végétale et de gestion des cultures consiste à visualiser la superficie de terres cultivées supplémentaires qui serait nécessaire pour produire la récolte de maïs aux États-Unis d'Amérique au volume total de grains dérivé de l'année de production 2021, sous les niveaux de rendement réels dans une année donnée. Les barres verticales noires sur le graphique représentent le nombre réel d'acres récoltés au cours d'une année donnée, et les barres grises représentent les acres supplémentaires qui auraient été nécessaires pour produire la quantité totale de maïs-grain produit en 2021. Pour souligner une seule année sur ce graphique, en 1931, les niveaux moyens de rendement en grains de maïs avoisinaient 27,8 bu/A. À ce niveau de productivité, plus de 600 millions d'acres (plus de 25% de l'ensemble de la masse terrestre des États-Unis d'Amérique) auraient été nécessaires pour produire la récolte de maïs de 2021 aux niveaux de rendement moyens de 1931. Ces énormes augmentations de rendement au fil du temps démontrent les améliorations de la génétique, la stabilité des rendements dans tous les environnements et l'amélioration générale des pratiques de gestion agricole.

Diapositive 4

Certains aspects fondamentaux des programmes d'obtention végétale fructueux perdurent dans le temps. Un pool de matériel génétique, ou un ensemble d'entités génétiques, est nécessaire comme matériel source pour les obtenteurs. La création de croisements d'obtention entre les parents dans ce pool de germoplasme marque le début du cycle d'obtention. Plusieurs décisions sont essentielles pour mettre en place des résultats réussis d'un programme d'obtention. La capacité d'évaluer les nouveaux résultats d'obtention avec précision et exactitude, lorsque l'on effectue des tests dans un ensemble d'environnements prédictifs, et les environnements doivent être prédictifs ou estimables des environnements futurs afin que la sélection de produits commerciaux soit réussie. Le résultat de ce processus d'obtention crée un pool de matériel génétique raffiné et, espérons-le, amélioré. Dans la conduite de programmes d'obtention à long terme, le pool de germoplasme doit contenir la variance génétique qui permet la sélection dans les environnements ciblés où la culture sera cultivée. À condition qu'il existe une variation génétique suffisante, il est possible d'atténuer la pression du changement climatique au fil du temps. Chez Corteva, nous avons enregistré des données sur de nombreuses décennies connues sous le nom d'études ERA/Decade qui indiquent qu'au moins pour l'obtention du maïs au cours des 50 dernières années, nous avons eu suffisamment de variation pour sélectionner des rendements améliorés malgré des environnements changeants.

Diapositive 5

La variation génétique est essentielle pour continuer à réaliser des gains génétiques et à améliorer les performances des cultures. L'attente et les résultats de tout programme d'obtention au fil du temps, en sélectionnant les meilleures performances de quelques-uns et en éliminant la majorité des recombinants génétiques, est un déclin de la diversité génétique et finalement de la variation. Par conséquent, une stratégie d'obtention doit tenir compte de la façon de créer une variation génétique favorable supplémentaire, soit en apportant du germoplasme supplémentaire dans un programme d'obtention, soit en tirant parti de certaines technologies qui peuvent créer une variation supplémentaire.

Diapositive 6

Cette très longue liste de caractères du maïs représentant les besoins des producteurs et des utilisateurs finaux illustre les défis auxquels un obtenteur végétal est confronté dans une sélection multicaractères. Le gain génétique pour l'un de ces traits nécessite une variation favorable, des environnements de sélection où l'expression du trait peut être dosée avec précision et une réponse efficace à la sélection à long terme. Les programmes d'obtention et les obtenteurs doivent faire preuve de patience et ajuster les objectifs d'obtention à mesure que les pressions environnementales changent avec le temps. Tirer parti des technologies qui pourraient fournir des performances de caractère suffisantes pour permettre à l'obteneur végétal de supprimer ce caractère comme cible de sélection réduirait la complexité de leur défi de sélection hautement quantitatif.

Diapositive 7

Je veux donner un exemple actuel de nos efforts pour tirer parti du système CRISPR/de l'édition du génome à des fins de contrôle des maladies multigéniques. Cet effort est mené en tirant parti des gènes de maïs indigènes et peut cibler n'importe quelle génétique consanguine et hybride de base qui a souhaité des performances commerciales pour le rendement en grains et d'autres caractéristiques.

Diapositive 8

Cet effort génétique natif pour le contrôle des maladies utilise le système CRISPR, tirant parti d'une solution pour plusieurs traits de maladie, et plus précisément quatre traits énumérés dans cet exemple : brûlure des feuilles du nord du maïs, rouille, tâche grise et pourriture anthracnose de la tige. La colocalisation de plusieurs gènes de maladie par trait assure la durabilité de la résistance et permet potentiellement aux obtenteurs de mettre plus d'intensité de sélection sur le reste du génome, permettant une intensité de sélection accrue pour le reste du génome.

Diapositive 9

L'édition du génome pourrait offrir des opportunités d'aller au-delà des techniques actuelles d'obtention végétale et de dépasser les plages actuelles de variation des traits. Les réarrangements chromosomiques peuvent augmenter le potentiel de modification des phénotypes et "déverrouiller" la variation génétique existante qui ne peut pas être exploitée en raison du manque de recombinaison (<https://www.nature.com/articles/s41477-020-00817-6>). L'utilisation de la relocalisation des gènes pour permettre la colocalisation de plusieurs traits natifs peut libérer des parties importantes du génome pour un meilleur maintien de la diversité génétique et une sélection de traits favorables supplémentaires. Dans un avenir proche, des modifications multiples et simultanées sur de nombreux traits pourraient augmenter le taux de gain génétique au-delà de ce qui était historiquement possible.

Diapositive 10

De nombreuses réalisations scientifiques, technologiques et techniques ont contribué à la productivité de la performance des cultures, y compris les pépinières hors saison/continues, les marqueurs moléculaires/le séquençage de l'ADN, l'équipement automatisé de plantation et de récolte de recherche, les traits OGM, l'amélioration de l'analyse, les environnements gérés pour les parcelles de recherche, la génomique prédictions et haploïdes doublés. Quelles technologies supplémentaires seront ajoutées au cours des 50 prochaines années? Je crois que les fondamentaux de l'obtention végétale, en tant que défi biologique et technique multidisciplinaire, resteront essentiels pour nourrir une population mondiale croissante. Je prédis que le système CRISPR/l'édition du génome figurera sur la liste des réalisations, ou certainement une forme de technologie précise qui entraîne de multiples changements génomiques qui contribuent à l'amélioration des performances des cultures. Cependant, il est impératif que les pays établissent des politiques permettant l'utilisation de technologies telles que l'édition du génome.

Diapositive 11

Principaux points de synthèse :

- 1) Poursuivre l'obtention végétale en tirant parti de toutes les technologies qui contribuent à l'amélioration des performances des cultures.
- 2) La variation génétique est essentielle pour atteindre les objectifs d'obtention.
- 3) L'obtention végétale nécessite une sélection à long terme, de la patience et l'ajustement des objectifs d'obtention à mesure que les pressions environnementales changent avec le temps.
- 4) Les méthodes d'édition du génome ont le potentiel de créer des variations supplémentaires et nécessaires pour accomplir de futurs changements environnementaux.
- 5) Des progrès accrus pour minimiser ou éliminer les stress biotiques et abiotiques permettent d'augmenter l'héritabilité et l'efficacité de la sélection pour l'amélioration du rendement en grains.

Présentation faite au séminaire



Breeding programs to mitigate climate change and environment pressures on crops

Dave Bubeck, Research Director – Seed Product Development, Corteva Agriscience

UPOV - Seminar on the role of plant breeding and plant variety protection in enabling agriculture to mitigate and adapt to climate change

October 11, 12, 26; 2022

File under seed corn Requests

*S. D. Station A.
Ames, Iowa
March 7, 1926*

*H.A. Wallace
Des Moines
Iowa*

Dear Mr. Wallace

At the corn show last February, you said that if I would write to you along in mind you might be able to let me have some inbred corn to cross and enter in the Corn Yield Contest. So I am writing you in hopes that you will have some to spare.

I am a sophomore Farm, Crop, and Soil student at Ames, so naturally very much interested in corn. We do not have crossing corn to use the paper sack method, so as to cross on both parents; or just cut the tassels off of one strain. I am going to school at Ames, but would want any corn sent here to Beaconsfield, Iowa. You can either send it C.O.D. or let me know what the postage is.

Thanking you in advance, I remain,

Raymond Baker

Beaconsfield, Iowa
July 15, 1926

Mr. H.A. Wallace
Des Moines, Iowa

Dear Mr. Wallace:

Our corn is doing fine, and I am having a lot of fun pulling out the tassels. I have already pulled out about half the tassels. Some of the mother parents are so tall (over 8 ft) that I need a step-ladder to reach the tassels.

Mr. Raymond Baker,
U.S. Station A,
Ames, Iowa.

Dear Mr. Baker:


I think I can send you some inbred strains of corn all right, but before sending them I would like to know just what kind of a plot you have. Do you have a half acre which is at least 300 feet away from any other corn, where there would not be much chance for pollen from other corn coming in on it? If so, I would suggest that you use the detasseling method. I would send you one sort to use as a male parent and thirty or forty other sorts to use as female parents. I would want you to plant about twenty hills each of these different combinations and enter them in the Iowa Corn Yield Contest in the spring of 1927. We can enter these combinations in the name of Baker and Wallace if you so desire.

If you take on this project, you will of course have to arrange to plant the corn with some care so you know in which row each of the different strains is planted, and then in July you will have to arrange to pull the tassels out every day, and in late September or early October you will have to harvest the different sorts and label them. It is quite a little job.

Write me further on the matter as to just how you want to go ahead with this proposition. If you happen to be coming down to Des Moines at any time, let me know in advance and drop around to the office.

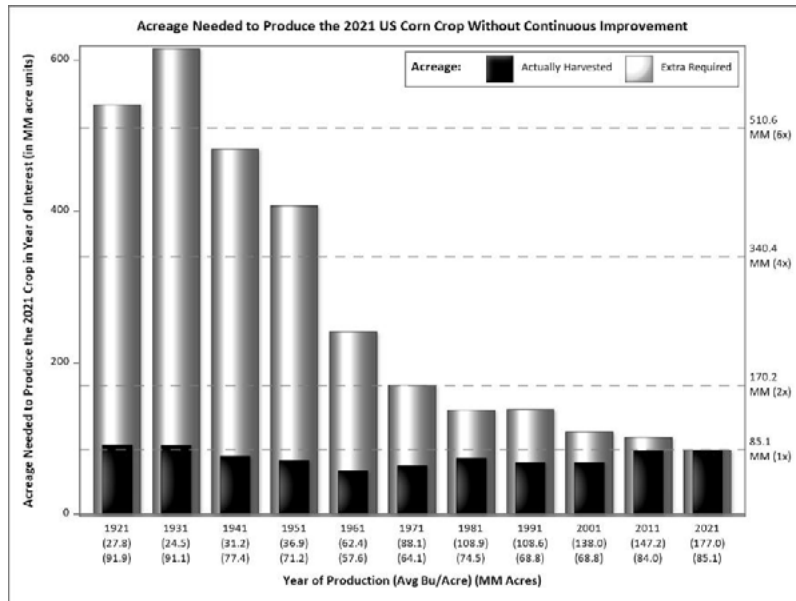
H.A. Wallace
MN

Sincerely yours,
RAYMOND BAKER

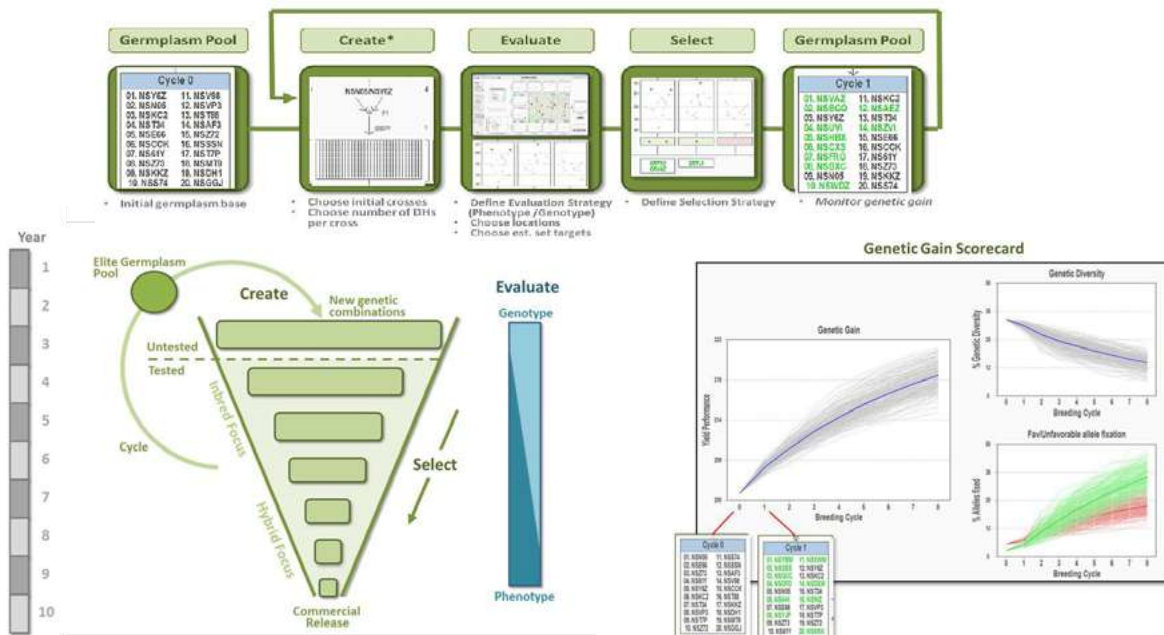




Acreage impact of corn breeding and improved management practices

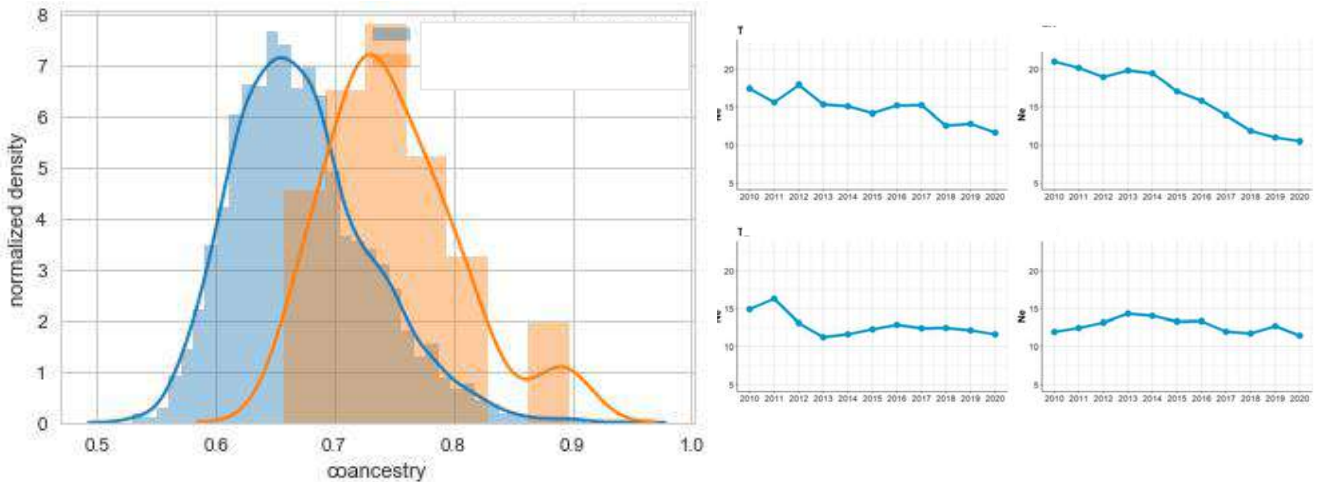


The Breeding Pipeline - Conduct pre-commercial product testing in target environments for multiple years



Genetic variation – trends over time

- Genetic variation is essential to achieve breeding goals
- Co-ancestry based – pedigree and/or genotype
- Allelic diversity – driven by population sizes in breeding programs



Maize Breeding – highly complex trait selection needs Genetic gain for any of these traits requires favorable variation and response to long-term selection, adding patience and adjusting breeding goals as the environmental pressures change over time

Agronomics

Yield

- Test weight
- Grain moisture
- Grain dry-down
- Stalk lodging
- Root lodging
- Plant height
- Ear height
- Brittle snap
- Drought tolerance
- Emergence
- Stand establishment
- Early growth
- Cold tolerance

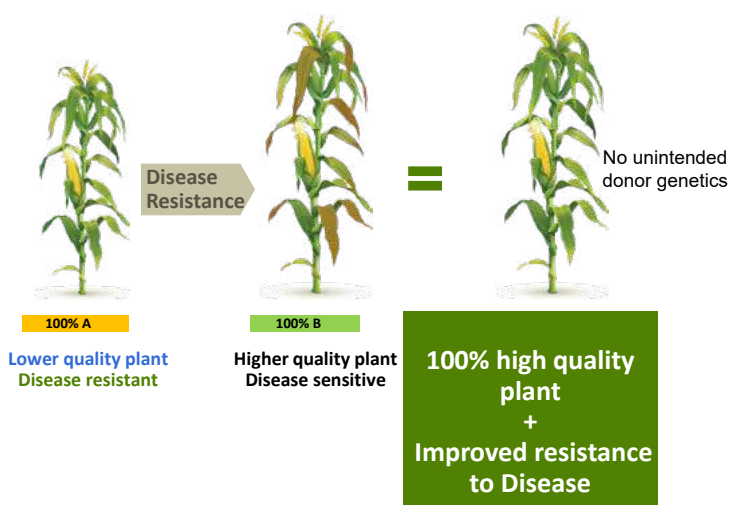
Pest Resistance

- Gray leaf spot
- Northern leaf blight
- Southern leaf blight
- Stewart's wilt
- Rusts
- Smuts
- Anthraxnose
- Diplodia
- Giberella
- Fusarium
- Diplodia
- Bacterial wilt

End-Use Traits

- Mycotoxin Production in Grain
- Starch, Protein, & Oil
- Extractable starch
- Total fermentables
- Gross energy
- Digestible energy
- Food-grade Traits
- Silage quality traits

Native Genetics and CRISPR approach to Disease Control



Accelerating Native Genetics for Disease Control

Plant Disease is a Major Challenge for Growers

In 2021, North American corn growers lost more than 318 MM bu¹ due to:



Our Patent-Pending Approach

Many Genes, Many Locations, Imprecise Gene Information

- Builds off germplasm advantages and improves genetic gain
- New breeding techniques unlock additional power of native genetics
- Multiple disease targets

Many Genes, Single Location, **Precise** Gene Information

- Multiple native genes for each disease target improves resistance and adds durability
- Simplified genetics assembled through gene editing accelerates plant breeding

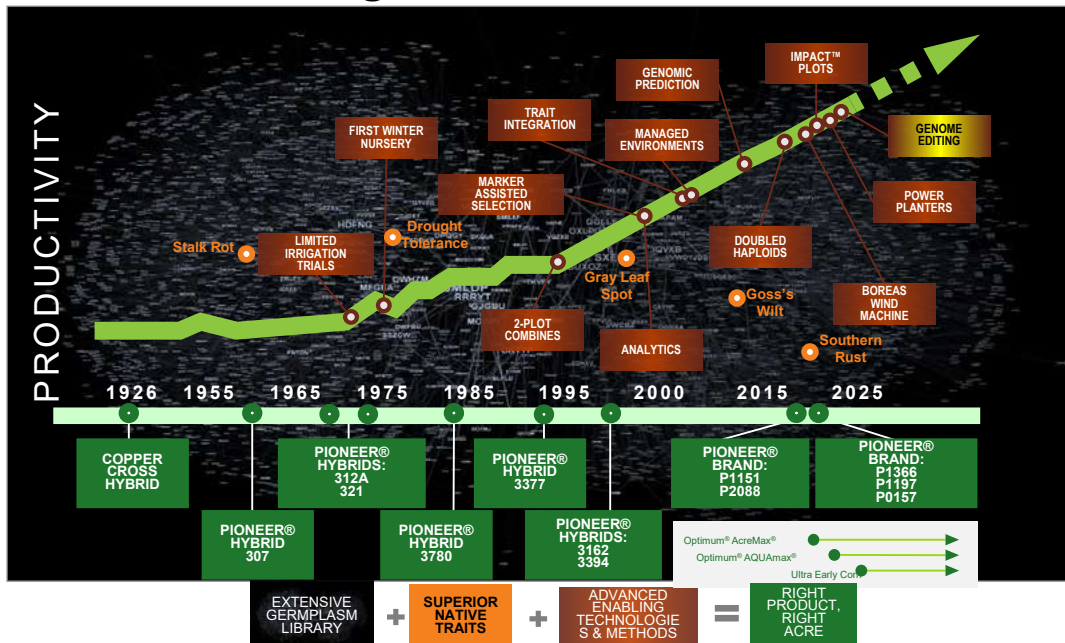
LATE DECADE



Genome editing and future potential – what if we could...go beyond plant breeding techniques and exceed current range of variation

- Chromosomal rearrangements (CR's) and potential to change phenotypes and “unlock” genetic variation (<https://www.nature.com/articles/s41477-020-00817-6>)
- Effective control of genomic recombination elements
- Enable co-location of native traits, unleashing major portions of the genome for improved maintenance of genetic diversity and additional favorable trait selection
- Multiple and simultaneous edits across numerous traits

Will Genome Editing reside on this chart in 2070?



Key Points

- Conduct plant breeding and pre-commercial product testing in the target environments for multiple years
- Genetic variation is essential to achieve breeding goals and mitigate climate change
 - Account for inevitable diversity decline over time
 - Leverage science and technology to create new favorable variation
- Plant breeding requires long-term selection, patience and adjusting breeding goals as the environmental pressures change over time
- Genome editing methods have potential for creating additional and needed variation to accomplish future environmental needs to feed a growing population
- Increased progress to minimize or eliminate biotic and abiotic stresses enables increased heritability and selection efficiency for grain yield improvement

Thank you!



QUESTIONS

TORO UGALDE Manuel (M.), vice-président du Comité administratif et juridique, UPOV (modérateur)

Nous avons le temps pour une question.

HUERTA Yolanda (Mme), conseillère juridique et directrice chargée de la formation et de l'assistance, UPOV

Il y a une question de M. Federico Longhini de Lyon.

LONGHINI Federico (M.), élève ingénieur agronome, ISARA-Lyon (Institut supérieur d'agriculture Rhône-Alpes), Lyon (France)

Tout d'abord, je tiens à vous remercier d'avoir organisé ce webinaire, et merci de m'avoir donné la parole. Je voudrais adresser ma question à Fernando Ortego Klose du Chili. Je profite de la présence du délégué de l'Argentine. Et qu'en est-il du lien entre les partenariats public-privé (PPP) dans les pays nordiques? En ce qui concerne les marchés et la côte sud de l'Amérique, existe-t-il une sorte de coordination pour la protection des variétés végétales? Je vous remercie.

ORTEGA KLOSE Fernando (M.), sélectionneur de plantes fourragères, Institut de recherche agricole du Chili (INIA), centre régional de Carillanca (Chili) (orateur)

Merci, Federico, pour cette question. Actuellement, nous sommes engagés dans des échanges avec certains programmes, par exemple, en ce qui concerne les céréales et aussi en ce qui concerne le riz, nous avons des programmes de coopération. Il n'y a pas de coopération concernant les autres espèces, cependant. Nous n'avons pas encore été en mesure de développer des agences communes.

Cela s'est produit lorsque nous avons le réseau Mercado Común del Sur (Marché commun du Sud) (MERCOSUR), qui nous a permis d'avoir une coopération étroite entre le Chili et l'Argentine, où nous avons eu des échanges approfondis. Il n'y a pas d'autres échanges de collaboration pour le moment. Bien sûr, nous avons des échanges technologiques, mais pas en matière de variétés végétales.

TORO UGALDE Manuel (M.), vice-président du Comité administratif et juridique, UPOV (modérateur)

Quelqu'un d'autre voudrait-il poser une question? Pouvons-nous considérer que ce chapitre de notre webinaire est clos?

SESSION THÉMATIQUE N° 5

Rôle de la protection des variétés végétales dans le développement de nouvelles variétés pour s'adapter au changement climatique et en atténuer les effets

Animatrice : Mme Kitisri Sukhapinda, Conseil en brevet, bureau de la politique et des affaires internationales (OPIA), Office des brevets et des marques des États-Unis d'Amérique, États-Unis d'Amérique

Le rôle du droit d'obtenteur dans les actions menées en matière de sélection végétale pour s'adapter au changement climatique et en atténuer les effets. Exemple du Canada, comprenant la sélection dans le secteur public

M. Anthony Parker, Commissaire, Service de la protection des obtentions végétales, Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA), Canada

Sélection végétale et protection des variétés végétales : un catalyseur pour développer des variétés végétales adaptées au climat en Afrique subsaharienne

M. Hans Adu-Dapaah, expert à l'institut de recherche sur les semences du Conseil pour la recherche scientifique et industrielle (CSIR Crops Research Institute), Ghana

Sélection végétale et protection des variétés végétales pour l'adaptation des variétés au climat japonais

M. Yasunori Ebihara, directeur du service de protection des obtentions végétales, division de la propriété intellectuelle, bureau des exportations et des affaires internationales, Ministère de l'agriculture, des forêts et de la pêche (MAFF), Japon

Le rôle de la protection des variétés végétales dans la promotion du développement des variétés végétales qui s'adaptent au changement climatique et en atténuent les effets. L'exemple du Kenya

M. Simon Mucheru Maina, chef, certification des semences et protection des obtentions végétales, Service kényan d'inspection phytosanitaire (KEPHIS)

Influence du système de droit communautaire des variétés végétales sur l'économie de l'Union européenne et sur l'environnement

Office communautaire des variétés végétales (OCVV)

Questions

Conclusion de la session

M. Marien Valstar, Président of the Council, UPOV

LE RÔLE DU DROIT D'OBTENTEUR DANS LES ACTIONS MENEES EN MATIERE DE SELECTION VEGETALE POUR S'ADAPTER AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET EN ATTENUER LES EFFETS. EXEMPLE DU CANADA, COMPRENANT LA SELECTION DANS LE SECTEUR PUBLIC

M. Anthony Parker

Commissaire, Service de la protection des obtentions végétales, Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA), Canada

Cet article discutera du rôle des droits des obtenteurs végétaux dans les efforts d'obtention végétale pour lutter contre les changements climatiques, ainsi que quelques exemples tirés du contexte canadien.

Au Canada, nous observons depuis un certain temps les effets des changements climatiques. Certes, depuis le milieu du siècle dernier, on assiste à une augmentation totale de 1,7 °C des températures. Le réchauffement est particulièrement exacerbé dans le Nord canadien avec le dégel du pergélisol et des zones autrefois gelées en permanence. Il accélère à une vitesse plus rapide, 2,3 °C, et continue d'avancer à un rythme accéléré.

Cela impacte nos systèmes agricoles. La saison de croissance s'allonge. Le nombre de jours sans gel a augmenté, on assiste donc maintenant à la migration de certaines cultures vers le nord. Nous sommes en mesure de cultiver des cultures telles que le maïs et le soja sur des acres agrandies. La saison de croissance était un facteur limitant et ce n'est plus le cas. Ces cultures commencent à supplanter certaines de nos cultures plus traditionnelles, les céréales et le canola.

Nous observons également une réduction des précipitations plus tard dans la saison de croissance; lorsque cela est couplé à des températures plus élevées, à un stress thermique accru, cela a un impact négatif sur les rendements. Nous assistons à des inondations printanières plus fréquentes, à davantage de sécheresses estivales et à davantage d'événements météorologiques extrêmes. Ils se produisent déjà en ce moment et ils vont augmenter avec le temps. De plus, un climat plus chaud apporte de nouveaux ravageurs et maladies qui ne prospéraient pas auparavant dans notre environnement canadien en raison de nos hivers froids, et ceux-ci deviennent maintenant plus problématiques.

Je crois que cette image de la figure 1 dit tout, et ce n'est pas unique au Canada, mais c'est un problème commun que toutes les parties du monde connaissent maintenant. La nouvelle normalité est que plus rien n'est normal. La photo de gauche a été prise au milieu de la saison de croissance dans la principale région agricole du Canada, les provinces des Prairies, où se déroulent 90% de toutes nos activités agricoles. Elle montre un agriculteur debout dans un champ d'orge de brasserie, avec d'excellentes conditions de croissance. À l'époque, l'estimation était de 100 boisseaux par acre, une orge brassicole de haute qualité parfaite pour le brassage de la bière. Ce que cette image ne montre pas, c'est que l'hiver est arrivé plus tôt, beaucoup plus tôt que d'habitude, décimant essentiellement la récolte, entraînant une qualité inférieure et déclassant la récolte de l'orge de brasserie à l'orge de qualité fourragère. Ainsi, ce qui ressemblait à une récolte parfaite a été affecté par le changement climatique et des conditions météorologiques imprévues. Avancez d'un an jusqu'en juillet 2020, la photo de droite montre l'agriculteur dans le même champ, cultivant à nouveau de l'orge, mais dans des conditions de sécheresse sans précédent. Au lieu de 100 boisseaux par acre d'orge brassicole, cette variété dans des conditions de sécheresse extrême a donné moins de 10 boisseaux par acre.

Dans la figure 2, nous passons à mai 2022, dans l'Ouest canadien, et à ce moment-là, toutes les cultures devraient être plantées dans le sol et commencer à sortir. C'est l'image d'inondations sans précédent, avec des jours et des jours de pluie, empêchant les agriculteurs de déplacer le matériel sur leurs terres et de planter leurs cultures. La bonne nouvelle est que les champs ont fini par se tarir, mais la plantation a eu lieu au moins un mois plus tard que la moyenne. Ce que cela illustre, en se projetant dans l'avenir, c'est que les agriculteurs ont besoin de choix, ils ont besoin d'options. Ils ont besoin d'une diversité de types de cultures, d'une diversité de variétés différentes au sein de ces types de cultures. Dans ce cas particulier, lorsqu'un agriculteur envisage initialement de semer une culture de fin de saison comme le maïs, une fois qu'il a tardé à semer, il recherche des variétés à maturité plus précoce. Ils contactent leur entreprise de semences et recherchent différentes options. C'est la première ligne de défense. Si le maïs n'est plus une option viable, l'agriculteur doit chercher d'autres options de saison plus courte : le soja, le canola et, enfin, les céréales. L'agriculteur peut-il trouver quelque chose qui fonctionnera dans une saison de croissance condensée?

Bien sûr, le Canada n'est évidemment pas à l'abri des changements climatiques, et nous assistons à des catastrophes agricoles dues aux changements climatiques partout dans le monde, que ce soit les récentes inondations au Pakistan, en Afghanistan ou les conditions de sécheresse dans le sud-ouest des États-Unis d'Amérique. Le changement climatique est maintenant devenu omniprésent et banal.

Je souhaite partager avec vous un projet de recherche particulier, lié à l'adaptation au changement climatique, que nous avons découvert cet été et qui peut démontrer l'interrelation entre la protection des droits des obtenteurs végétaux et le développement de nouvelles variétés végétales. Lorsque notre bureau des droits des obtenteurs végétaux effectuait nos examens de la distinction, de l'homogénéité et de la stabilité (DHS) dans l'Ouest canadien, nous avons remarqué un énorme véhicule robot faisant des va-et-vient au-dessus des parcelles de terrain. Nous avons parlé au chercheur, un employé d'une station de recherche publique, Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC). AAC est le plus grand sélectionneur de variétés de blé au Canada, utilisant l'imagerie numérique pour évaluer toutes les variétés de blé sélectionnées au cours des 120 dernières années, en les examinant pour leurs différentes caractéristiques phénotypiques. L'imagerie numérique a révélé des différences dans les températures du couvert végétal entre les différentes variétés, ainsi que des différences dans les taux de respiration et la déshydratation des plantes. En regardant dans le temps, cet organisme est capable de corrélérer les périodes de temps où nos prairies canadiennes se trouvaient dans des conditions de sécheresse, aux variétés qui ont été sélectionnées par inadvertance pour la tolérance à la sécheresse. Ces anciennes variétés tolérantes à la sécheresse peuvent être utilisées comme matériel de sélection pour l'introgession dans des variétés plus performantes. Quel est donc le lien avec les droits des obtenteurs fondés sur l'UPOV? Dans ce cas particulier, toutes les variétés sélectionnées par cet institut de recherche public demandent la protection des droits d'obteneur. Par exemple : L'article 14 de l'Acte de 1991 de l'UPOV énonce les droits d'obteneur exclusifs. AAC exerce ces droits exclusifs pour chacune de ses variétés protégées, ce qui garantit les investissements qui ont été faits par les contribuables et les agriculteurs directement dans ce programme d'obtention. Ainsi, les revenus qu'ils reçoivent des ventes, des licences et des redevances sont réinvestis non seulement dans l'obtention mais aussi dans les activités de recherche pour créer un environnement de financement autonome.

En outre, l'article 15.1)ii), "l'exemption du chercheur", permet et soutient la recherche en cours et la publication scientifique et la diffusion des connaissances sur les qualités de ces variétés spécifiques. La recherche d'AAC sur l'imagerie numérique se poursuivra pendant quelques années, puis sera probablement publiée dans une revue scientifique. Ces informations seront mises à la disposition d'autres personnes afin qu'elles puissent déterminer si l'une de ces variétés présente des caractéristiques utiles pour la tolérance à la sécheresse.

En outre, l'article 15.1)iii) est une restriction supplémentaire aux droits de l'obteneur, appelée "exemption de l'obteneur". Cela garantit que toutes les variétés protégées par des droits des obtenteurs végétaux sont disponibles à des fins de sélection. Ces droits ont donc une grande politique publique et des avantages d'intérêt public; même si vous pouvez avoir une protection de propriété intellectuelle sur une variété spécifique, cette variété peut maintenant être utilisée par d'autres pour s'introduire dans d'autres programmes d'obtention, y compris ceux de concurrents.

Par conséquent, si une variété a de grandes caractéristiques concernant la tolérance à la sécheresse, celles-ci peuvent maintenant être déplacées dans différents programmes d'obtention, et peu importe qu'ils soient publics

ou privés. Enfin, nous savons qu'avec les formes de protection de la propriété intellectuelle, telles que les brevets et les droits d'obtenteur, le monopole exclusif de l'inventeur ou de l'obtenteur est limité. L'article 19 fixe des limites de temps au monopole, mais nous savons en réalité que le monopole est souvent abandonné bien avant la durée assignée.

Dans ce cas particulier avec AAC, dès que leurs variétés ne sont pas protégées, elles sont considérées comme relevant du domaine public et elles sont déposées dans le système multilatéral du Traité international sur les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture (TIRPAA), de sorte qu'elles deviennent disponibles pour que d'autres les utilisent sans restriction. J'espère que cela démontre ce lien essentiel de l'utilisation des droits des obtenteurs pour soutenir les efforts continus, les efforts d'obtention, autour de la lutte contre le changement climatique.

Je sais qu'au Canada, chaque décision, publique ou privée, concernant la poursuite des efforts d'obtention pour lutter contre les changements climatiques comporte toujours une composante associée à la protection de la propriété intellectuelle. Comment protégez-vous cette adresse IP? Comment avez-vous les soldes appropriés?

Quelques réflexions finales de mon point de vue : soutenir les efforts d'obtention pour aborder l'atténuation et l'adaptation au changement climatique est une initiative collective. Cette initiative nécessite la contribution des agriculteurs, des obtenteurs, publics et privés, et des décideurs politiques. Tous les acteurs jouent un rôle essentiel en veillant à ce que nous disposions des niveaux et des soutiens appropriés pour les efforts d'obtention visant à lutter contre le changement climatique. De notre point de vue, ce système UPOV basé sur les droits des obtenteurs végétaux fournit déjà un cadre pour soutenir ces objectifs. Il garantit que nous avons un juste équilibre entre les incitations et les récompenses pour les innovateurs, mais également, d'autre part, des restrictions suffisantes en place sur les droits des obtenteurs par le biais d'exemptions qui garantissent que nous avons accès aux connaissances et aux informations scientifiques sur l'utilisation de variétés protégées. De plus, on note l'importante exception d'utiliser des variétés protégées à des fins d'obtention.

Présentation faite au séminaire

 Canadian Food Inspection Agency / Agence canadienne d'inspection des aliments

The role of PBR in plant breeding efforts to address climate change mitigation and adaptation: Canadian public sector breeding

UPOV Seminar – 2022/10/12



Canada

Climate Change Impacts on Canadian Agriculture

- 1948 - 2016, the annual temperature increase is 1.7C for Canada as a whole and 2.3C for northern Canada, and is accelerating.
- Increase number of frost free days will encourage the northward expansion of warmer weather crops, such as corn and soybean, displacing cereals and canola.
- Reduced precipitation later in the growing season, coupled with increased heat will cause stress to plants and may have a negative impact on yields.
- More frequent spring flooding, summer droughts and extreme weather events are already happening, and will increase.
- A warmer climate may bring new pests and diseases.

The “New Normal”...nothing is normal anymore!



July 2020

July 2021

*Photo courtesy of CBC News – Shows AB farmer Richard Owen in the same field – In 2020, 100 bu/ac malting barley variety, in 2021 yielded less than 10bu/ac under extreme drought conditions

Figure 1: *Crédit photo de CBC News – Montre l'agriculteur de l'Alberta, Richard Owen, dans le même champ – En 2020, une variété d'orge brassicole de 100 boisseaux/acre, en 2021 le rendement a donné moins de 10 boisseaux/acre dans des conditions de sécheresse extrême.

“New Normal”



May 2022

*Photo courtesy of the Western Producer – Shows farmer's fields on May 15, 2022 in MB – a time that should be the peak of planting season, Seeding delayed by over 1 month.

Figure 2: *Crédit photo de The Western Producer – Montre les champs d'un agriculteur le 15 mai 2022 dans la province du Manitoba – une période qui devrait être le pic de la saison de plantation. Semis retardé de plus d'un mois.

Public Research

Example: Digital Imaging Technology and Plant Phenotyping of Wheat Varieties

- Research conducting plant phenotyping in publically bred wheat varieties released by Agriculture and Agri-Food Canada (public sector) since 1904 'Marquis' wheat.
- Many varieties bred during periods of drought in the Canadian Prairies: 1919-21, 1929-37, 1961, 1986-88, 1999-2005, 2021.
- Digital imagery reveals differences in plant canopy temperatures between varieties.
- Differences identified between varieties in respiration rates and plant dehydration.
- Historic drought tolerant varieties can be used as breeding material for introgression into modern high performing varieties

Linking to UPOV-based PBR

- All wheat varieties released by AAFC are PBR protected. Art 14. of UPOV secures the investments made by taxpayers and farmers. Royalties from sales and licensing are re-invested back into breeding and research, creating a self-sustaining funding environment.
- Art 15 (1) (ii) "researcher's exemption" supports ongoing research, and scientific publication, dissemination of knowledge about the qualities/attributes of specific varieties.
- Art 15 (1) (iii) "breeder's exemption" ensures that all PBR protected varieties are available for breeding purposes. Breeder's have information on varieties that are drought tolerant, and can access those varieties to introgress into their breeding program.
- Art 19, the breeder's right is finite. Unprotected varieties are "public domain", AAFC varieties deposited in ITPGRFA – MLS system.

Concluding Thoughts

- Supporting breeding efforts to address climate change mitigation and adaptation requires collective action, including; farmers, breeders (public and private), and policy makers. All actors play a critical role.
- UPOV-based PBR provides a framework to support these goals, ensuring the proper balance between incentives and rewards, and restrictions on the breeder's right by way of "exemptions", that ensure access to knowledge and the use of protected varieties for breeding purposes.

Thank you!

anthony.parker@inspection.gc.ca

SELECTION VEGETALE ET PROTECTION DES VARIETES VEGETALES : UN CATALYSEUR POUR DEVELOPPER DES VARIETES VEGETALES ADAPTEES AU CLIMAT EN AFRIQUE SUBSAHARIENNE

M. Hans ADU-DAPAAH

Institut de recherche sur les semences du Conseil pour la recherche scientifique et industrielle (CSIR-Crops Research Institute), Ghana

M.K. OSEI, Crops Research Institute,

S. YEBOAH, Crops Research Institute, College of Science and Technology, CSIR, PO Box 3785, Kumasi, Ghana, West Africa

RÉSUMÉ

Le changement climatique et la forte croissance démographique (qui devrait croître de 2 milliards en 2050) constituent une menace pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle en Afrique subsaharienne. La productivité agricole en Afrique subsaharienne est faible par rapport au reste du monde en raison des stress biotiques et abiotiques. Le développement de nouvelles variétés de plantes cultivées est la stratégie la plus importante pour l'adaptation et l'atténuation de l'agriculture au changement climatique. Un certain nombre de variétés de cultures améliorées ont été développées et homologuées par les institutions de sélection publiques et privées en Afrique subsaharienne. Ces variétés améliorées présentant une résistance/tolérance aux stress biotiques et abiotiques, des qualités nutritionnelles améliorées, une efficacité d'utilisation des nutriments et une maturité précoce sont commercialisées sans aucune redevance pour les sélectionneurs ou les institutions qui les ont développées. Pour renforcer les capacités des obtenteurs et les motiver à répondre aux défis climatiques émergents, il est essentiel que les variétés développées par les obtenteurs soient protégées. La protection des variétés végétales en vertu de la Convention UPOV de 1991 fournit un cadre juridique qui donne des droits exclusifs aux obtenteurs qui développent les variétés améliorées. Le document décrit les défis qui militent contre la productivité agricole en Afrique subsaharienne, la réponse des obtenteurs à ces défis, et fournit quelques exemples de réussite de ces variétés améliorées. Il explique le concept de protection des variétés végétales ainsi que la manière dont il peut servir de catalyseur pour le développement de variétés intelligentes face au climat afin de résoudre les problèmes de changement climatique couplés aux avantages de protection des variétés végétales pour les obtenteurs en Afrique subsaharienne. Il délibère également sur la manière dont la mise en œuvre de la protection des variétés végétales au Kenya améliore le développement de variétés améliorées. Le document a établi que si la protection des variétés végétales est bien mise en œuvre en Afrique subsaharienne, cela encouragerait les investisseurs à financer les activités d'obtention sur une base durable et exhorterait l'Association des obtenteurs africains à défendre la cause des activités de protection des variétés végétales, à leur avantage ainsi qu'à d'autres utilisateurs finaux.

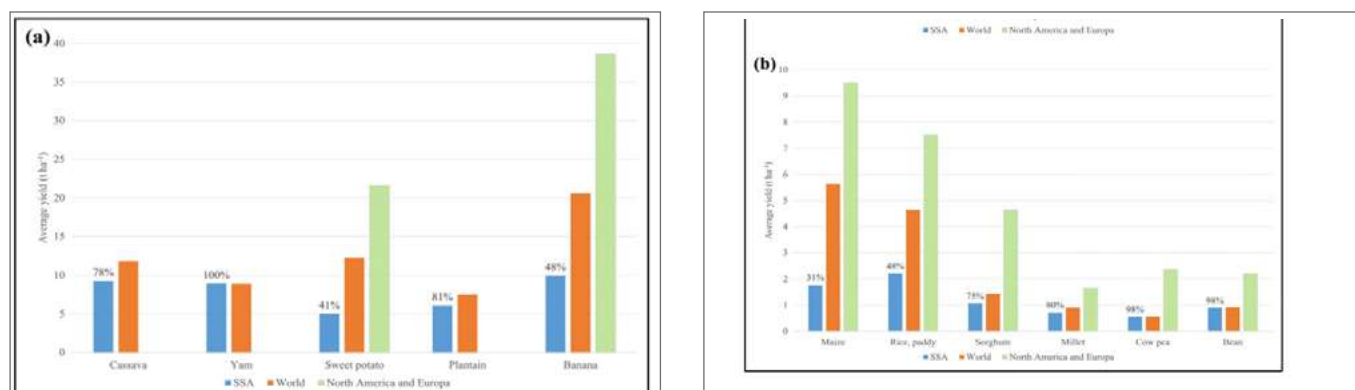


Figure 1. a) et b) rendements moyens (t/ha) des 10 cultures de base sélectionnées, pour l'ASS, le monde et l'Amérique du Nord/Europe. ASS : Afrique subsaharienne (FAOSTAT, 2016).

MOTS CLÉS : : adaptation au changement climatique, pays en développement, banques de gènes, ressources génétiques, politique

INTRODUCTION

L'agriculture est l'une des principales sources de revenus en Afrique subsaharienne, occupant en moyenne 60% de la population active. Outre la main-d'œuvre, l'Afrique possède plus de 60% des terres arables inexploitées du monde. Malgré les vastes ressources, un quart de la population africaine souffre de la faim et de la malnutrition. La productivité agricole en Afrique subsaharienne est faible par rapport à d'autres parties du monde¹ (figure 1). Cela peut être attribué au déclin rapide de la fertilité des sols, à la complexité accrue des ravageurs et des maladies, aux pertes après récolte et à la courte durée de conservation des produits, au faible rendement inhérent des variétés locales, au manque de main-d'œuvre pendant les saisons de pointe, aux activités minières illégales détruisant les terres agricoles et les plans d'eau, en combinaison avec les effets néfastes du changement climatique. Le changement climatique et la forte croissance démographique constituent une menace pour la sécurité alimentaire en Afrique de l'Ouest, où les économies dépendent fortement de l'agriculture (CCAFS 2017). Le réchauffement climatique devrait dépasser 2 °C d'ici la fin du siècle (Raffery *et al.* 2017) avec une baisse de la productivité des cultures de 5 à 10% par degré de réchauffement. En Afrique subsaharienne, les scénarios climatiques prédisent une hausse de température allant jusqu'à 1,2 et 3,2 °C d'ici 2035 et 2100, respectivement (Zougmore *et al.* 2016). Les températures dans la plupart des régions ont déjà dépassé le seuil de croissance et de productivité de la plupart de nos cultures vivrières (Almazroui *et al.* 2017; Buchignani *et al.* 2018). Smith et Myers (2018) ont déclaré qu'une augmentation de la variabilité climatique affecte un certain nombre de communautés en situation d'insécurité alimentaire et que l'augmentation des concentrations atmosphériques peut affecter la teneur en éléments nutritifs de certaines cultures de base, avec des conséquences pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle, en particulier en Afrique subsaharienne. Les quantités et les régimes de précipitations ont évolué avec les changements au début des saisons des pluies, en particulier dans les zones arides (Berg et Sheffield 2018; Chadwick *et al.* 2016) entraînant de faibles rendements. Le bien-être des populations d'Afrique subsaharienne est donc fortement menacé

Selon la FAO (2019), l'Afrique a importé pour environ 81 milliards de dollars É.-U. de denrées alimentaires en 2019. Avec une population estimée à 2 milliards d'habitants d'ici 2050, la production alimentaire en Afrique devra doubler, en utilisant des ressources limitées. Il s'agit d'un signal d'alarme pour que les pays africains améliorent la productivité des cultures en adoptant des technologies et des innovations intelligentes face au climat qui améliorent la productivité. L'agriculture intelligente face au climat (AIC) est définie par la FAO (2010) comme une agriculture qui augmente durablement la productivité, la résilience (adaptation), réduit les gaz à effet de serre (atténuation) et améliore la réalisation des objectifs nationaux de sécurité alimentaire et de développement. Les principaux piliers de l'AIC, selon Lippert *et al.* (2014) sont l'adaptation, l'atténuation et la sécurité alimentaire et nutritionnelle. Même si l'Afrique subsaharienne contribue à moins de 5% des émissions mondiales de gaz à effet de serre (GES), la région est vulnérable aux effets négatifs du changement climatique car les perspectives de développement de l'Afrique sont liées en raison d'une dépendance excessive à l'égard des précipitations (Tol 2018). Les technologies agricoles intelligentes face au climat comprennent l'obtention de cultures intelligentes face au climat, la gestion efficace des ressources, les technologies d'énergie renouvelable intégrées pour les systèmes agricoles, les technologies de conservation des ressources, la gestion de l'utilisation des terres, la variation de la saison de culture, la gestion efficace des ravageurs et des maladies, la prévision et l'utilisation de la cartographie du système d'information géographique (SIG) cartographie.

Pour atteindre la sécurité alimentaire et nutritionnelle en Afrique subsaharienne d'ici 2050, la productivité des cultures doit être doublée ou triplée, en utilisant des ressources limitées. On ne saurait trop insister sur la nécessité d'une productivité accrue par unité de surface (intensification). La sélection intelligente pour développer des variétés de cultures résilientes a un rôle à jouer. Au fil des ans, les systèmes nationaux de recherche agricole (SNRA) en Afrique subsaharienne ont développé et diffusé un certain nombre de variétés de cultures améliorées en utilisant des méthodes d'obtention et biotechnologiques conventionnelles. Les initiatives de sélection des institutions des différents SNRA et des entreprises d'obtention privées en ASS n'ont pas produit les dividendes attendus pour les propriétaires et les obtenteurs de ces variétés. Les variétés végétales sont des entités vivantes qui peuvent être produites telles quelles par n'importe qui, ce qui implique qu'une fois qu'une variété est homologuée, elle peut être multipliée et commercialisée sans l'autorisation de l'obteneur. Cela décourage le développement durable de variétés de cultures améliorées pour atténuer les effets du changement climatique. L'absence de cadre juridique pour protéger les intérêts des obtenteurs a conduit à ne pas reconnaître les investissements et les efforts des obtenteurs qui ont développé ces variétés améliorées. L'objectif de la protection des variétés végétales est d'établir un cadre

juridique pour protéger les droits des obtenteurs de nouvelles variétés de plantes ou groupements végétaux. La protection des variétés végétales vise à favoriser le développement de nouvelles variétés de plantes résistantes et tolérantes respectivement aux stress biotiques et abiotiques.

Des semences et autres matériels de plantation de qualité sont les piliers de l'amélioration de la productivité des cultures. La promotion et l'adoption de la protection des variétés végétales en Afrique subsaharienne protégeraient les entreprises semencières émergentes et les institutions publiques impliquées dans l'obtention et encourageraient l'innovation pour relever les défis biotiques et abiotiques émanant du changement climatique. Cet article explore la manière dont les obtenteurs d'Afrique subsaharienne répondent aux défis climatiques grâce à une utilisation innovante des ressources phytogénétiques. Il démontre en outre certaines réussites d'obteneurs d'Afrique subsaharienne utilisant des approches conventionnelles et biotechnologiques et la nécessité d'une sélection intelligente pour accélérer le processus de sélection. En outre, il explique la protection des variétés végétales et son importance en tant que catalyseur pour le développement de variétés de cultures intelligentes face au climat pour relever les défis climatiques.

APERÇU DU DÉVELOPPEMENT ET DE L'HOMOLOGATION DE VARIÉTÉS EN AFRIQUE SUBSAHARIENNE

Le processus de développement variétal implique :

a) Des activités de préobtention, comprenant les éléments suivants : i) des études préliminaires pour fixer les objectifs d'obtention (enquête auprès des éleveurs, PRA et administration et analyse de questionnaires); ii) la collecte et l'introduction du germoplasme, l'évaluation en station, la sélection de parents potentiels ou de germoplasme pour lancer le processus d'obtention.

(b) Les activités d'élevage comprennent : établissement de blocs de croisement, développement de lignées consanguines (5 à 6 cycles de consanguinité/autofécondation par lignée parentale), identification de parents consanguins potentiels pour le développement d'hybrides (combinaison d'études d'aptitude). Mise en place d'essais d'évaluation en station et hors station à plusieurs endroits, associés à une évaluation des maladies et des ravageurs dans les zones sensibles. Évaluation à la ferme de génotypes sélectionnés à partir d'essais multisites en station. Évaluation sensorielle, analyse physico-chimique et économique des variétés potentielles pour justifier leur supériorité agronomique et économique sur les variétés existantes.

(c) Homologation et enregistrement : Mise en place d'essais de vérification en station, évaluation par le comité national d'homologation et d'enregistrement des variétés (à la fois aux phases végétative et reproductive de la croissance des cultures) couplée à la présentation par l'obteneur des résultats progressifs des évaluations au fil des ans. Recommandation au Conseil national des semences pour l'homologation des variétés et leur enregistrement ultérieur dans le catalogue national des variétés.

(d) Activités après l'homologation : Augmentation des semences de variétés homologuées pour diffusion.

La production de semences commence à partir de semences d'obteneur, suivie de la production de semences de base et enfin de la production de semences certifiées, généralement réalisée par des organisations privées. Les activités de diffusion comprennent l'établissement de champs de démonstration et la publicité des variétés homologuées. La maintenance des variétés homologuées pour assurer la disponibilité continue du germoplasme (à la fois dans les chambres froides et dans les établissements de terrain) est également primordiale. La somme totale des activités ci-dessus coûterait environ 30 000 dollars É.-U. par variété et par an. Un certain nombre d'institutions d'obtention en Afrique subsaharienne dépendent de projets de soutien de donateurs externes pour développer et homologuer des variétés de cultures améliorées. Ce n'est pas durable, surtout avec l'apparition de la pandémie de Covid-19 et la guerre russo-ukrainienne. Aujourd'hui, la plupart des donateurs se concentrent sur leurs pays respectifs. Le soutien budgétaire aux institutions publiques d'obtention en Afrique subsaharienne est terriblement insuffisant et, dans certains cas, les gouvernements ne paient que les salaires des obtenteurs. La protection des variétés végétales, qui fournit un cadre juridique pour protéger les obtenteurs de nouvelles variétés de plantes, peut constituer une incitation pour encourager les investisseurs privés à investir dans l'industrie de l'obtention. Cela assurerait aux obtenteurs un retour sur leurs investissements et garantirait ainsi le développement de variétés nouvelles et améliorées en Afrique subsaharienne sur une base durable pour relever les défis climatiques. Au fil des ans, l'obtention végétale a évolué sur la base de nouvelles connaissances scientifiques associées au développement d'outils/stratégies efficaces pour compléter le développement de nouvelles variétés améliorées afin de relever les défis émergents dus au changement climatique et à la variabilité climatique. Ces défis pourraient être relevés si tous

les outils et stratégies à la disposition des obtenteurs étaient exploités et utilisés pour améliorer le développement de cultures intelligentes face au climat, conçues pour s'adapter aux conditions météorologiques difficiles et extrêmes. L'obtention intelligente est une intégration de stratégies de sélection conventionnelles avec des outils moléculaires, génomiques et phénotypiques avancés pour sélectionner des variétés de cultures résilientes de manière efficace et efficiente. Les variétés doivent posséder des potentiels de rendement améliorés et une résistance aux stress biotiques et abiotiques avec des caractéristiques préférées des consommateurs. Selon Eleblu *et al.* (2021), la panoplie d'outils et de stratégies à la disposition des obtenteurs comprend les ressources génétiques conservées *in situ*, *ex-situ* ou *in vitro*; banques de gènes, panels divers dans des centres de recherche nationaux et internationaux, Bi-parental, Recombinant Inbred Lines (RIL), Nested Association Mapping, Multi-Parent Advanced Generation Inter-cross (MAGIC) ainsi que des populations en formation. La prochaine gamme d'outils disponibles pour les obtenteurs sont ceux qui pourraient être utilisés pour caractériser, évaluer, détecter, sélectionner et recommander pour homologation aux agriculteurs et autres utilisateurs finaux. Les outils d'obtention de première génération comprennent la domestication/sélection, l'hybridation, ainsi que les techniques de multiplication végétative. Les outils d'obtention de deuxième génération comprennent les techniques de propagation *in vitro*, l'organogenèse et le sauvetage d'embryons, la culture d'anthers, la variation somaclonale, la conservation *in situ*, la dissection et l'analyse *in vivo*. Les outils de sélection de troisième génération comprennent des outils de biologie moléculaire, la cartographie LCQ, la sélection assistée par marqueurs, le séquençage, le ciblage des lésions locales induites dans les génomes. Les outils d'obtention de quatrième génération sont le séquençage de nouvelle génération, la sélection assistée par le génome, l'épigénétique, la transcriptomique, la régulation de l'expression génique, le métabolisme, la protéomique, l'édition du génome et la génomique comparative. Il convient de noter que les outils d'obtention de troisième et quatrième génération décrits ci-dessus ajoutent de la vitesse et de la précision à la myriade d'outils d'obtention actuellement disponibles pour accélérer le développement de cultures intelligentes face au climat améliorées pour l'adaptation et l'atténuation du changement climatique. On ne saurait trop insister sur la nécessité d'évaluer chaque scénario de changement climatique en vue de décider des stratégies appropriées à utiliser en fonction des outils et des ressources disponibles.

QUELQUES HISTOIRES DE RÉUSSITE D'ACTIVITÉS D'OBTENTION VÉGÉTALE EN AFRIQUE SUBSAHARIENNE

Un certain nombre de variétés de cultures améliorées ont été développées et homologuées à la fois par des institutions d'obtention du secteur public et des sociétés semencières du secteur privé en Afrique subsaharienne en utilisant à la fois des méthodes conventionnelles et biotechnologiques. Ces variétés améliorées sont résistantes/tolérantes aux stress biotiques et abiotiques avec les attributs préférés des consommateurs. Le maïs, le niébé, le sorgho, le millet, la tomate, l'arachide, le manioc, les haricots, le riz, etc., tolérants à la sécheresse/à la chaleur avec des niveaux accrus de provitamine A, de lysine et de tryptophane, de fer et de zinc ont été développés pour atténuer les effets de la malnutrition en Afrique subsaharienne. Des variétés de maïs, de riz, de niébé, etc., économes en nutriments (azote et phosphore) ont également été développées. Des variétés de maïs, d'arachide et d'autres cultures tolérantes à l'aflatoxine ainsi que des cultures résistantes aux ravageurs et aux maladies ont été développées par des sélectionneurs en Afrique subsaharienne. D'autres incluent des légumes comme la tomate, le piment et le taro. Vous trouverez ci-dessous quelques exemples sélectionnés de variétés améliorées pour étayer le bon travail effectué par certains obtenteurs en Afrique subsaharienne. Une variété améliorée d'arachide résistante à la nature dévastatrice du virus de la rosette de l'arachide (figure 2), une variété améliorée de niébé résistante à la brûlure bactérienne et à l'antracnose, des variétés améliorées de maïs et de riz tolérantes à la sécheresse par rapport aux variétés paysannes développées par des obtenteurs au Ghana, les premières des variétés de piments et de tomates à pollinisation libre avec de bons rendements, un score Brix élevé et une tolérance à l'alternariose et au mildiou sont présentées ci-dessous.



Figure 2. La nature dévastatrice du virus de la rosette chez l'arachide.



Figure 3. Variété de niébé améliorée par rapport à la variété paysanne

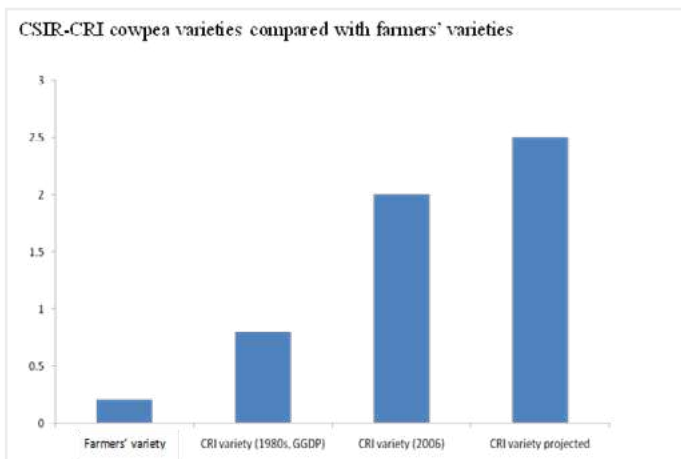


Figure 4. Comparaison des variétés de niébé CSIR-CRI avec les variétés paysannes.



Figure 5. Le CSIR-CRI a mis au point une variété de maïs à haut rendement et tolérante à la sécheresse.



Figure 6. Effet des inondations.



Figure 7. Variété de tomate CRI-Kwabena Kwabena homologuée par le CSIR-CRI (Ghana).

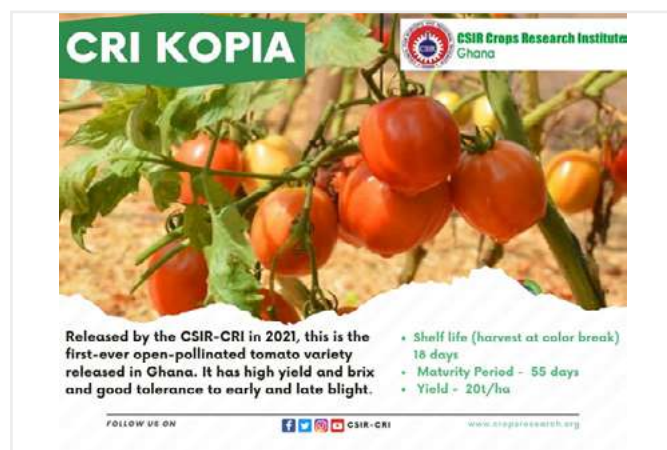


Figure 8. Variété de tomate KOPIA homologuée par le CSIR-CRI (Ghana).



Figure 9. "Variétés "Taro" diffusées par le CSIR-CRI (Ghana).

VARIÉTÉS DE PIMENT HOMOLOGUÉES AU GHANA

Les premières variétés de piment commercialisées au Ghana sont "Shito Adope" et "Maakontose" par le CSIR-CRI. "Shito Adope" est très fort et a une croissance courte mais est très prolifique (rendement élevé), produisant jusqu'à 30 t/ha. "Maakontose", d'autre part, est doux ou, mieux dit, pas fort du tout et peut donc être utilisé pour remplacer la tomate dans les endroits où il n'y a pas de tomates (c'est-à-dire qu'il peut jouer un rôle similaire à celui de la tomate), et donne également 35 t/ha, bien plus que le rendement des agriculteurs, de 8,3 t/ha.

PARTICIPATION DU SECTEUR PRIVÉ AU DÉVELOPPEMENT DE VARIÉTÉS VÉGÉTALES ET À LA LIVRAISON DE SEMENCES

L'objectif principal de toute entreprise commerciale est de réaliser un profit et l'industrie des semences ne fait pas exception. Avant d'entrer dans le secteur du développement de variétés végétales et de l'industrie des semences en Afrique subsaharienne, il faut tenir compte de ce qui suit :

- Énoncer clairement les objectifs pour entrer dans l'entreprise de développement de variétés végétales et de livraison de semences.
- Comprendre le processus de développement de variétés végétales améliorées, engager un obtenteur compétent ou collaborer avec les institutions compétentes ayant des capacités techniques.
- Connaître le système de livraison de semences que vous voudriez utiliser.
- Élaborer un plan d'affaires solide pour accéder au financement.
- Acquérir des infrastructures et d'autres actifs pour la production de semences de qualité.
- Connaître les lois sur les semences dans les pays d'Afrique subsaharienne et les réglementations associées qui traitent des semences améliorées.
- Identifier un marché fiable pour les semences améliorées des variétés homologuées.
- Connaître la théorie et la pratique des techniques de base de production, de conditionnement et de commercialisation des semences.
- Connaître les lois de protection des variétés végétales dans les pays respectifs et les réglementations qui les accompagnent.
- Connaître la variété des processus d'homologation et d'enregistrement dans les pays respectifs.
- Le développement de variétés végétales et la livraison de semences sont dynamiques, alors soyez prêt à vous mettre en réseau au sein du pays et en Afrique subsaharienne (Adu-Dapaah 2021).

SYSTÈME DE PROTECTION DES VARIÉTÉS VÉGÉTALES

- L'adoption de l'Accord sur les aspects des droits de propriété intellectuelle qui touchent au commerce (ADPIC) exigeait que les parties contractantes protègent les variétés végétales soit par des brevets, soit par un système sui generis de protection ou par une forme hybride de ces deux systèmes (article 27.3 b). Les brevets et les droits des obtenteurs végétaux sont des droits de propriété intellectuelle distincts avec des conditions de protection et des exceptions différentes. Les obtenteurs peuvent utiliser les droits des obtenteurs végétaux ou des brevets dans la mesure où de tels systèmes sont disponibles sur le territoire concerné. La plupart des pays d'Afrique subsaharienne utilisent un système de protection sui generis efficace.
- La protection des variétés végétales est une forme de droit de propriété intellectuelle qui vise à accorder aux obtenteurs un droit exclusif sur les variétés qu'ils développent. Elle vise à garantir que de nouvelles variétés deviennent disponibles, que les obtenteurs aient accès aux variétés étrangères, que la diversité génétique soit utilisée de manière durable, que le commerce d'exportation soit soutenu par le développement de variétés conformes aux normes internationales et que les obtenteurs valorisent les variétés qu'ils développent.

L'Afrique subsaharienne compte deux organismes régionaux qui gèrent des systèmes de droits des obtenteurs végétaux fondés sur la Convention UPOV de 1991. Il s'agit des organismes suivants :

(i) L'Organisation africaine de la propriété intellectuelle (OAPI) qui couvre le territoire de ses 17 États membres (Bénin, Burkina Faso, Cameroun, République centrafricaine, Tchad, Comores, Congo, Côte d'Ivoire, Guinée équatoriale, Gabon, Guinée, Guinée-Bissau, Mali, Mauritanie, Niger, Sénégal, Togo). L'OAPI est membre de la Convention UPOV, 1991.

(ii) L'Organisation régionale africaine de la propriété intellectuelle (ARIPO) est l'une des organisations intergouvernementales qui ont engagé la procédure d'adhésion à la Convention UPOV. Les États membres de l'ARIPO (19) sont le Botswana, la Gambie, le Ghana, le Kenya, le Lesotho, le Liberia, le Malawi, le Mozambique, la Namibie, le Rwanda, Sao Tomé-et-Principe, la Sierra Leone, la Somalie, le Soudan, le Swaziland, l'Ouganda, la République-Unie de Tanzanie, la Zambie, le Zimbabwe.

AVANTAGES D'UN SYSTÈME RÉGIONAL DE PROTECTION DES VARIÉTÉS VÉGÉTALES

Pour les autorités nationales et les bureaux d'examen : Moins de travail administratif pour les autorités nationales, une coopération étroite sur le plan technique, des gains d'efficacité grâce à la coopération, une harmonisation des pratiques et des revenus financiers pour la réalisation d'examen DHS pour le compte de l'ARIPO/OAPI.

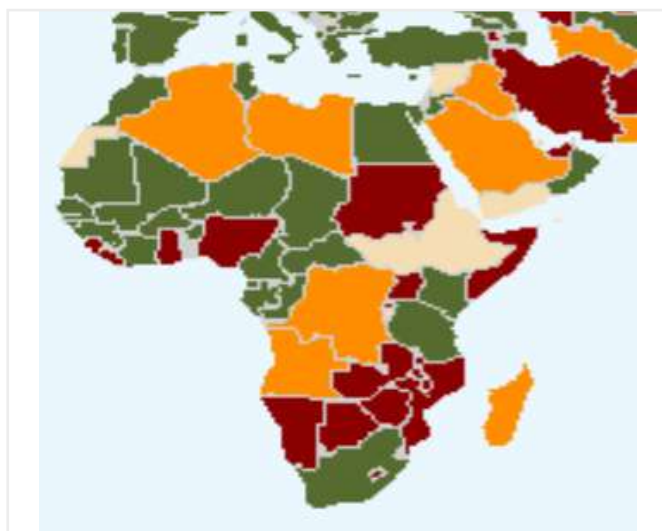


Figure 10. Une carte montrant les pays membres de l'UPOV en Afrique subsaharienne.

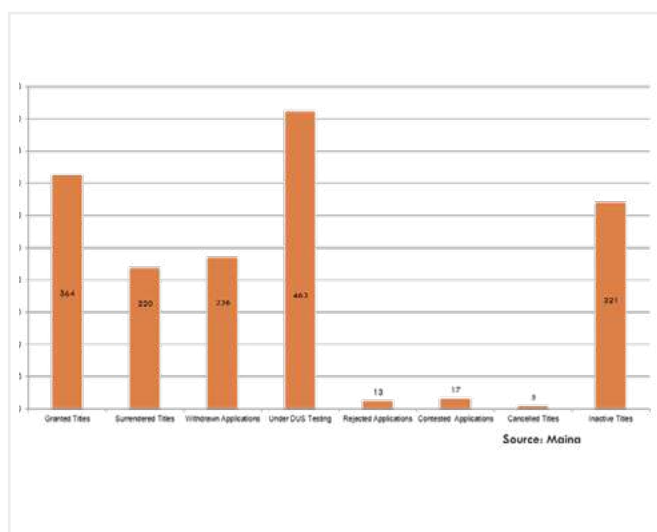


Figure 11 PVP implementation in Kenya

Avantages pour l'Afrique subsaharienne : Une voix forte au sein de la communauté internationale, des homologues solides pour les parties prenantes, une solvabilité et une durabilité budgétaires élevées, une coopération dans les essais DHS et l'échange de rapports d'essai DHS en Afrique subsaharienne et entre les pays de l'UPOV.

QUI PEUT DEMANDER LA PROTECTION DES VARIÉTÉS VÉGÉTALES?

L'article I.IV) de la Convention UPOV définit un obtenteur comme la personne qui a créé ou découvert et développé une variété; la personne qui est l'employeur de la personne susmentionnée ou qui a commandé le travail de celle-ci lorsque la législation de la partie contractante concernée le prévoit; l'ayant droit de la première ou de la deuxième personne susmentionnée, selon le cas. Il est important de noter que la notion de personne englobe à la fois les personnes physiques et les personnes morales (c'est-à-dire les sociétés). L'obteneur peut être, par exemple, un jardinier amateur, un agriculteur, un scientifique, un institut d'obtention végétale ou une entreprise spécialisée dans l'obtention végétale.

Conditions d'octroi du droit d'obteneur

L'article 5 énonce les conditions à remplir pour que la protection soit accordée. Le droit d'obteneur est accordé lorsque la variété est : i) nouvelle, ii) distincte, iii) uniforme et iv) stable. La variété à protéger doit avoir une dénomination désignée conformément aux dispositions de l'article 20.

Portée des droits d'obteneur

La Convention UPOV (voir l'article 14 (lien vers la Convention UPOV)) précise les actes relatifs au matériel de multiplication (par exemple, semences, bulbes, tubercules, boutures, etc.) d'une variété protégée, qui nécessitent l'autorisation préalable de l'obteneur. Ces actes sont les suivants : production ou reproduction (multiplication), conditionnement à des fins de propagation, mise en vente, vente ou autre commercialisation, exportation, importation et stockage à l'une des fins susmentionnées.

Les exceptions au droit d'obteneur sont : les actes accomplis à titre privé et à des fins non commerciales; les actes accomplis à des fins expérimentales et les actes accomplis pour la sélection d'autres variétés et, sauf lorsque les dispositions de l'article 14, paragraphe 5, s'appliquent, les actes visés à l'article 14, paragraphes 1 à 4, concernant ces autres variétés.

Mesures réglementant le commerce

L'article 18 de la Convention UPOV exige que le droit d'obteneur soit indépendant de toute mesure prise par une partie contractante pour réglementer sur son territoire; la certification de la production et la commercialisation de matériel de variétés ou l'importation ou l'exportation de ce matériel. La protection des variétés végétales reconnaît qu'il devrait y avoir un type particulier de niveau de régulation du marché traité par un mécanisme approprié, dédié et indépendant différent de la protection des variétés végétales.

DURÉE DES DROITS DES OBTENEURS VÉGÉTAUX

- La durée des droits d'obteneur en ce qui concerne les variétés d'arbres et de vignes expire 25 ans après l'octroi du droit d'obteneur.
- La protection de tous les genres et espèces expire 20 ans après leur octroi.

Le rapport de l'UPOV sur l'impact de la protection des obtentions végétales a démontré que pour profiter pleinement des avantages de la protection des obtentions végétales, la mise en œuvre de la Convention UPOV et l'adhésion à l'UPOV sont toutes deux importantes. Il a été constaté que l'introduction du système UPOV de protection des obtentions végétales et l'adhésion à l'UPOV étaient associées à une augmentation des activités de sélection, à une plus grande disponibilité de variétés améliorées, à un nombre accru de nouvelles variétés, à la diversification des types d'obteneurs (par exemple, obteneurs privés, chercheurs), à une augmentation du nombre de nouvelles variétés étrangères, à l'encouragement du développement d'une nouvelle compétitivité de l'industrie sur les marchés étrangers, à l'amélioration de l'accès aux variétés végétales étrangères et à l'amélioration des programmes de sélection nationaux.

Le système UPOV de protection des obtentions végétales peut être un catalyseur pour le développement de variétés de cultures intelligentes face au climat afin d'atténuer les effets néfastes du changement climatique en raison des avantages suivants :

- Encourage l'obtention de nouvelles variétés – permettant aux agriculteurs de répondre aux défis environnementaux et économiques auxquels l'agriculture est confrontée.
- Fournit aux agriculteurs et aux producteurs un accès aux meilleures variétés locales et mondiales.
- Permet de combiner le choix variétal avec l'information et la livraison de matériel de plantation de bonne qualité.
- Offre un outil de captation de valeur par les agriculteurs et les éleveurs.
- Facilite la coopération "gagnant-gagnant" entre les agriculteurs et les obtenteurs.
- Fournit des opportunités commerciales pour les petits agriculteurs et les producteurs.
- A le potentiel d'être encore plus efficace grâce à des améliorations dans la mise en œuvre.
- Fournit une incitation pour les agriculteurs et les producteurs à devenir des sélectionneurs.
- Permet à tout agriculteur ou producteur d'utiliser les meilleures variétés protégées disponibles pour les travaux de sélection.
- Offre un système efficace et transparent facilement accessible aux petites et moyennes entreprises.
- Permet aux agriculteurs et aux producteurs de développer des entreprises locales, nationales et internationales.
- Autonomise les agriculteurs et les producteurs dans la chaîne de production .

Les avantages spécifiques des droits d'obtenteur pour l'obtenteur sont les suivants :

- Les investissements et les efforts des obtenteurs seraient reconnus par le paiement de redevances pour la durabilité du processus d'obtention.
- Les obtenteurs ont accès à du germoplasme étranger précieux à utiliser dans leurs programmes d'obtention (exemption des sélectionneurs).
- Permet le transfert de technologie et l'utilisation efficace des ressources génétiques.
- Favorise la croissance de l'industrie des semences et crée une demande de variétés améliorées pour atténuer les effets néfastes du changement climatique.
- Favorise les partenariats entre obtention publique et privée.
- Fournit des incitations pour stimuler de nouvelles initiatives de sélection.
- Les obstacles au commerce des variétés seront supprimés, augmentant ainsi la portée des marchés nationaux et internationaux.

Il convient de noter que la formation et le lancement de l'Association africaine des sélectionneurs de plantes en 2019 avec des branches dans les pays d'Afrique subsaharienne sont une évolution positive pour la sensibilisation et la promotion de la protection des obtentions végétales en Afrique. D'autres utilisateurs finaux, tels que les agriculteurs, bénéficieraient de la protection des obtentions végétales grâce à la fourniture de variétés améliorées avec des rendements améliorés, une résistance/tolérance aux ravageurs et aux maladies, une tolérance à la sécheresse, à la chaleur, aux inondations, des variétés de cultures efficaces pour l'utilisation des nutriments, la diversité des variétés, l'efficacité des intrants, une qualité améliorée des cultures, de nouveaux marchés et, en fin de compte, une rentabilité accrue ainsi que des moyens de subsistance améliorés. Les consommateurs bénéficieraient également d'une mise en œuvre efficace de la protection des obtentions végétales grâce à la réduction du coût des aliments, à des variétés dotées d'une qualité nutritionnelle améliorée, à une utilisation efficace des terres, à un goût et à une qualité de stockage améliorés ainsi qu'à la diversité des produits.

ÉTUDE DE CAS SUR LA MISE EN ŒUVRE DE LA PROTECTION DES OBTENTIONS VÉGÉTALES AU KENYA

Mise en œuvre de la protection des obtentions végétales au Kenya

1 661 demandes de protection des obtentions végétales reçues en octobre 2018, locales (Kenya) = 31,21% de demandes, étrangères = 68,79% de demandes. Les candidats locaux sont issus d'institutions publiques = 80,55%, d'institutions privées = 19,4%.

Impact de la protection des obtentions végétales au Kenya

Création d'emplois : estimée à plus de 500 000 personnes (dont plus de 100 000 employés d'exploitations horticoles) dépendant de l'industrie horticole. Augmentation de l'introduction de variétés de cultures grâce à une meilleure description des variétés – cette dernière rendue possible par : i) des principes directeurs d'examen de l'UPOV facilement disponibles pour la plupart des cultures agricoles;ii) du personnel formé par l'UPOV à l'élaboration de principes directeurs d'examen nationaux;iii) des collaborations et la coopération entre les obtenteurs et les autorités chargées des tests sur la description variétale;iv) un intérêt accru pour le Kenya par les sélectionneurs étrangers (les sélectionneurs en dehors du Kenya soumettent leurs variétés au système national de protection);v) les sélectionneurs internationaux ayant incorporé leurs sociétés au niveau national pour produire et commercialiser leurs variétés;vi) l'amélioration du renforcement des capacités, du financement, de l'échange de matériel génétique et de la commercialisation des variétés.⁴

CONCLUSIONS

Le système de la protection des obtentions végétales est une évolution positive qui vise à répondre aux intérêts des obtenteurs végétaux et des autres parties prenantes tout au long de la chaîne de valeur des semences. Les avantages de la loi touchent plusieurs secteurs de l'économie des pays d'Afrique subsaharienne et favoriseront le développement national. La protection des obtentions végétales a un énorme potentiel pour améliorer la productivité et le système semencier, protéger la diversité génétique et donner aux agriculteurs les moyens d'accéder à de nouveaux marchés et d'attirer les investissements du secteur privé dans l'obtention végétale. Une sensibilisation agressive et ciblée sur les principales dispositions devrait être poursuivie par les pays d'Afrique subsaharienne, les membres de l'Association africaine des sélectionneurs de plantes étant en première ligne. Le développement de politiques institutionnelles de propriété intellectuelle par les SNRA menant des recherches en phytologie devrait être poursuivi par les SNRA en Afrique subsaharienne. On ne saurait trop insister sur le financement durable du développement variétal et l'homologation de variétés nouvelles et améliorées pour répondre aux besoins de tous les acteurs tout au long des chaînes de valeur des cultures.

¹ Source: momagri.org ; www.fao.org.

² www.upov.int/about/en/pdf/353_UPOV_Report.pdf.



³ Source: Kitisri Sukhapinda (2011) Executive Summary, Symposium on Plant Breeding for the Future.

⁴ Source: Simeon Kibet Kogo (2018) Plant Variety Protection in Kenya presented during ARIPO Conference in Namibia.

Références

- Adu-Dapaah, H. (2017) Root and tuber entrepreneurship development Module (1): ECOWAS seed systems, law and regulations. 2P Concept, Tech, Printers. Arusha Protocol for the Protection of New Plant Varieties of Plants ARIPO. Website www.aripo.org.
- Adu-Dapaah, H. (2021) *Plant Variety Protection and Seed Business Empowerment*. Training manual. Senegal: CORAF.
- Almazroui, M., Saeed, S., Islam, M.N. *et al.* Assessment of uncertainties in projected temperature and precipitation over the Arabian Peninsula: a comparison between different categories of CMIP3 models. *Earth Syst Environ* **1**, 12 (2017). <https://doi.org/10.1007/s41748-017-0012-z>
- Anon. (2011) *Fifteenth Anniversary of the UPOV Convention (1961–2011)*. WIPO Publication No. 356 (E). Geneva.
- Berg, A., & Sheffield, J. (2018). Climate change and drought: The soil moisture perspective. *Current Climate Change Reports*, 4(2), 180– 191.
- Bucchignani E *et al* (2018) Climate change projections for the Middle East-North Africa domain with COSMO-CLM at different spatial resolutions. *Adv Clim Change Res*. <https://doi.org/10.1016/j.accre.2018.01.004>
- CCAFS. 2017. Annual report 2016: Power of partnerships. Wageningen, The Netherlands: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). Available online at: bitly.com/ccafs2016
- Chadwick, R., Good, P., Martin, G., & Rowell, D. P. (2016). Large rainfall changes consistently projected over substantial areas of tropical land. *Nature Climate Change*, **6**(2), 177– 181.
- Eleblu, J.S.Y., Darko, E.T. and Danquah, E.Y. (2021) Case for climate smart agriculture in addressing the threat of climate change. In: Leal Filho, W., Ogugu, N., Adelake, L. and de Silva, I. (eds), *African Handbook of Climate Change Adaptation*. Cham: Springer. pp 1-15 doi: 10.1007/978-030-42091-8 32-1.
- FAO (2010) *Climate Smart Agriculture: Policies, Practices, and Financing for Food Security, Adaptation and Mitigation*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. 2019. *The State of Food and Agriculture 2019. Moving forward on food loss and waste reduction*. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. ISBN 978-92-5-131789-1
- Lippert, L., Thomson, P., Campbell, B.M., Baedeker, T., Braimoh, A., Bwalya, M., Torquebiau, E.F., *et al.* (2014) Climate-smart agriculture for food security. *Nature Climate Change* **4**: 1068–1072. doi: 10.1038/nclimate2437.
- Rafferty AE, Zimmer A, Frierson DMW, Startz R, Liu P. (2017). Less Than 2 °C Warming by 2100 Unlikely. *Nat Clim Chang*. 2017;7:637-641. doi: 10.1038/nclimate3352. Epub 2017 Jul 31. PMID: 30079118; PMCID: PMC6070153.
- Smith, M.R. and Myers, S.S. (2018) Impact of anthropogenic CO2 emissions on global human nutrition. *Nature Climate Change* **8** (9): 834.
- Tol, R.S.J. (2018) The economic impacts of climate change. *Review of Environmental Economics and Policy* **12**: 4–25.
- UPOV Convention (1991) *International Convention for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV)* of December 2, 1961 as revised at Geneva on November 10, 1972, October 23, 1978 and March 19, 1991.
- UPOV (2018) *Overview of UPOV*, Publication No. 437.
- Zougmore, R., Partey, S., Ouédraogo, M. *et al.* Toward climate-smart agriculture in West Africa: a review of climate change impacts, adaptation strategies and policy developments for the livestock, fishery and crop production sectors. *Agric & Food Secur* **5**, 26 (2016). <https://doi.org/10.1186/s40066-016-0075-3>

Présentation faite au séminaire



PLANT VARIETY PROTECTION: A CATALYST FOR DEVELOPING CLIMATE SMART CROP VARIETIES IN SUB-SAHARAN AFRICA

Prof. Hans Adu-Dapaah, FGA² **Dr. Micheal Osei Kwabena¹** **Dr. Stephen Yeboah¹**

¹CSIR-Crops Research Institute, P. O. Box 3785 ²CSIR-College of Science and Technology, P. O. Box 3785

Introduction

- As Africa's population continues to grow (projected to be 2b by 2050) and arable land and other resources become scarce, there is the need to increase agricultural productivity (i.e. increase yields and quality using less input).

Introduction

Agricultural productivity in Africa is low compared to other parts of the world

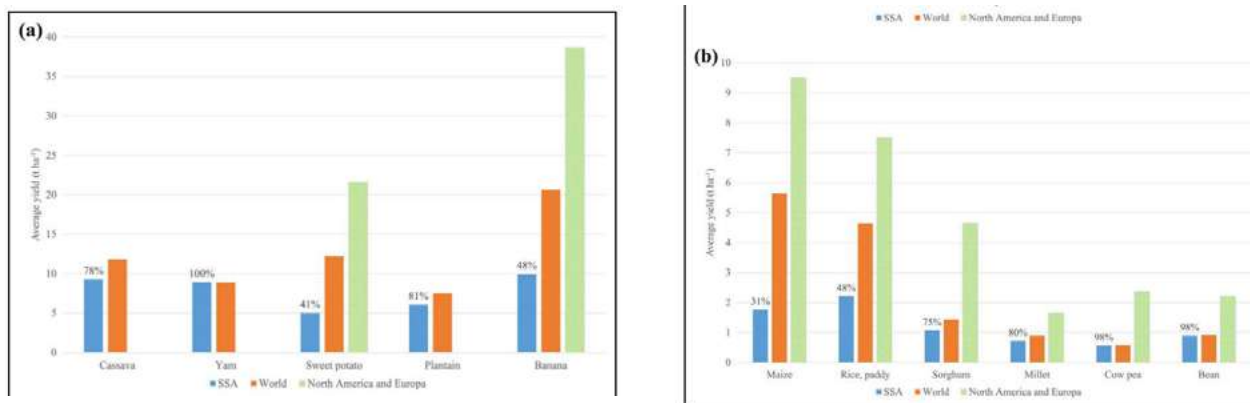


Figure 1(a) and (b) average yields (t/ha) of the 10 selected staple crops, for SSA, the world, and north America/ Europe. FAOSTAT, 2016. SSA: sub-Saharan Africa.

Challenges to agricultural production in Africa

- Rapid declining soil fertility (especially nitrogen)
- Increased complexity of pests and diseases of crops.
- Postharvest losses and short shelf- life of produce



- Inherent low yields of crops
- Lack of labour
- Bush fires leading to
- Loss of biodiversity



- Ecological concerns
- Illegal mining activities destroying agricultural lands and water bodies and distorting ecologies
- Loss of biological diversity
- Land constraints



Achieving food & nutrition security in 2050

- Africa imported roughly \$81b of food in 2019. The continent's food demand will double in the next decade.
- Crop production will have to double/triple by 2050, using limited resources (land, water, nitrogen etc.)
- Need to increase productivity per unit area (intensification)
- Smart breeding has a role to play to achieve food and nutrition security.

- Over the years the national agricultural research systems(NARS) in SSA have developed and released a number of improved crop varieties.
- Most of these varieties are being commercialised without any return on investment to the breeders who developed them.
- Funding for sustainable development of climate smart crop varieties is difficult to come by in SSA.
- PVP, when well implemented may be a catalyst for sustainable development of CSCV, since it will attract investors.

- Pre-breeding: germplasm assembly, characterisation, evaluation, selection of potential parents for breeding
- Breeding: cross, evaluate, select, evaluate multiple sites, release
- Release & registration: Assessment and release by NVRRC at vegetative and maturity stages
- Post release: seed increase, disseminate, maintenance breeding

- Smart breeding is an integration of conventional breeding strategies with advanced molecular, genomic and phenomic tools to efficiently and effectively breed resilient crop varieties.
- The varieties should possess enhanced yield potential, resistant to biotic and abiotic stresses with consumer- preferred traits.
- There are array of tools and resources available to the breeder.
- These tools and resources include the following:

- Genetic resources conserved in situ, or in vitro; gene banks, core and representative collections, diverse panels in research centers, bi-parental, recombinant inbred lines, nested association mapping, advanced generation inter-cross (MAGIC), & training populations.

As well as those that can be used to characterise, evaluate, select and release to end-users.

The first generation breeding tools include domestication/selection, hybridization, as well as vegetative propagation techniques

- The 2nd generation breeding tools include: in vitro propagation techniques, organogenesis & embryo rescue, anther culture, somaclonal variation, in situ conservation and in vivo dissection and analysis.
- The 3rd generation B/Ts : molecular biology tools, QTL mapping, marker assisted breeding, sequencing, targeting induced local lesions in genomes.

The 4th generation B/Ts: next generation sequencing, genome aided breeding, epigenomics, transcriptomics, gene expression regulation

- Metabolomics, proteomics, gene editing & comparative genomics.
- The third & fourth generation tools outlined above add speed and precision to the array of tools currently available to fast track the development of improved climate smart crops.
- The need to evaluate each climate change scenario with the view to decide appropriate strategies to use based on available tools and resources cannot be over-emphasised.

Achievements

Examples: The devastating nature of rosette virus in groundnut



Variety susceptible to rosette virus



Resistant variety

Achievements

CSIR-CRI developed high-yielding drought tolerant maize variety



Etubi Hybrid



Local Var

Etubi Hybrid

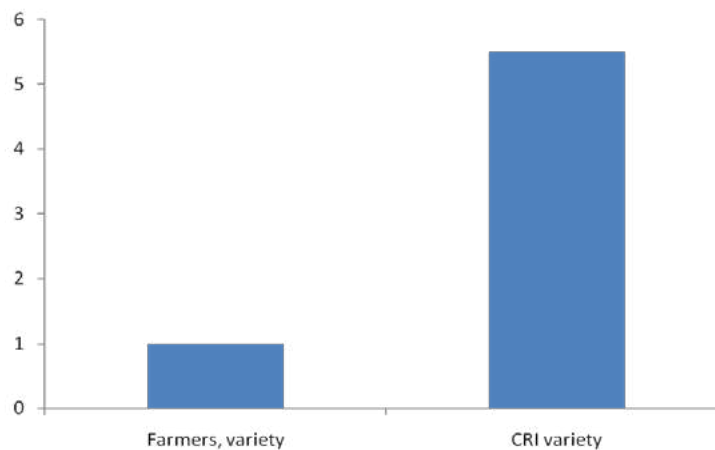
Achievements

Effect of flooding



Achievements

CSIR-CRI rice varieties compared with farmers varieties



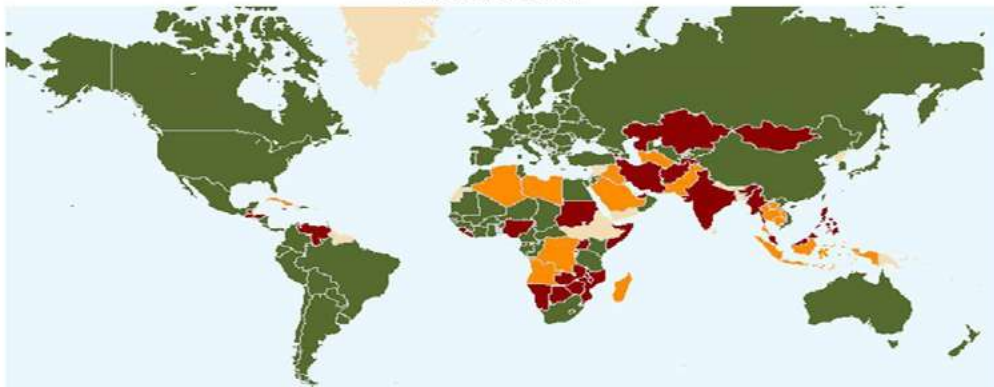
PLANT VARIETY PROTECTION SYSTEM

- The adoption of agreement on Trade Related Aspects of Intellectual Property Rights (TRIPS) required that contracting parties protect plant varieties either by **patents or by an effective *sui generis* system of protection or by a hybrid of these two systems.** (Article 27),3b) Patents and plant breeders rights are separate intellectual property rights with different conditions of protection scope and exceptions.

What is a Plant Breeder's Right?

- Plant Breeders' Right is a form of intellectual property right that seeks to grant plant breeders exclusive right to the varieties they develop.
- Plant Breeders Right aims at making sure that:
 - New varieties become available to society
 - Breeders have access to foreign varieties
 - Genetic diversity will be used sustainably
 - Export trade is supported

UPOV STATUS on November 3, 2021



The boundaries shown on this map do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of UPOV concerning the legal status of any country or territory

UPOV

- Members of UPOV (78) (covering 97 States)
- Initiating States (19) and Organization (1)
- States (22) and Organization (1) in contact with the UPOV Office

SCOPE OF BREEDER'S RIGHT

- Those acts are the following:
- Production or reproduction (multiplication)
- Conditioning for the purpose of propagation
- Offering for sale
- Selling or other marketing
- Exporting
- Importing
- Stocking for any of the above purposes

EXCEPTIONS TO THE PLANT BREEDER'S RIGHT

- The UPOV Convention establishes compulsory and optional exceptions.
- **Compulsory exceptions**
- UPOV members must provide for these exceptions. The compulsory exceptions are established in Article 15(1):
 - Acts done privately and for non-commercial purposes;
 - Acts done for experimental purposes and
 - Acts done for the purpose of breeding other varieties, and, except where the provisions of Article 14(5) apply, acts referred to in Article 14(1) to (4) in respect of such other varieties
- **Optional exceptions**
- Farm safe seed

BENEFITS UPOV SYSTEM OF PLANT VARIETY PROTECTION

- Encourages the breeding of new varieties – enabling farmers to respond to the environmental and economic challenges confronting agriculture.
- Provides farmers and growers with access to the best local and global varieties
- Enables variety choice to be combined with information and delivery of good quality planting material
- Offers a tool for capturing value through farmers and breeders

BENEFITS CONT'D

- Enables any farmer or grower to use the best available, protected varieties for breeding work
- Offers an effective and transparent system that is easily accessible for small and medium –sized enterprises
- Enables farmers and growers to develop local, national and international businesses
- Empowers farmers and growers in the production chain

CASE STUDY

- PVP Implementation in Kenya
- Status of Plant Variety Protection
- A total of 1639 applications for PVP received by April 2018
- Local (Kenyan) = 31.21% applications
- Foreign = 68.79% applications
- Local applicants are from:
 - Public institutions = 80.55%
 - Private institutions = 19.45 %

Impact of PVP in Kenya

- Employment creation: estimated at over 500,000 people (including over 100,000 flower farm employees) depend on the horticulture industry.
- Increase in introduction of crop varieties as a result of enhanced variety description- the latter made possible by: (i) readily available UPOV test guidelines for most agricultural crops (ii) Trained personnel by UPOV on development of national test guidelines (iii) Collaborations and cooperation between the breeders and the testing authorities on variety description.

CONCLUSION

- The PVP system is a positive development which seeks to address the interests of plant breeders and other stakeholders along the seed value chain.
- The benefits of PVP cuts across several sectors of the economies of sub-Saharan African countries and will promote national development.
- The PVP has an enormous potential to improve productivity, the seed system, protect genetic diversity, and empower farmers to access new markets and attract private sector investments in plant breeding.

CONCLUSION

- The formation of African Plant Breeders Association in 2019 with branches in most African countries is a positive development for PVP implementation in SSA.

OBTENTION VÉGÉTALE ET PROTECTION DES VARIÉTÉS VÉGÉTALES POUR L'ADAPTATION DES VARIÉTÉS AU CLIMAT JAPONAIS

M. Yasunori EBIHARA,

Directeur du service de protection des obtentions végétales, division de la propriété intellectuelle, bureau des exportations et des affaires internationales, Ministère de l'agriculture, des forêts et de la pêche (MAFF), Japon

IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES PRODUITS AGRICOLES

Le changement climatique a divers effets néfastes, notamment la hausse des températures, l'augmentation des précipitations extrêmes et l'élévation du niveau de la mer. Parmi ces effets, la hausse des températures a un impact particulièrement sévère sur la production agricole. Il est prévu que les températures élevées provoquent une mauvaise croissance des céréales et des troubles de la coloration de la peau, ce qui entraîne une modification de la zone appropriée pour la culture. Par exemple, d'ici 40 ans, la partie sud du Japon ne sera plus adaptée à la culture de la pomme et la zone de culture de la pomme devrait se déplacer plus au nord. La même situation est prévue pour d'autres produits agricoles.

Le réchauffement climatique affecte également la qualité de notre aliment de base, le riz. Une température élevée diminue la quantité d'amidon déposée dans un grain mûr et le grain devient blanc, ce qui signifie que la qualité du riz est considérablement diminuée. Ces problèmes de faible croissance sont de plus en plus fréquents.

De plus, la chaleur provoque des troubles de la coloration et de la nouaison des arbres fruitiers. La commercialisation est considérablement réduite par une coloration rouge insuffisante ou retardée lorsque les pommes sont exposées à une chaleur extrême. Des défauts de croissance des fruits ainsi qu'une mauvaise coloration sont également signalés pour les raisins.

DE NOUVELLES VARIÉTÉS VÉGÉTALES POUR S'ADAPTER AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Des variétés tolérables pour le stress thermique sont en cours de développement au Japon. Par exemple, de nouvelles variétés de riz qui présentent peu de difficultés dans des conditions de chaleur ont été développées. La variété de riz "Niji no Kirameki" contient moins de grains immatures par rapport à la variété populaire traditionnelle "Koshihikari". Ces variétés tolérantes à la chaleur sont appréciées des agriculteurs. De nouvelles variétés de fruits caractérisées par une bonne coloration même dans des conditions de chaleur ont été développées. La nouvelle variété d'impatiens "SunPatients" est tolérante au fort ensoleillement et à la chaleur.

De nouvelles techniques d'obtention telles que l'édition du génome sont utilisées pour développer du blé tolérant à la germination avant la récolte. Le blé devrait empêcher une baisse significative du rendement et de la qualité en cas de pluie.

La reconnaissance de nouvelles variétés végétales est la clé de l'adaptation au réchauffement climatique. Le Japon

développe un “Système d’obtention intelligent” qui intègre de grandes données sur le phénotype-génotype et de nouvelles techniques d’obtention pour faciliter le développement de nouvelles variétés végétales. Les variétés adaptées au changement climatique sont nos atouts et favorisent la compétitivité internationale du secteur agricole, tandis que le système de protection des obtentions végétales est la base pour encourager le développement de nouvelles variétés végétales.

STRATÉGIE DE PROTECTION DES OBTENTIONS VÉGÉTALES

Il a fallu pas moins de 33 ans pour développer le nouveau cépage japonais “Shine Muscat”, et 13 chercheurs ont été engagés sur ce projet au cours des 18 dernières années. Grâce à sa bonne qualité, le prix du marché est deux fois plus élevé que les prix des autres cépages, contribuant à l’augmentation des revenus des agriculteurs. Cependant, lorsque cette variété a été mise sur le marché, l’obteneur n’a pas acquis les droits d’obtention végétale à l’étranger. En conséquence, “Shine Muscat” s’est largement répandu, sans protection, en Asie contre l’intention de l’obteneur. Cela signifie que les agriculteurs japonais sont perdants sur le marché d’exportation du “Shine Muscat” d’origine. Les parties prenantes au Japon reconnaissent l’importance du système de protection des obtentions végétales et ont besoin de renforcer le système ainsi que d’accélérer la sélection végétale.

Le Ministère de l’agriculture, des forêts et de la pêche a élaboré la “Stratégie 2025 du MAFF en matière de propriété intellectuelle” en 2021. La stratégie indique clairement l’orientation de la politique en matière de propriété intellectuelle du Japon. Les trois initiatives suivantes traitent de la sortie involontaire de variétés protégées :

- modification de la loi sur la protection des obtentions végétales et les semences pour renforcer le système de protection des variétés végétales;
- sensibilisation et soutien accrus à la protection des variétés japonaises à l’étranger;
- renforcement de la coopération en matière de protection des obtentions végétales en Asie.

En ce qui concerne la coopération, le Japon a promu la coopération en matière de protection des obtentions végétales avec l’UPOV et le Forum sur la protection des obtentions végétales en Asie orientale (Forum EAPVP). Le Japon s’est engagé à contribuer à la construction de “e-PVP Asia”, qui est une plateforme de coopération visant à fournir des services visant à améliorer l’efficacité du dépôt et de l’administration des demandes et des octrois de droits d’obteneur dans les pays participant à e-PVP Asia, et à renforcer la coopération en matière d’examen de la distinction, de l’homogénéité et de la stabilité (DHS) entre les pays participants. Ainsi, “e-PVP Asia” aidera à la fois les obtenteurs et les autorités relatives à la protection des obtentions végétales des membres de l’UPOV en Asie. Le Japon estime que e-PVP Asia renforcera le système de la protection des obtentions végétales en Asie et offrira aux agriculteurs de plus grandes opportunités de bénéficier de nouvelles variétés végétales.

Présentation faite au séminaire

Plant breeding and PVP for variety adaptation to the Japanese climate

Yasunori Ebihara
Plant Variety Protection Office, Intellectual Property Division
Export and International Affairs Bureau
MAFF of Japan



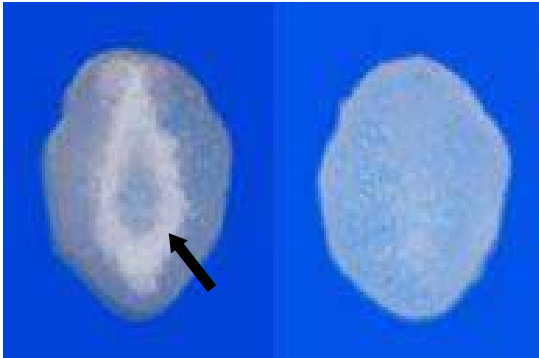
12 Oct 2022

Introduction

- As Africa's population continues to grow (projected to be 2b by 2050) and arable land and other resources become scarce, there is the need to increase agricultural productivity (i.e. increase yields and quality using less input).

Impacts of Climate Change on agricultural products

Rice



Immature starch formation in grain due to high temperatures.

Apple



Poor or delayed coloring of fruit due to high temperature

Deterioration of fruit quality reported in other fruits (grapes, peaches, etc.)

New plant varieties are key to adapt to Climate Changes

Rice

High temperature tolerant variety with few immature grains



NIJINOKIRAMEKI (protected new variety)

KOSHIHIKARI (existing variety)

Grapes

New varieties with good coloration even at high temperatures



Grosz Krone (PVP applied)

Apples

New varieties with good coloration even at high temperatures

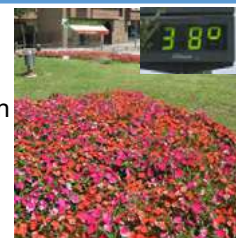


BENIMINORI KINSHU
New varieties with good coloration

TSUGARU (existing variety)

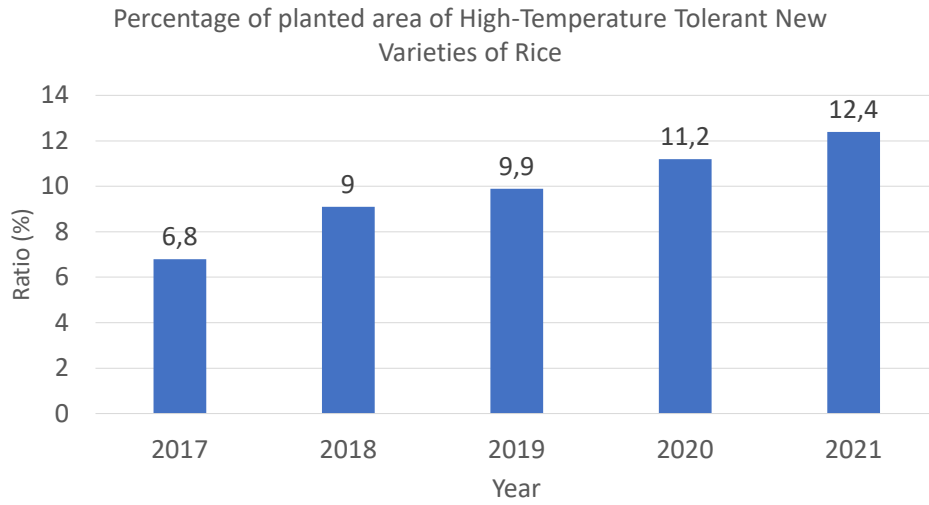
Impatiens

· Growing well in wide range conditions, even at high temperature



SunPatiens

Growing needs for new varieties to adapt climate change



Innovation to facilitate breeding of new varieties to adapt to Climate Change

“Smart breeding system” in combination with AI and new breeding technologies will enable more efficient and faster breeding by big data on phenotype-genotype information.

Developing the “Smart breeding system”

Market demand Meteorological data

Cultivation data genome information

Facilitates the breeding of improved varieties adapted to climate change


Genome Editing Technologies

- Pre-harvest sprouting tolerant wheat variety


It was bred by Okayama university and National Agriculture and food Research Organization.

Case Unintended outflow of plant varieties developed in Japan

Shine Muscat



- Bred in Japan
- Registered in 2006
- Period of breeding is 33 years !!
- It has a strong sweetness, excellent taste, and can be eaten with the skin, so it is traded with high price.
- It is high expected as a main product of export.



**Japan
Brand!!!**

As the background of this case, two factors are identified:

1. Because domestic seed/seedling market was large enough to sustain breeding activities, Japanese breeders haven't tended to acquire PBRs for their new varieties outside Japan.
→ Duration of Novelty was already over, and breeders could not apply for their variety to overseas

2. Under the Japan's PVP Act before its amendment, once a protected seedling is released to the market, PBR of that seedling is exhausted on export.

30 times more area under cultivation abroad (53,000 ha) than in Japan (1,840 ha)

Consequently,...

Production, Trade, or Marketing of "Shine Muscat" has been widely spread in Asia, and which is not the intention/strategy of the breeder of "Shine Muscat".

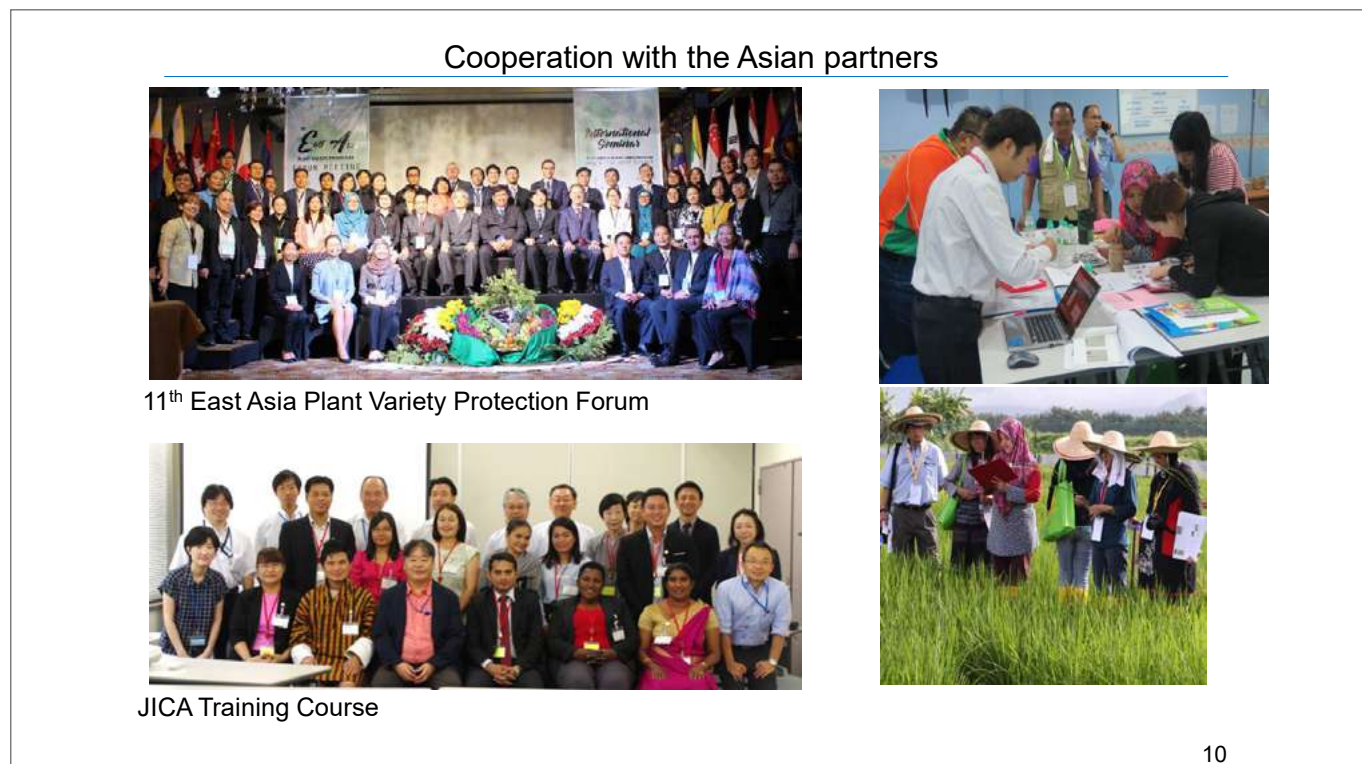
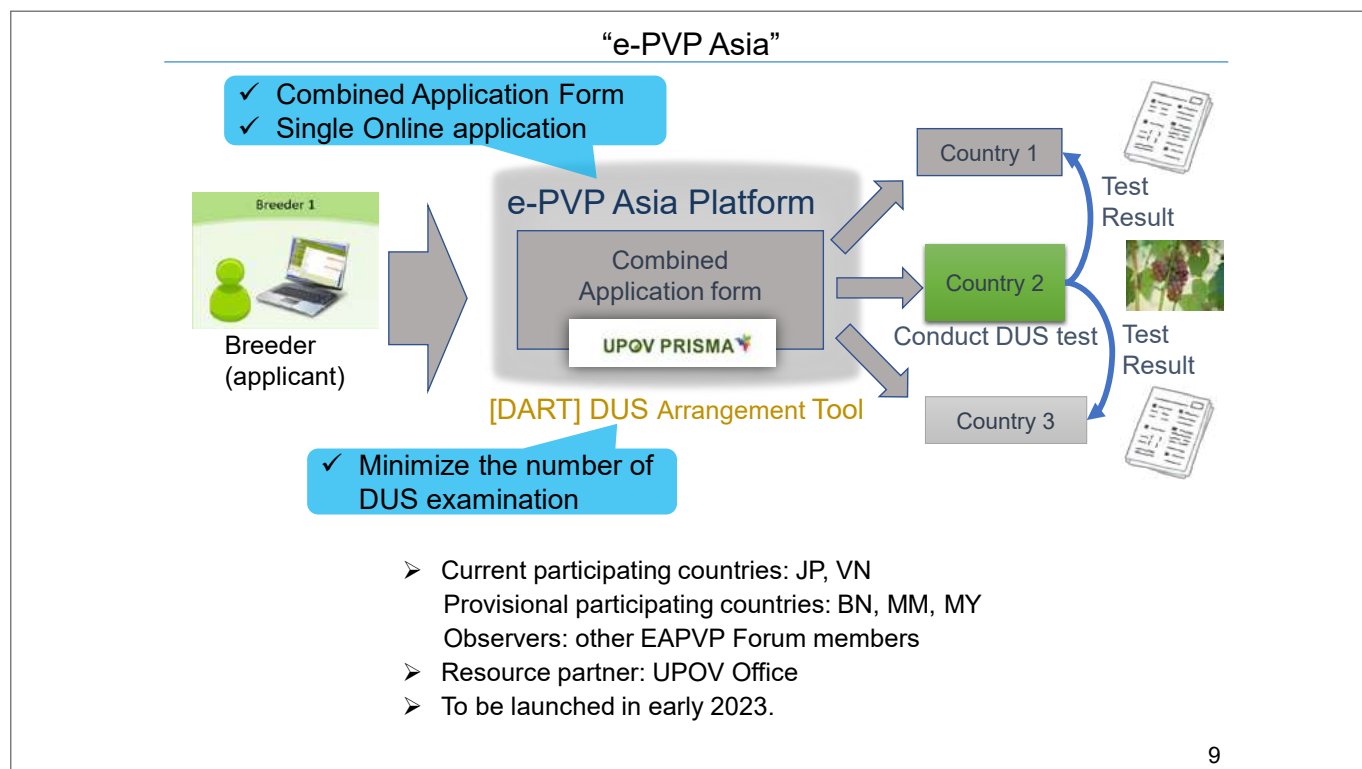
→ This situation caused not only a loss of Japan's export market, but also damage of Japan's Brand

Strategy of Plant Variety Protection - IP Strategies 2025

- Unintended outflow of new plant varieties to the foreign countries
- Lack of awareness of importance of PVP



<p style="text-align: center; background-color: #4a7ebb; color: white; padding: 5px;">Amendment of the PVP Act in JP</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ Designation of export destination country by right holders when filing application ➢ Any acts in respect of the propagating material of protected varieties shall require the authorization of right holders (except with "Compulsory exemption") 	<p style="text-align: center; background-color: #4a7ebb; color: white; padding: 5px;">Encourage breeders to apply foreign countries</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ Government provides support and raising awareness of the protection of new plant varieties in foreign countries to enforce the breeders' right (Injunction, compensation claims) 	<p style="text-align: center; background-color: #4a7ebb; color: white; padding: 5px;">Enhancement of cooperation with PVP Office in foreign countries</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ Efficient application in Asian countries ➢ Enhanced DUS cooperation to minimize the number of DUS examination in participating countries
--	---	--



Thank you for your attention!

QUESTIONS

SUKHAPINDA Kitisri (Mme), conseil en brevet, bureau de la politique et des affaires internationales (OPIA), Office des brevets et des marques des États-Unis d'Amérique (États-Unis d'Amérique) (modératrice)

Maintenant, je veux vous donner la parole pour quelques questions. Il ne nous reste que quelques minutes, alors, s'il vous plaît, levez la main, la main verte, et nous pourrions, vous savez, vous demander de formuler votre question.

HUERTA Yolanda (Mme), conseillère juridique et directrice chargée de la formation et de l'assistance, UPOV

Kitisri, il y avait une question du professeur Morten.

LILLEMORTEN Morten (M.), professeur, Université norvégienne des sciences de la vie, faculté de biosciences (Norvège) (orateur)

Oui. J'ai une petite question concernant la présentation du Canada pour Anthony Parker. Cette Convention UPOV est-elle également utilisée par des entreprises d'obtention privées au Canada ou ces dernières utilisent-elles des brevets sur les variétés végétales?

PARKER Anthony (M.), commissaire, Bureau de la protection des obtentions végétales, Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) (Canada) (orateur)

Merci pour cette question, Professeur. Au Canada, les droits d'obtenteur fondés sur l'UPOV sont utilisés à la fois par le secteur public et le secteur privé. C'est vraiment la culture qui dépend de la proportion d'utilisation dans les céréales. Elle a tendance à être davantage dominée par les entités du secteur public, en particulier en raison de l'absence d'un bon système de collecte des semences de ferme.

Cependant, pour d'autres cultures telles que le soja, le maïs et le canola, la protection des obtentions végétales est utilisée presque exclusivement par le secteur privé. Nous avons une situation intéressante au Canada, que d'autres pays connaissent également, les formes de vie supérieures ne sont pas des objets brevetables au Canada, contrairement aux sous-unités telles que des gènes spécifiques. Généralement, le secteur privé utilise la protection par brevet d'utilité du secteur privé sur des éléments tels que les caractères génétiquement modifiés.

SUKHAPINDA Kitisri (Mme), conseil en brevet, bureau de la politique et des affaires internationales (OPIA), Office des brevets et des marques des États-Unis d'Amérique (États-Unis d'Amérique) (modératrice)

D'accord. Merci pour la question et pour la réponse. Avons-nous d'autres questions? Il nous reste du temps pour une autre question.

HUERTA Yolanda (Mme), conseillère juridique et directrice chargée de la formation et de l'assistance, UPOV

Laura Villamayor a demandé la parole.

SUKHAPINDA Kitisri (Mme), conseil en brevet, bureau de la politique et des affaires internationales (OPIA), Office des brevets et des marques des États-Unis d'Amérique (États-Unis d'Amérique) (modératrice)

Très bien, allez-y Laura.

VILLAMAYOR María Laura (Mme), coordinatrice des relations institutionnelles et interjuridictionnelles, Institut national des semences (INASE), Secrétariat de l'agriculture, de l'élevage, de la pêche et de l'alimentation, Buenos Aires (Argentine)

Bonjour. Je voudrais également poser une question à Anthony. Vous avez mentionné, si je vous comprends bien, que vous utilisez des marqueurs optiques, parce qu'on essaie aussi de valider des marqueurs optiques pour l'identification des variétés. Donc, dans quelle espèce essayez-vous cette nouvelle technologie pour valider les marqueurs optiques de variétés, parce que nous les utilisons pour le soja et pour le blé et j'aimerais savoir si vous avez une expérience à ce sujet, et si vous pouvez nous le dire. Merci, Anthony. Merci pour votre excellente présentation.

PARKER Anthony (M.), commissaire, Bureau de la protection des obtentions végétales, Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) (Canada) (orateur)

Merci, Laura. Oui, en effet, le projet de recherche spécifique dont nous parlions était l'utilisation de marqueurs optiques par une institution publique pour l'évaluation des variétés de blé. À l'heure actuelle, nous n'avons pas intégré cela dans notre programme d'évaluation DHS. Il s'agit donc simplement d'un projet de recherche qui ciblait spécifiquement les caractéristiques des lignées de blé qui ont été développées durant 120 ans, en essayant d'identifier des caractéristiques utiles pour le changement climatique.

Nous ne les avons donc pas encore utilisées dans notre bureau, mais nous restons ouverts d'esprit, comme de nombreux pays membres de l'UPOV, au potentiel non seulement des marqueurs biomoléculaires, mais peut-être de nouvelles techniques d'évaluation des phénotypes pour établir l'uniformité, la stabilité et la distinction. Mais, malheureusement, notre bureau n'en est pas à ce stade-là. Il est donc certain que si l'Argentine a œuvré dans ce domaine ou dans d'autres, nous serions ravis de le savoir et d'en être informés. Merci.

VILLAMAYOR María Laura (Mme), coordinatrice des relations institutionnelles et interjuridictionnelles, Institut national des semences (INASE), Secrétariat de l'agriculture, de l'élevage, de la pêche et de l'alimentation, Buenos Aires (Argentine)

Oui, en effet, nous travaillons dans nos laboratoires de l'Institut national uniquement pour valider cette technique, afin que nous puissions partager notre expérience et peut-être que nous pouvons également la partager avec les autres membres de l'UPOV. Je vous remercie.

LE RÔLE DE LA PROTECTION DES VARIÉTÉS VÉGÉTALES DANS LA PROMOTION DU DÉVELOPPEMENT DES VARIÉTÉS VÉGÉTALES QUI S'ADAPTENT AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET EN ATTÉNUENT LES EFFETS. L'EXEMPLE DU KENYA

M. Simon Mucheru Maina

Service kényan d'inspection phytosanitaire (Kenya)

INTRODUCTION

L'agriculture est le pilier de l'économie kényane, où elle contribue à environ 33% du produit intérieur brut. Elle emploie plus de 40% de la population totale et 70% de la population rurale. Le secteur agricole représente 65% des recettes d'exportation et fournit des moyens de subsistance à plus de 80% de la population kényane, contribuant à l'amélioration de la nutrition grâce à la production d'aliments sûrs, diversifiés et riches en nutriments (Gouvernement du Kenya 2011;FAO 2010).

Les principales cultures vivrières au Kenya sont le maïs, le blé, le riz, les pommes de terre, les haricots mungo et les haricots. Le maïs est le principal aliment de base du Kenya et il est cultivé dans 90% de toutes les fermes kényanes, tandis que le haricot commun est la légumineuse la plus importante (AFA 2021). Les cultures résistantes à la sécheresse telles que le sorgho, le niébé et le pois d'Angole deviennent de plus en plus importantes en raison du changement climatique.

L'agriculture au Kenya est principalement pluviale. Cela représente un défi puisque seulement 20% des terres reçoivent des précipitations fiables, tandis que le reste du pays est aride ou semi-aride. La pression démographique dans les zones hautement productives et la conversion des terres agricoles en établissements humains qui en résulte, associée à la dégradation des sols due à une utilisation non durable, ont entraîné une baisse de la productivité. Il devient de plus en plus important pour les agriculteurs de s'aventurer dans les environnements plus secs pour la production agricole. La situation est aggravée par le changement climatique.

Le changement climatique a entraîné une augmentation des températures et des changements dans les tendances et les modèles saisonniers. Ces dernières années, le Kenya a connu de longues périodes sèches et des précipitations en dehors des saisons habituelles. Des inondations ont également été observées. Avec l'évolution des conditions climatiques, le pays a été témoin de l'émergence et de la propagation de nouveaux ravageurs et maladies tels que la nécrose létale du maïs, la chenille légionnaire d'automne, entre autres. Tous ces facteurs ont entraîné des menaces pour la sécurité alimentaire. Il est donc très important pour les obtenteurs de développer des variétés résistantes aux conditions agroécologiques difficiles.

PROTECTION DES OBTENTIONS VÉGÉTALES AU KENYA

Au cours des 25 dernières années, le Gouvernement du Kenya s'est engagé dans la promotion de l'obtention végétale par la mise en œuvre d'un système de protection des variétés végétales. Dans le cadre de ce système, les obtenteurs de nouvelles variétés végétales obtiennent des droits, qui garantissent que toute personne souhaitant commercialiser leurs variétés obtient une licence et paie des redevances sur la vente de la variété. De cette manière, l'obtenteur peut récupérer son coût d'investissement, ce qui le motive à développer de nouvelles variétés de cultures.

L'office chargé de la protection des obtentions végétales a été créé en 1997 et relève du Service kényan d'inspection phytosanitaire (KEPHIS) depuis 1998. Le cadre juridique de la protection des variétés végétales est prévu dans la Loi sur les semences et les obtentions végétales (Cap 326) des lois du Kenya. Le Kenya applique également la Convention UPOV, étant devenu membre en 1999 en vertu de la Convention de 1978. Actuellement, le Kenya met en œuvre la Convention UPOV de 1991 après son adhésion à cette Convention en mai 2016. Le Kenya accorde des droits d'obteneur pour tous les genres et espèces de plantes.

La création d'un office de protection des obtentions végétales et l'adhésion subséquente à l'UPOV ont conféré les avantages suivants : principes directeurs d'examen de l'UPOV facilement disponibles pour la plupart des cultures agricoles; personnel formé grâce à la coopération avec l'UPOV et ses membres à l'élaboration de principes directeurs d'examen nationaux; collaboration et coopération entre les obtenteurs et l'autorité chargée des essais sur les descriptions variétales. Cela a permis d'améliorer la capacité d'essai des variétés.

KEPHIS s'est engagé en faveur de la sensibilisation des obtenteurs pour développer de nouvelles variétés et bénéficier du système de protection des obtentions végétales. Cela a entraîné l'introduction accrue de nouvelles variétés de cultures.

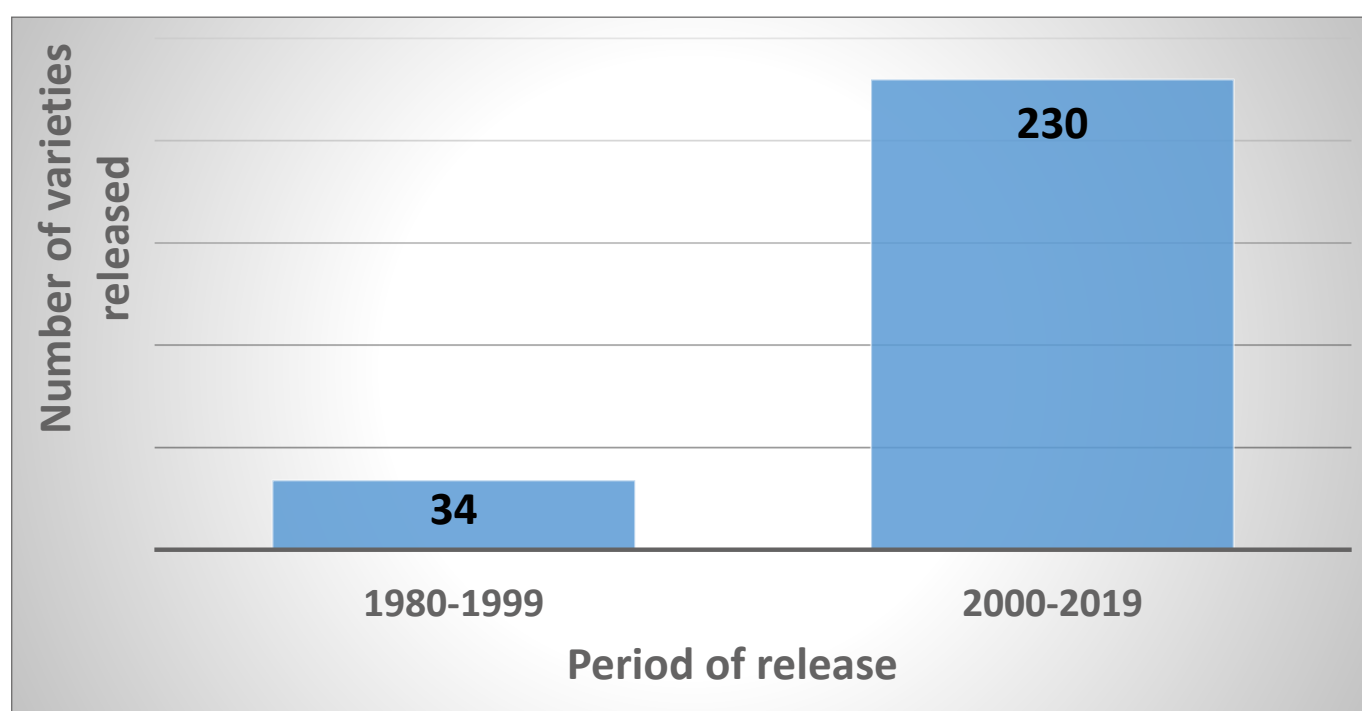


Figure 1. . Comparaison des variétés tolérantes à la sécheresse homologuées au cours des périodes 1980–1999 et 2000–2019 (Source : KEPHIS).

Les obtenteurs se sont lancés dans le développement de variétés de maïs, de patate douce, de manioc, de sorgho, de pois d'Angole, d'amarante et d'herbes de prairies tolérantes à la sécheresse, entre autres. La mise en œuvre d'un système de protection des obtentions végétales a entraîné une multiplication par près de sept du nombre de variétés tolérantes à la sécheresse mises sur le marché. Au cours des trois dernières années seulement, un total de 41 variétés intelligentes face au climat ont été lancées. Des efforts sont également déployés pour commercialiser des variétés tolérantes aux ravageurs et aux maladies afin de lutter contre les ravageurs émergents en raison du changement climatique. Seize variétés tolérantes à la nécrose létale du maïs ont été mises sur le marché, tandis que des variétés de maïs tolérantes à la chenille légionnaire d'automne sont en cours d'évaluation.

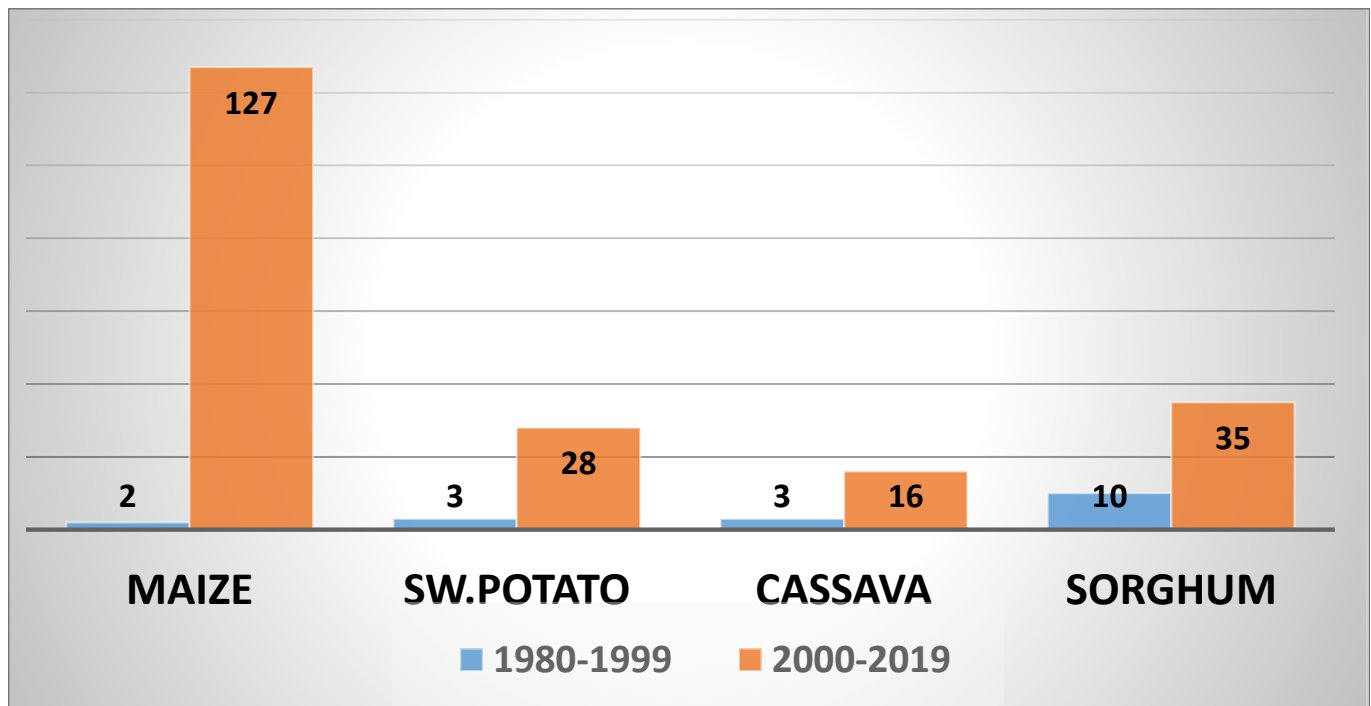


Figure 2. Comparaison des variétés tolérantes à la sécheresse de cultures spécifiques homologuées au cours des périodes 1980–1999 et 2000–2019 (Source : KEPHIS).

Initialement, l'essentiel de la sélection était entrepris par des obtenteurs publics, mais, avec la mise en œuvre de la protection des variétés végétales, des sociétés semencières privées se sont lancées dans la sélection.

En raison du changement climatique, les sélectionneurs ont réagi en développant des variétés de nouveaux types d'espèces. Au cours des 10 dernières années, de nouvelles variétés d'amarante et d'herbes de prairies ont été développées. Les herbes de prairies en particulier auront un impact sur la production de bétail dans les régions les plus sèches du pays.

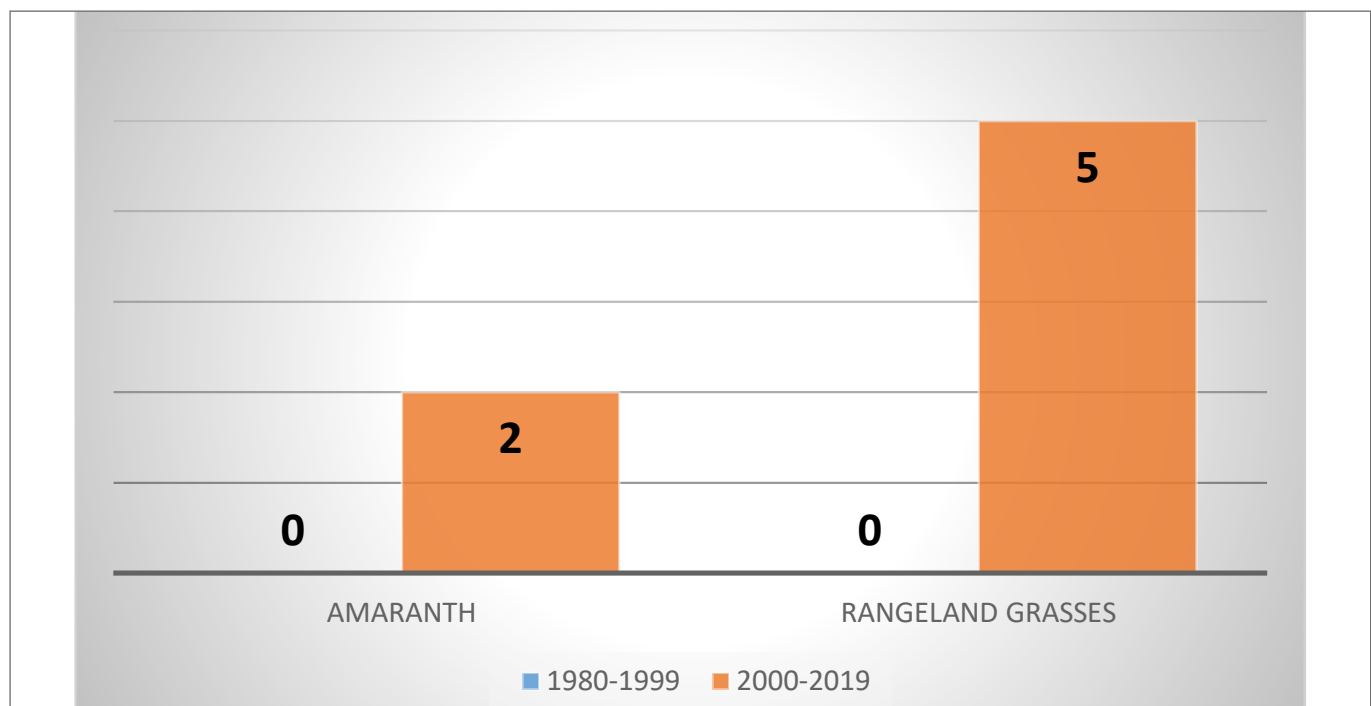


Figure 3. Introduction de variétés tolérantes à la sécheresse d'amarante et d'herbes de prairies (Source : KEPHIS).

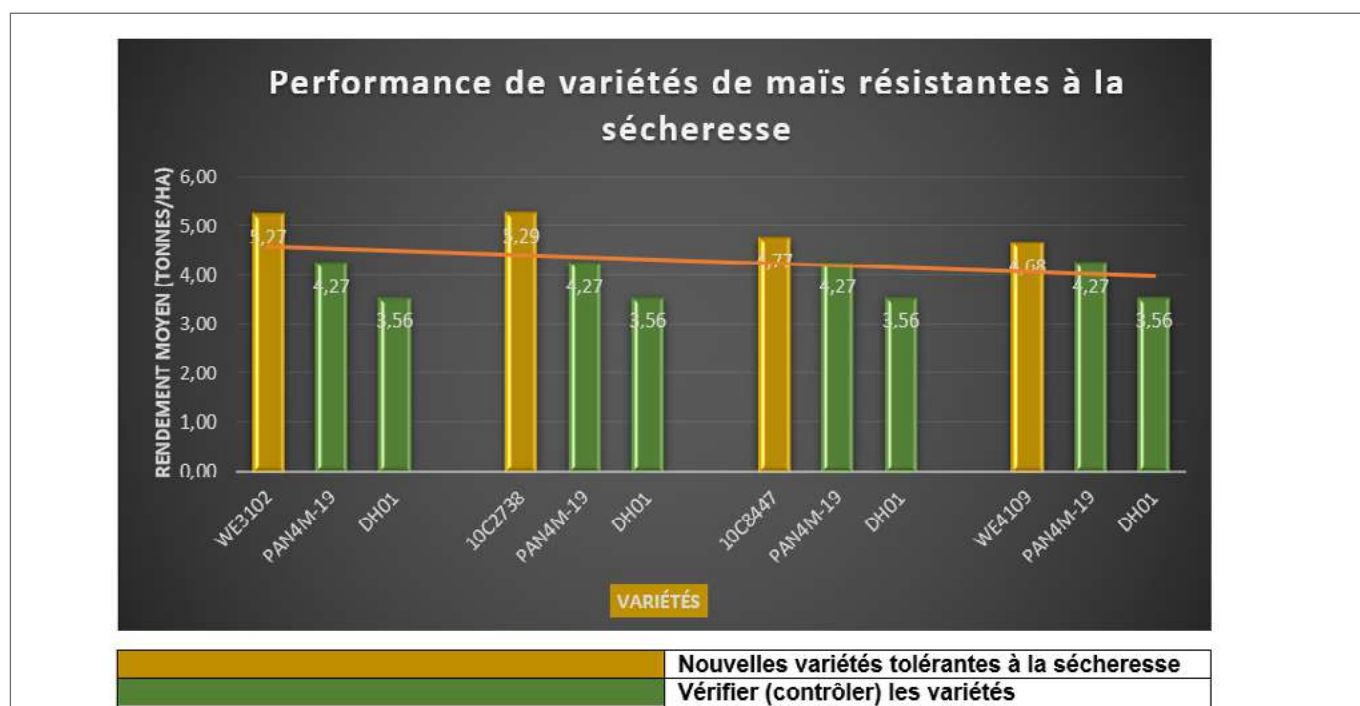


Figure 4. Augmentation de la production grâce à l'obtention de variétés à meilleur rendement et tolérantes à la sécheresse (Source : KEPHIS).

Il y a un développement considérable de variétés résistantes au climat à la suite de l'introduction de la protection des variétés végétales au Kenya. Cela est dû au fait que les obtenteurs ont l'assurance d'un retour sur investissement à la suite du développement de nouvelles variétés; renforcement de la capacité d'essai de nouvelles variétés; et collaboration et coopération entre les obtenteurs et l'autorité chargée des tests sur les tests variétaux.

RÉFÉRENCES


AFA (Agriculture and Food Authority) (2021) Overview of Food Crops. <http://food.agricultureauthority.go.ke/index.php/sectors/overview>

FAO (2010) Agricultural Policy Frameworks in Kenya. Food and Agriculture Policy Decision Analysis. http://www.fao.org/fileadmin/templates/fapda/Kenya-Policy_Report.pdf


Government of Kenya (2011) *Medium-Term Expenditure Framework 2011/12–2013/14*. Report for the Agriculture and Rural Development Sector. Nairobi: Government Printers.

USAID Kenya. <https://www.usaid.gov/kenya/agriculture-and-food-security>


Présentation faite au séminaire



THE ROLE OF PVP IN PROMOTING DEVELOPMENT OF CROP VARIETIES THAT ADAPT TO, AND MITIGATE, CLIMATE CHANGE – EXAMPLE OF KENYA”



Simon M. Maina
Head, Seed Certification and Plant
Variety Protection
KEPHIS



Introduction

- The Kenyan economy is largely dependent on agriculture for raw materials, food security, employment and general livelihoods.
- Climate change has resulted in increased temperatures, changes in seasonal trends and patterns.
- In recent years, Kenya has witnessed extended dry periods and rainfall outside the normal seasons.
- With the changing climatic conditions, the country has witnessed emergence of new pests and diseases such as maize Lethal Necrosis (MLN), Fall Army Worm (FAW) among others.
- It is therefore very important for breeders to develop varieties that are resilient to harsh agro-ecological conditions.



Plant Variety Protection in Kenya

- The office to administer the PVP was established in 1997 and has functioned under KEPHIS since 1998
- Kenya acceded to UPOV under the 1978 Convention in **13th May 1999**
- The Seeds and Plant Varieties Act was amended in **2012** to incorporate aspects of the 1991 Act of the UPOV.
- In **May 2016**, Kenya acceded to the 1991 Act of the UPOV Convention.
- Kenya grants PBRs for all plant genera and species

UPOV



Plant Variety Protection in Kenya

- Establishment of a PVP office and subsequent membership to UPOV, conferred the following advantages:
 - Readily available UPOV test guidelines for most of the Agricultural crops
 - Trained personnel through cooperation with UPOV and UPOV members on development of national test guidelines.
 - Collaboration and co operation between the breeders and the testing authority on variety description.
- KEPHIS engaged in sensitization of breeders to develop new varieties and benefit from the PVP system.
- This led to increased introduction of crop varieties

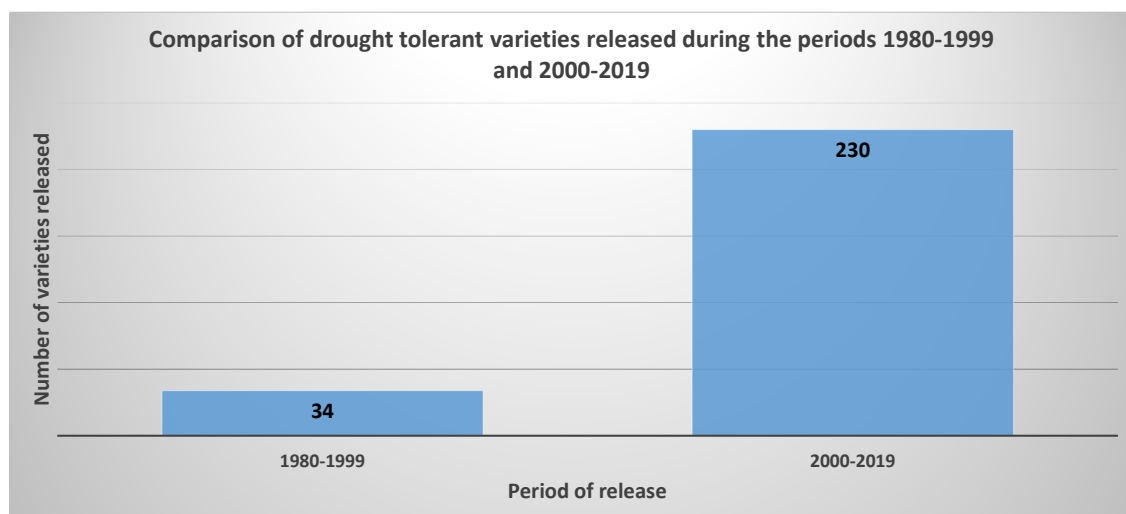


Development of Climate Smart Varieties

- During the last 10 years, breeders have embarked on development of drought tolerant varieties of maize, sweetpotato, cassava, sorghum, pigeon peas, amaranth, rangeland grasses among others.
- There are also efforts to release pest and disease tolerant varieties to counter emerging pests as a result of climate change.
- Sixteen (16) varieties tolerant to Maize Lethal Necrosis Disease (MLND) have been released,
- Varieties of Fall Army Worm (FAW) tolerant maize are under evaluation.

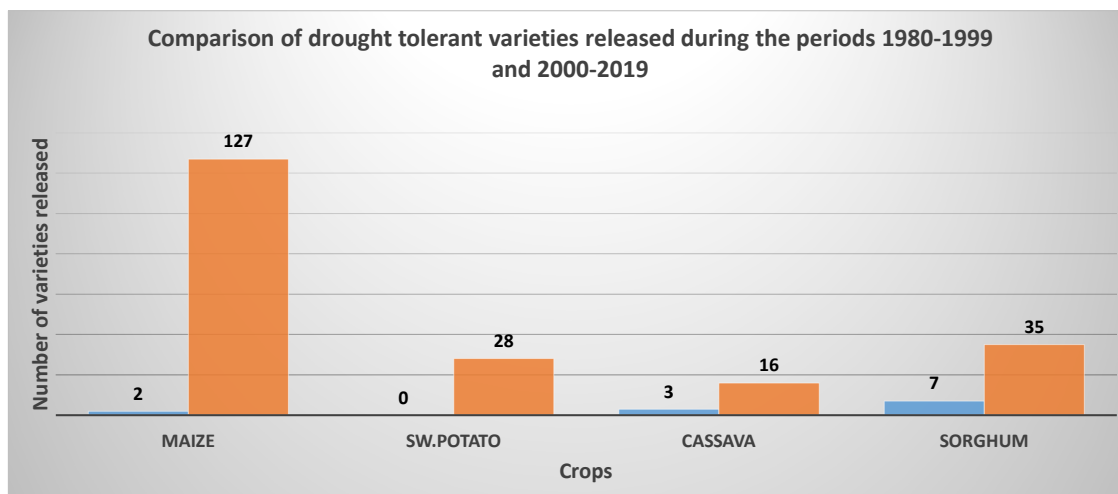


Development of Climate Smart Varieties

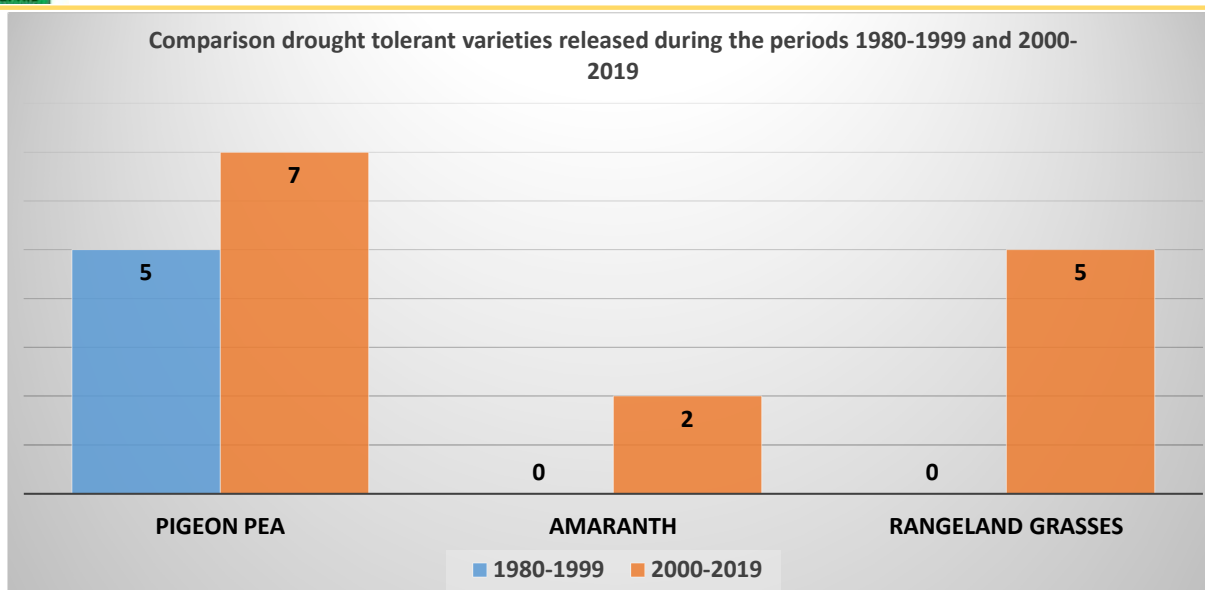




Development of Climate Smart Varieties



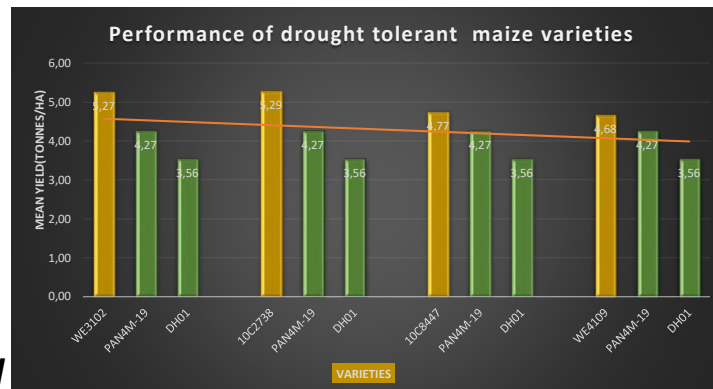
Development of Climate Smart Varieties



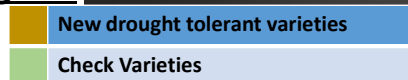


Development of Climate Smart Varieties

Increased production through breeding of better yielding and drought tolerant varieties



Legend

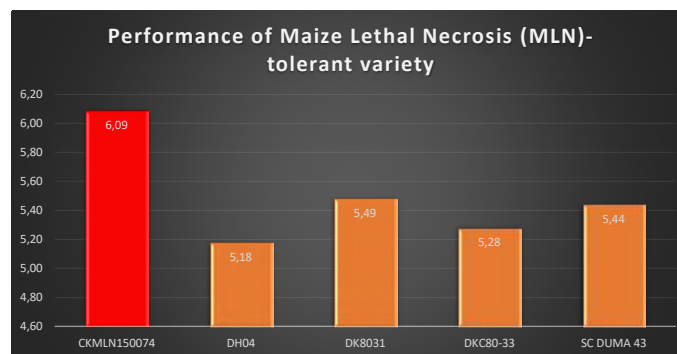


Source: KEPHIS VCU Data - 2017



Development of Disease Tolerant Varieties: Food Security

- Development and release of MLN tolerant varieties thus improved yields



Legend:



Source: KEPHIS VCU Data;2015



Conclusion

- There is considerable development of climate resilient varieties following introduction of plant variety protection in Kenya.
- This has come as a result of:
 - Breeders having assurance on return of investment following development of new varieties.
 - Enhanced capacity for testing of new varieties through cooperation with UPOV and UPOV members.
 - Collaboration and co operation between the breeders and the testing authority on variety testing.



Thank you for your kind attention!



For more information contact:
Managing Director
KENYA PLANT HEALTH
INSPECTORATE SERVICE (KEPHIS)
P. O. Box 49592-00100 Nairobi, Kenya.
Tel: +254-722 891000
E-mail: director@kephis.org
Website: www.kephis.org

INFLUENCE DU SYSTEME DE DROIT COMMUNAUTAIRE DES VARIETES VEGETALES SUR L'ECONOMIE DE L'UNION EUROPEENNE ET SUR L'ENVIRONNEMENT

M. Francesco Mattina, Président de l'Office communautaire des variétés végétales (OCVV)

M. Nathan Wajsman, Économiste en chef de l'Observatoire européen des atteintes aux droits de propriété intellectuelle, Office de l'Union européenne pour la propriété intellectuelle (EUIPO)

INTRODUCTION

Le présent document est une compilation des principaux éléments présentés par les auteurs lors de leur présentation au Séminaire de l'UPOV sur "Le rôle de l'obtention végétale et de la protection des obtentions végétales pour permettre à l'agriculture d'atténuer et de s'adapter au changement climatique", développés plus en détail. Ce document peut également servir de résumé des principales conclusions de l'étude sur l'"Incidence du régime de protection communautaire des obtentions végétales sur l'économie de l'UE et l'environnement" ("étude")¹, coécrite par l'Office de l'Union européenne pour la propriété intellectuelle (EUIPO) (le projet était dirigé par l'Observatoire européen des atteintes aux droits de propriété intellectuelle) et l'OCVV².

L'article commence par quelques remarques introductives générales sur l'étude, suivies d'une présentation des principaux résultats inclus dans le chapitre sur l'Incidence du régime de protection communautaire des obtentions végétales sur l'économie de l'UE et dans le chapitre sur l'impact du système CPVR sur l'environnement, puis par quelques considérations finales.

REMARQUES GÉNÉRALES SUR L'ÉTUDE SUR L'INCIDENCE DU RÉGIME DE PROTECTION COMMUNAUTAIRE DES OBTENTIONS VÉGÉTALES SUR L'ÉCONOMIE DE L'UNION EUROPÉENNE (UE) ET L'ENVIRONNEMENT

L'étude est la première à évaluer de manière globale l'impact du système PVR de l'UE dans l'Union européenne. Il a été rendu public le 28 avril 2022 à Angers (France) à l'occasion de la conférence politique de l'OCVV "Protection des obtentions végétales : la voie vers plus de durabilité, d'innovation et de croissance dans l'Union européenne", un événement organisé par l'OCVV sous le mandat de la présidence française du Conseil de l'UE³.

L'étude remplit deux objectifs principaux : premièrement, elle quantifie la contribution du système PVR de l'UE à l'économie de l'UE, en tenant compte d'aspects spécifiques de l'agriculture et de l'horticulture (tels que la contribution du système à la compétitivité mondiale des agriculteurs et des producteurs de l'UE); deuxièmement, les effets du système PVR de l'UE sur l'environnement sont analysés. Le potentiel du système PVR de l'UE à contribuer aux objectifs de développement durable (ODD) des Nations Unies (ONU) et aux objectifs du Pacte vert de la Commission européenne est également examiné.

En termes de structure, l'étude est divisée en chapitres suivants : i) introduction au système PVR de l'UE et au système de commercialisation des semences et du matériel de reproduction des plantes dans l'UE; ii) revue de la littérature; iii) méthodologie et données; et iv) résultats quantitatifs. Le premier chapitre est de nature descriptive, pour contextualiser l'analyse en jeu en introduisant les principales notions sur le système PVR de l'UE et le système de commercialisation des semences et du matériel de reproduction des plantes dans l'UE. Le deuxième chapitre consiste en un aperçu des arguments de la littérature pertinente sur l'impact économique et environnemental du système PVR de l'UE. Il convient de noter à cet égard que, dans le but d'assurer une analyse critique efficace, ce chapitre comprend une présentation des considérations positives et négatives du système PVR de l'UE telles qu'identifiées dans la littérature⁴. L'essentiel de l'analyse de l'impact du système PVR de l'UE sur l'économie et l'environnement de l'UE est ensuite présenté dans les troisième et quatrième chapitres.

Il convient également de noter que le champ de l'étude couvre plus de 80% de toutes les variétés enregistrées dans l'UE⁵, où la période pertinente à considérer est celle de 1995 à 2019⁶.

En termes de méthodologie, plusieurs méthodes sont utilisées. En ce qui concerne le calcul des impacts économiques du système PVR de l'UE, trois principaux outils standard de l'économie agricole sont appliqués, à savoir : les modèles de marché, les calculs des revenus complets et des coûts complets et les analyses des multiplicateurs. En ce qui concerne le calcul des différents impacts environnementaux du système PVR de l'UE, quatre méthodologies spécifiques sont utilisées, à savoir : un modèle d'échange net virtuel de terres, un modèle d'émissions mondiales de gaz à effet de serre (GES), un modèle mondial de perte de biodiversité et un modèle virtuel d'utilisation et de commerce de l'eau⁷.

En ce qui concerne les sources de données quantitatives sur lesquelles s'est appuyée l'élaboration de l'étude, celles-ci comprennent les suivantes : l'OCVV et les registres nationaux des droits sur les obtentions végétales; les registres nationaux du commerce; les catalogues communs de l'UE; la base de données FRUMATIS; la base de données PLUTO (UPOV); la requête de la liste des variétés de l'OCDE; FAOSTAT (production, valeur et commerce des produits agricoles); le registre de l'EUIPO et TMView; la base de données PATSTAT; la base de données PINTO; ORBIS (données démographiques et financières sur les obtenteurs); et EUROSTAT (statistiques structurelles sur les entreprises, comptes économiques de l'agriculture, enquête sur les forces de travail).

PRINCIPALES CONCLUSIONS CONCERNANT L'IMPACT DU SYSTÈME PVR DE L'UE SUR L'ÉCONOMIE DE L'UE

Le point de départ pour mesurer l'impact général d'un système PVR peut être considéré comme le nombre de demandes déposées et de titres délivrés en vertu du régime respectif. Les systèmes PVR servent de force motrice pour encourager l'obtention de nouvelles variétés et, dans une économie de marché, on peut s'attendre à ce que les obtenteurs végétaux protègent les variétés dont ils espèrent qu'elles connaîtront un succès commercial. Selon l'UPOV, on peut faire valoir que les obtenteurs ne sont censés supporter les coûts liés à l'obtention de la protection que si, premièrement, ils supposent que la protection est nécessaire et, deuxièmement, qu'une véritable valeur marchande de la variété est attendue⁸. En ce qui concerne les agriculteurs et les producteurs, même si, dans la plupart des cas, une redevance est attendue, l'adoption de variétés nouvelles et protégées est en général plutôt forte. Cela souligne les fortes attentes des agriculteurs et horticulteurs en termes de bénéfices agronomiques de ces nouvelles variétés.

Dans les sections de l'étude consacrées à l'étude de l'impact du système PVR de l'UE sur l'économie de l'UE, plusieurs conclusions quantitatives sont exposées, et celles-ci sont présentées ci-dessous.

Analyse de l'impact de l'obtention végétale sur la croissance des rendements induite par l'innovation dans l'agriculture

L'étude conclut que la sélection végétale dans toutes les cultures agricoles et horticoles de l'UE a eu un impact considérable sur la croissance des rendements induite par l'innovation dans l'agriculture au cours du dernier quart de siècle. Pour parvenir à une telle conclusion, une approche progressive est adoptée pour transférer les taux de croissance des rendements statistiquement observables dans les évolutions des rendements induites par l'obtention végétale. Les différentes étapes suivies et les résultats obtenus à chaque étape sont décrits ci-dessous.

CALCUL DE LA CROISSANCE DES RENDEMENTS DES QUATRE PRINCIPALES CULTURES

Dans un premier temps, la croissance des rendements des cultures arables, des fruits, des légumes et des plantes ornementales est examinée conformément aux statistiques officielles. Lorsqu'il est pondéré par l'utilisation actuelle de l'hectare, le taux de croissance moyen du rendement par an (au cours des 25 dernières années) des cultures sur le territoire de l'UE est le suivant : 1,08% pour les cultures agricoles; 0,83% pour les fruits; et 1,10% pour les légumes. En ce qui concerne les plantes ornementales, le rendement total (monétaire) par hectare dans l'UE a augmenté de 0,21% par an.

CALCUL DE LA CROISSANCE DES RENDEMENTS INDUITE PAR L'INNOVATION

Dans un deuxième temps, la croissance du rendement induite par l'innovation est calculée en termes de "productivité totale des facteurs liée à l'hectare", de sorte que la croissance du rendement induite par l'obtention végétale de ces cultures peut ensuite être déterminée sur la base de la part de l'obtention végétale dans la croissance du rendement

induite par l'innovation. Dans cet ordre d'idées, les taux de croissance calculés de l'utilisation globale des intrants (hors terres)⁹ sont soustraits des taux de croissance des rendements observables statistiquement : cela conduit aux taux de croissance annuels des rendements induits par l'innovation spécifiques aux cultures pour l'UE au cours du dernier quart de siècle.

En conséquence, pondéré par l'utilisation actuelle de l'hectare, le taux de croissance annuel moyen du rendement induit par l'innovation dans l'UE entre 1995 et 2019 était le suivant, selon la culture : 1,58% pour les cultures agricoles; 1,82% pour les fruits; 2,09% pour les légumes; et 1,20% pour les plantes ornementales.

CALCUL DU TAUX DE CROISSANCE DU RENDEMENT INDUIT PAR L'OBTENTION VÉGÉTALE

Dans un troisième temps, le taux de croissance du rendement induit par l'innovation est multiplié par la part de l'obtention végétale pour obtenir le taux de croissance du rendement induit par l'obtention végétale dans l'agriculture et l'horticulture de l'UE. Le résultat résultant de cette opération est le suivant :

- pour les cultures agricoles, l'obtention végétale entre 1995 et 2019 représente une croissance annuelle des rendements de 1,09%, légèrement supérieure à la croissance moyenne des rendements observée pour ces cultures (1,08%);
- pour les cultures fruitières, l'obtention végétale augmente annuellement le rendement de 1,07%, un peu plus que ce qui est mesurable en termes d'augmentation des rendements récoltés (0,83%); for vegetable crops, it contributes to an annual yield growth of 1.31%, more than the statistically observable yield growth (1.10%);
- pour les cultures maraîchères, elle contribue à une croissance annuelle des rendements de 1,31%, supérieure à la croissance des rendements statistiquement observable (1,10%);
- pour les plantes ornementales, une croissance annuelle du rendement de 0,71% est attribuée à l'obtention végétale, ce qui est nettement supérieur à la croissance plutôt faible du rendement total (monétaire) par an (0,21%).

CALCUL DE LA PART DES VARIÉTÉS PROTÉGÉES DANS LE CADRE DU SYSTÈME PVR DE L'UE

Dans une quatrième étape, la part des variétés avec un système PVR au niveau de l'UE par culture est déterminée en calculant le ratio des variétés incluses dans le registre PVR de l'UE par rapport aux variétés incluses dans les registres nationaux d'inscription, les registres du catalogue commun de l'UE et le registre FRUMATIS. Le résultat de l'application de ce calcul est le suivant : 25,3% de toutes les variétés enregistrées de cultures agricoles (l'objet de cette étude) sont des variétés dotées d'un système PVR de l'UE, ce taux étant de 12,3% pour les variétés de fruits enregistrées avec un système PVR de l'UE et de 18,7% pour les variétés enregistrées de légumes avec un système PVR de l'UE. Quant à la part des plantes ornementales, plus de 15 500 variétés sont protégées par un système PVR de l'UE.

CALCUL DE LA BAISSÉ DE LA PRODUCTION AGRICOLE DANS L'UE EN 2020 EN L'ABSENCE DU SYSTÈME PVR DE L'UE

L'étude calcule également la part qui peut être attribuée à la protection des variétés végétales de l'UE dans la croissance de la production agricole de l'UE depuis 1995 due à l'obtention végétale. L'une des approches adoptées prend comme référence l'impact qui aurait été causé en l'absence de progrès en matière d'obtention végétale (sur la période allant de 1995 à 2019). La question centrale est donc la suivante : quelle est la quantité de cultures qui n'auraient pas été produites si le système PVR de l'UE n'avait pas été mis en place? En d'autres termes, les avantages d'un système PVR sont rendus visibles par les inconvénients apportés par l'absence d'un système PVR.

La principale conclusion à cet égard est qu'en l'absence du système PVR de l'UE, le niveau de la production de cultures dans l'UE en 2020 serait le suivant : 6,4% de moins pour les cultures agricoles, 2,6% de moins pour les fruits, 4,7% de moins pour les légumes et 15,1% de moins pour les plantes ornementales.

En corollaire, le surcroît de production induit par les innovations variétales soutenues par la protection accordée par un système PVR européen est suffisant pour nourrir 57 millions de personnes supplémentaires dans le monde grâce aux cultures agricoles, 38 millions grâce aux fruits et 28 millions grâce aux légumes.

Analyse de la contribution du système PVR de l'UE aux taux d'emploi

La production supplémentaire de cultures induite par la protection PVR de l'UE se traduit également par une augmentation de l'emploi dans l'agriculture de l'UE. Grâce à elle, le secteur des cultures agricoles emploie 25 000 travailleurs supplémentaires, le secteur de l'horticulture 19 500 et le secteur des plantes ornementales 45 000, soit un gain total d'emplois directs de près de 90 000 emplois. De plus, si l'on considère les effets indirects, c'est-à-dire le gain d'emplois dans les secteurs en amont et en aval (par exemple, l'approvisionnement agricole ou la transformation des aliments), le taux d'emploi augmente de 800 000 emplois.

En outre, non seulement le système PVR de l'UE contribue à l'emploi, mais les emplois créés sont également mieux rémunérés qu'ils ne l'auraient été en l'absence de ce système. Par exemple, les salaires des travailleurs du secteur des cultures agricoles sont supérieurs de 12,6% à ce qu'ils auraient été en l'absence de ce système, tandis que les salaires du secteur horticole sont supérieurs de 11%.

De plus, les obtenteurs qui procèdent à la R-D menant aux innovations en matière d'obtention végétale génèrent également des emplois et de l'activité économique. On estime que les entreprises protégeant leurs innovations en enregistrant les PVR de l'UE emploient plus de 70 000 travailleurs et génèrent un chiffre d'affaires de plus de 35 milliards d'euros.

Analyse de la contribution du système PVR de l'UE au PIB de l'UE

La valeur ajoutée supplémentaire (c'est-à-dire la contribution au PIB) générée par les cultures protégées par des PVR de l'UE s'élève à 13 milliards d'euros (7,1 milliards d'euros pour les cultures agricoles, 1,1 milliard d'euros pour les fruits, 2,2 milliards d'euros pour les légumes et 2,5 milliards d'euros pour les plantes ornementales).

D'un point de vue macroéconomique, la conclusion est que sans la production supplémentaire attribuable aux cultures protégées par les PVR de l'UE, la position commerciale de l'UE avec le reste du monde se détériorerait et les consommateurs de l'UE seraient confrontés à des prix alimentaires plus élevés. Sans l'innovation protégée par les PVR de l'UE, l'UE deviendrait un importateur net de certaines cultures pour lesquelles elle est aujourd'hui un exportateur.

Analyse de l'origine géographique des PVR actifs de l'UE

À la fin de 2021, il y avait 28 514 PVR actifs dans l'UE (avec statut accordé). Les 10 pays identifiés représentent 91,3% des droits actifs, les Pays-Bas représentant plus d'un tiers de tous les PVR de l'UE.

Plus précisément, les statistiques recueillies sont les suivantes : i) Pays-Bas (part de 34,8%, 9919 PVR de l'UE); ii) France (part de 17%, 4837 PVR de l'UE); iii) Allemagne (part de 14%, 3985 PVR de l'UE); iv) États-Unis d'Amérique (part de 6,7%, 1911 PVR de l'UE); v) Suisse (part de 5,3%, 1523 PVR de l'UE); vi) Danemark (part de 3,2%, 906 PVR de l'UE); vii) Royaume-Uni (part de 3,1%, 872 PVR de l'UE); viii) Italie (part de 2,7%, 783 PVR de l'UE); ix) Espagne (part de 2,4%, 681 PVR de l'UE); x) Belgique (part de 2,2%, 615 PVR de l'UE).

Les États membres de l'UE représentent près de 77% des PVR de l'UE (22 669 PVR de l'UE), tandis que les pays tiers représentent environ 23% du nombre total (5 845 PVR de l'UE). Les plus grands pays déposants hors UE sont donc les États-Unis d'Amérique, la Suisse et le Royaume-Uni.

Analyse de la taille des détenteurs de PVR de l'UE

À la fin de 2021, 1227 entreprises de l'UE (représentant environ 78% du total des détenteurs de PVR de l'UE basés dans l'UE) avaient enregistré 18 931 PVR de l'UE (83,4% du total). Dans l'étude, la taille de ces entreprises est analysée. À partir de cet échantillon, on constate que les personnes physiques possèdent en moyenne le plus petit nombre de PVR de l'UE (3,3) tandis que, pour les entreprises, le nombre de PVR de l'UE par entreprise varie de 10 pour les plus petites entreprises à 95 pour les grandes entreprises. Il a également été constaté que les grandes entreprises détiennent 40% des PVR de l'UE concernés, les 60% restants étant enregistrés par les petites et moyennes entreprises (PME)¹⁰ ou des personnes physiques¹¹. En outre, les PME représentent 93,5% de tous les déclarants de PVR de l'UE (dans cet exemple).

PRINCIPALES CONCLUSIONS CONCERNANT L'IMPACT DU SYSTÈME PVR DE L'UE SUR L'ENVIRONNEMENT

L'impact du système PVR de l'UE sur l'environnement est également analysé, et il est tenu compte du fait qu'il est essentiel de garantir un système agricole durable qui fonctionne conformément aux environnements locaux pour atteindre un certain nombre d'objectifs de développement durable des Nations Unies (ODD), tels que l'ODD 1 (pas de pauvreté), l'ODD 2 (faim "zéro"), l'ODD 8 (travail décent et croissance économique), l'ODD 12 (consommation et production responsables), l'ODD 13 (action pour le climat) et l'ODD 15 (vie terrestre). Pour atteindre les ODD dans un contexte européen, le Pacte vert de l'UE et ses stratégies de la ferme à la fourchette (F2F) et de la biodiversité sont au cœur de l'agenda des États membres de l'UE. Dans ce contexte, le potentiel de contribution du système

PVR de l'UE aux éléments suivants est examiné : i) Europe climatiquement neutre; ii) écosystèmes et biodiversité¹²; iii) stratégie F2F¹³; et iv) R-D et innovation. La conclusion est que le système PVR de l'UE contribue aux ODD de l'ONU et aux objectifs du Pacte vert de l'UE. Pour ce faire, il réduit l'impact environnemental et l'utilisation des ressources de l'agriculture et de l'horticulture, en augmentant les revenus agricoles et en maintenant des prix plus bas pour les consommateurs.

En termes de champ d'application, il convient de noter que l'analyse effectuée pour évaluer l'impact du système PVR de l'UE sur l'environnement couvre les cultures agricoles, les fruits et les légumes. Cependant, les plantes ornementales sont exclues en raison de contraintes de données.

Les conclusions contenues dans les sections de l'étude consacrées à l'étude de l'impact du système PVR de l'UE sur l'économie de l'UE sont présentées ci-dessous.

Analyse de la contribution du système PVR de l'UE à la réduction des hectares de terres nécessaires à la culture

Sans les progrès de l'obtention végétale dans les variétés avec un système PVR au niveau de l'UE, plusieurs millions d'hectares de terres auraient été globalement nécessaires, en plus de la superficie mondiale déjà utilisée en 2020. Les chiffres qui ont été recueillis dans l'étude sont les suivants :

- Pour les cultures agricoles, tous facteurs autres que les terres étant inchangés, ce nombre représenterait plus de 6,5 millions d'hectares de terres qui auraient été nécessaires au niveau mondial, en plus de la surface mondiale déjà utilisée en 2020. Cela aurait conduit à une augmentation des terres nécessaires presque aussi importante que l'ensemble du territoire (terrestre) de l'Irlande.
- En ce qui concerne les cultures fruitières, près de 110 000 hectares dans le monde (c'est-à-dire dans les pays qui échangent les fruits répertoriés avec l'UE) seraient aujourd'hui nécessaires en plus. C'est deux fois plus grand que le lac de Constance à la frontière de l'Allemagne, de l'Autriche et de la Suisse.
- Concernant les cultures maraîchères, il faudrait globalement plus de 90 000 hectares en plus de ce qui est déjà utilisé pour cultiver des légumes.

Analyse de la contribution du système PVR de l'UE aux réductions des émissions annuelles de gaz à effet de serre

Le système PVR de l'UE contribue également à la réalisation des objectifs environnementaux de l'UE. Selon les conclusions de l'étude, les émissions annuelles de gaz à effet de serre (GES) provenant de l'agriculture et de l'horticulture sont réduites de 62 millions de tonnes par an. Cela correspond à l'empreinte GES totale de la Hongrie, de l'Irlande ou du Portugal. Dans l'ensemble, la protection des variétés végétales dans l'UE de 1995 à 2020 a permis d'éviter près de 1,2 milliard de tonnes supplémentaires d'émissions de GES.

Analyse de la contribution du système PVR de l'UE à la réduction de la consommation d'eau dans l'agriculture et l'horticulture

Grâce à la protection du système PVR de l'UE, la consommation d'eau dans l'agriculture et l'horticulture est réduite de plus de 14 milliards de m³, une quantité d'eau équivalente à un tiers du volume du lac de Constance.

CONSIDÉRATIONS FINALES

Dans l'étude de l'EUIPO-OCVV sur l'impact du système PVR de l'UE sur l'économie et l'environnement de l'UE, il est clairement indiqué que l'innovation en matière d'obtention végétale soutient une agriculture à faibles intrants et une meilleure protection de l'environnement. Les nouvelles variétés doivent non seulement produire des rendements plus élevés, mais aussi être adaptées aux stress biotiques et abiotiques. Dans le contexte du changement climatique, la résistance à la sécheresse et les caractéristiques de moindre apport d'eau sont cruciales chez les plantes.

Grâce aux innovations en matière d'obtention végétale, les agriculteurs et les producteurs européens ont pu augmenter la production alimentaire au cours des 25 dernières années tout en réduisant leur utilisation des ressources et les dommages qui en résultent pour l'environnement. Basée sur des méthodes crédibles et largement acceptées de l'économie agricole, l'étude indique que l'obtention végétale protégée par les PVR de l'UE a apporté une contribution significative à la sécurité alimentaire de l'Europe et à l'objectif de l'UE de rendre l'Europe climatiquement neutre d'ici 2050. Bien qu'elles soient difficiles à quantifier, ces innovations ont également contribué aux ODD de l'ONU, par exemple en réduisant la consommation d'eau, en stoppant la perte de diversité biologique et en donnant accès à une alimentation saine (non seulement au sein de l'UE, mais à l'échelle mondiale). Résoudre les défis des décennies à venir, à savoir nourrir une population mondiale croissante tout en évoluant vers la neutralité climatique et un environnement plus propre, nécessitera des innovations dans l'obtention végétale, et ces innovations devront être protégées par des PVR, y compris des PVR de l'UE. Dans ce contexte, la législation doit être considérée comme un moteur clé de l'innovation pour accélérer la transition vers des systèmes alimentaires durables et inclusifs, de la production primaire à la consommation.

Enfin, une conclusion remarquable de l'étude est que les PME jouent un rôle crucial dans l'innovation en matière de variétés végétales dans l'UE. Il a été constaté que les PME constituent la plupart des demandeurs de PVR de l'UE et représentent près des deux tiers des PVR de l'UE en vigueur. Les PME sont des acteurs clés du secteur de l'obtention végétale et, à ce titre, il est nécessaire d'adopter des mécanismes qui les soutiennent et les incitent à développer et à protéger de nouvelles variétés végétales de l'UE adaptées aux nouvelles conditions environnementales, telles que celles imposées par les effets drastiques du changement climatique sur l'agriculture.

FOOTNOTES

¹ L'étude complète est disponible en anglais sur les sites Web de l'EUIPO et de l'OCVV, et un résumé de celle-ci est disponible dans les 24 langues officielles de l'UE sur la page Web de l'Observatoire (site Web de l'EUIPO).

² Comme cet article reproduit textuellement certains des éléments de l'étude, les auteurs se réfèrent ici aux sources originales de l'enquête telles que rapportées dans l'étude. Il est précisé ici qu'il ne s'agit que d'un résumé de l'étude et non de la version officielle.

³ L'événement a été retransmis en direct sur le site Web de l'OCVV et suivi par plusieurs centaines de participants en ligne de toute l'Europe. Au cours de l'événement, M. Francesco Mattina a annoncé la publication de l'étude et M. Wajsman en a présenté les principales conclusions. Les enregistrements vidéo du séminaire politique et de l'étude sont disponibles sur une page Web dédiée sur le site Web officiel de l'OCVV à l'adresse suivante : <https://cpvo.europa.eu/en/news-and-events/conferences-and-events/cpvo-policy-seminar-plant-variety-protection-path-towards-more-sustainability-innovation-and-growth-european-union>

⁴ Un argument intéressant rassemblé dans ce chapitre est que, entre autres, les effets positifs attendus du système PVR de l'UE sont : i) une augmentation des activités d'obtention; ii) une plus grande disponibilité de variétés améliorées; iii) une augmentation du nombre de nouvelles variétés; iv) la diversification des types d'obteneurs; v) le soutien au développement de nouveaux secteurs industriels; vi) un meilleur accès aux variétés végétales étrangères et aux programmes nationaux de sélection améliorés; et vii) l'encouragement du développement d'une nouvelle industrie compétitive sur les marchés étrangers.

⁵ Pour les cultures agricoles, le périmètre comprend les éléments suivants : maïs, blé, colza, pomme de terre, orge, tournesol, ivraie et blé dur. Pour les fruits, les cultures considérées comprennent la pêche, la fraise, la pomme, la vigne, l'abricot, la myrtille, la framboise, la prune et la cerise. Pour les légumes, le champ d'application englobe les cultures suivantes : laitue, tomate, poivron, melon, haricot, pois, concombre, chou, oignon, épinard, endive et poireau. Pour les plantes ornementales, près de 100 cultures devraient être intégrées, et comme cette quantité ne peut pas être correctement gérée avec les méthodologies standard de l'économie agricole et environnementale sur lesquelles s'appuie l'élaboration de l'étude, toutes les cultures ornementales sont regroupées et considérées comme un seul groupe.

⁶ Cela signifie que l'approche analytique est appliquée à un quart de siècle de sélection végétale en général et plus spécifiquement au système PVR dans l'UE. Les différents impacts du système PVR de l'UE sont ensuite analysés dans la perspective de l'année 2020..

⁷ Une description des particularités méthodologiques desdits outils se trouve dans les sections 3.2.2 de l'étude (pages 99 à 102) et 3.2.3 (pages 102 à 105), respectivement.

⁸ Rapport de l'UPOV sur l'impact de la protection des obtentions végétales (2005), Publications de l'UPOV, 353(E), Genève (Suisse).

⁹ On note que les taux de croissance annuels de l'utilisation globale des intrants (hors terres) sur la période allant de 1995 à 2019 sont de -0,5% dans les grandes cultures et de -1% dans l'horticulture.

¹⁰ Les PME sont des entreprises de moins de 250 salariés et dont le chiffre d'affaires annuel est inférieur à 50 millions d'euros. Au sein de la catégorie des PME, les "micro" entreprises comptent 10 salariés ou moins; les "petites" entreprises comptent de 10 à 50 employés; et les "moyennes" entreprises comptent de 50 à 250 employés.

¹¹ Ce nombre peut être un peu plus élevé, puisque la procédure utilisée pour identifier les entreprises est plus efficace pour les grandes entreprises. Étant donné que toutes les grandes entreprises ont été recherchées manuellement dans ORBIS, il est probable que le pourcentage réel de droits enregistrés par les PME soit plus élevé.

¹² Plus précisément, pour répondre à la protection de l'environnement et contribuer à l'arrêt de la perte de biodiversité. L'accès à la diversité génétique pour l'obtention végétale reste essentiel pour enrayer les pertes d'agrobiodiversité.

¹³ Plus précisément, assurer la production d'aliments durables, sûrs, nutritifs et de haute qualité tout au long de la chaîne de valeur tout en assurant la sécurité alimentaire par la sécurité semencière.

Présentation faite au séminaire



Impact of the Community Plant Variety Rights system on the European Union economy and the environment

UPOV Seminar on the role of plant breeding and plant variety protection in enabling agriculture to mitigate and adapt to climate change - Thematic session 5

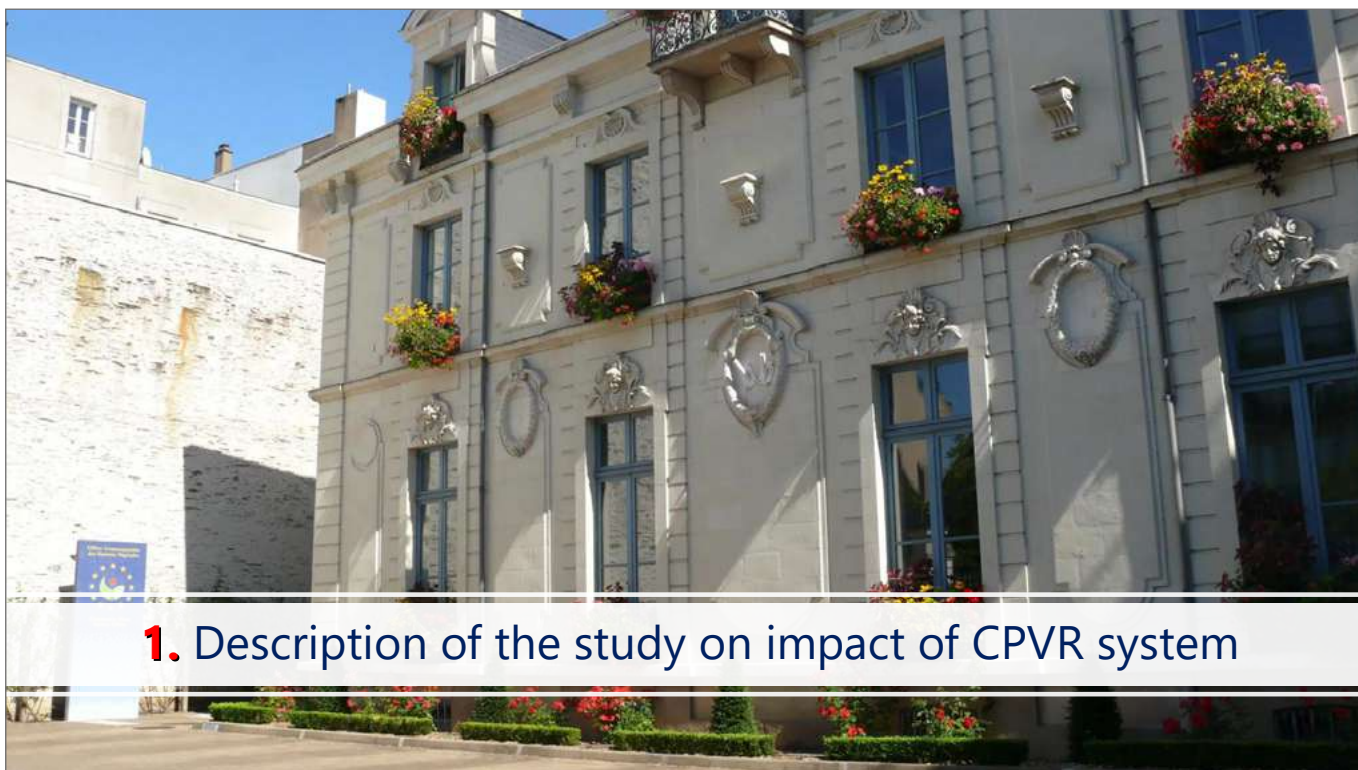
Francesco Mattina, President of the CPVO; Nathan Wajzman, Chief Economist, EUIPO

12 October 2022, Geneva (Switzerland)

Outline



1. Description of the study on impact of the CPVR system
2. Chapter on Impact of CPVR system on EU Economy
3. Chapter on Impact of CPVR system on Environment and Society
4. Final Considerations



General remarks on the study

Published by European Observatory on Infringements of Intellectual Property Rights in cooperation with the CPVO

Released on 28 April in CPVO Policy seminar, under the French Presidency of the Council of the European Union

The study Quantifies the economic contribution in the European Union of the CPVR system



Structure of the study



1. Introductory chapter on CPVR and EU marketing
2. Literature review
3. Methodology and data
4. Quantitative results

Methodology used for the study



Impact on Economy

- Calculated using a computable equilibrium model
- Considers the impact of increased production on:
 - Prices
 - Farm incomes
 - Overall economic output (via multiplier effects)
 - Employment
 - Impact on EU's trade with the rest of the world

Impact on Environment

- Considers the impact of Increased productivity due to innovation
 - less imports from rest of the world
 - less land use in rest of the world
 - less water use
 - fewer greenhouse gas emissions
 - less biodiversity loss



Sources of Quantitative Data for the Study



CPVO Register
National PVR
Registers

National listings
Common Catalogue
FRUMATIS

PLUTO (UPOV)

OECD Variety list
query

FAOSTAT (production,
value and trade in
agricultural products)

EUIPO registry
and TMView

PATSTAT and
PINTO databases

ORBIS (demographic
and financial data on
breeders)

EUROSTAT:
- Structural Business Statistics
- Economics Accounts for
Agriculture
- Labour Force Survey

Scope of study: crops accounting for >80% of CPVRs



Agricultural

- Wheat
- Corn
- Barley
- Other cereals
- OSR
- Sunflower
- Other oilseeds
- Sugar beet
- Potato
- Pulses
- Ryegrass



Fruit

- Peach
- Strawberry
- Apple
- Wine/grape
- Apricot
- Blueberry
- Raspberry
- Plum
- Cherry



Vegetables

- Lettuce
- Tomato
- Pepper
- Melon
- Bean
- Pea
- Cucumber
- Cabbage
- Onion
- Spinach
- Endive
- Leek



Ornamentals

Treated as one
combined crop due
to the large number
of varieties



Indicators on impact of CPVR system



The fact that breeders do not protect varieties unlikely to be successful would confirm that the number of applications and titles are good indicators of the benefits of a PVP system.

[UPOV 2005 report on impact of PVP]



Breeders' perspective

Significant costs for breeders acceptable only if:

- Tangible market value
- Return in form of royalties



Growers' perspective

Choice: protected vs free varieties

- Payment of royalties acceptable only for superior varieties



2. CPVR Impact on Economy

Impact if plant breeding progress had not occurred

Impact if plant breeding progress (1995-2019) had not occurred:

- the quantity of crops that would not have been produced
- the hypothetical missing volume attributable to protected varieties

Advantages of a PVP system are made visible by disadvantages of the absence of a PVP system!

- In the absence of the CPVR system, in 2020 the production in the EU would be:
- 6.4% lower for agricultural crops;
 - 2.6% lower for fruits;
 - 4.7% lower for vegetables;
 - 15.1% lower for ornamentals.

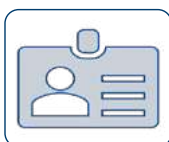
Key findings: economic contribution



The additional production brought about by EU-protected plant variety innovations is sufficient to feed (worldwide): an additional **57 million** people with arable crops, **38 million** with fruit crops, and **28 million** for vegetable crops

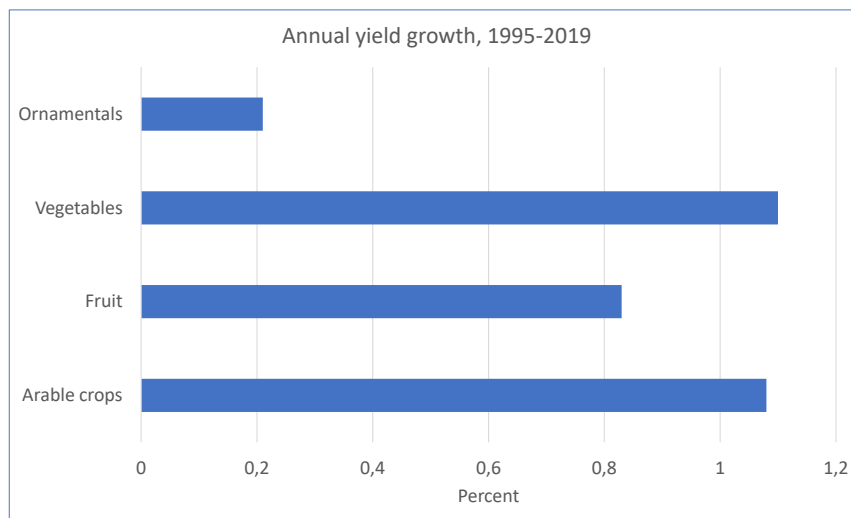


The additional added value (GDP contribution) generated by EU PVR-protected crops amounts to **13 billion EUR**



Additional production resulted in **higher employment rates** in the EU agriculture, and **better remunerated**

Annual yield growth for crops in the EU (1995-2019) (% per year)



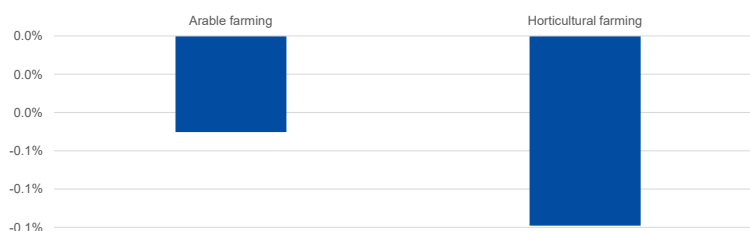
INPUT USE: DECLINING

Growth rates of input use (per hectare) for EU agricultural and horticultural farming (1995-2019) (% per year)

- "Agricultural Intensification" is factored out (= increased input, e.g.: denser planting schemes, capital, labor etc.)

FARMING	SEEDS	FERTILISERS	PPP	LABOUR	CAPITAL
Arable	-0.20	-0.07	-0.60	-0.60	-0.44
Horticultural	-0.60	-2.30	-1.40	-1.00	-0.92

Annual growth rates of the overall input use (excluding land) in agricultural and horticultural farming of the EU (1995-2019)





YIELD: INCREASING

Innovation-induced yield growth rates for crops in the EU (1995-2019) (% per year)

- Subtracting the overall input use growth rate from statistically observable yield growth leads to crop-specific annual innovation-induced growth rate

CROP	GROWTH RATE	CROP	GROWTH RATE	CROP	GROWTH RATE
Wheat	1.43	OSR	1.20	Potato	2.40
Corn	1.72	Sunflower	2.74	Pulses	0.94
Barley	1.57	Other oilseeds	0.79	Green maize	2.30
Other cereals	1.41	Sugar beet	2.63	Ryegrass	1.29
CROP	GROWTH RATE	CROP	GROWTH RATE	CROP	GROWTH RATE
Peach	2.20	Wine/Grape	1.59	Raspberry	1.57
Strawberry	2.22	Apricot	3.79	Plum	3.49
Apple	2.28	Blueberry	2.42	Cherry	1.48
CROP	GROWTH RATE	CROP	GROWTH RATE	CROP	GROWTH RATE
Lettuce	1.47	Bean	1.84	Onion	4.09
Tomato	3.16	Pea	0.91	Spinach	1.27
Pepper	3.90	Cucumber	4.71	Endive	2.31
Melon	2.14	Cabbage	1.51	Leek	1.71

Ornamental crop
(as a whole): 1.20

Contribution of plant breeding to innovation-induced yield growth of EU crops (%)

CROP	SHARE	CROP	SHARE	CROP	SHARE
Wheat	67.3	OSR	73.8	Potato	62.1
Corn	69.2	Sunflower	71.5	Pulses	65.6
Barley	69.3	Other oilseeds	71.5	Green maize	65.8
Other cereals	72.3	Sugar beet	60.7	Ryegrass	53.5

Contribution by plant breeding to innovation-induced yield growth of arable crops in the EU (per cent)

GROUP OF CROPS	SHARE	GROUP OF CROPS	SHARE
Fruit	58.8	Vegetables	59.0

Contribution by plant breeding to innovation-induced yield growth of fruit and vegetables in the EU (per cent)

Ornamental crop (as a whole): Assumed to be 59 %

Plant breeding-induced yield growth rates for crops in the EU (1995-2019) (% per year)

- Merging innovation-induced yield growth rates and plant breeding's shares in innovation-induced change

CROP	GROWTH RATE	CROP	GROWTH RATE	CROP	GROWTH RATE
Wheat	0.96	OSR	0.89	Potato	1.49
Corn	1.19	Sunflower	1.96	Pulses	0.62
Barley	1.09	Other oilseeds	0.56	Green maize	1.51
Other cereals	1.02	Sugar beet	1.60	Ryegrass	0.69
CROP	GROWTH RATE	CROP	GROWTH RATE	CROP	GROWTH RATE
Peach	1.29	Wine/Grape	0.93	Raspberry	0.92
Strawberry	1.31	Apricot	2.23	Plum	2.05
Apple	1.34	Blueberry	1.42	Cherry	0.87
CROP	GROWTH RATE	CROP	GROWTH RATE	CROP	GROWTH RATE
Lettuce	0.87	Bean	1.09	Onion	2.41
Tomato	1.86	Pea	0.54	Spinach	0.75
Pepper	2.30	Cucumber	2.78	Endive	1.36
Melon	1.26	Cabbage	0.89	Leek	1.01

Ornamental crop (as a whole): 0.71

Share of protected agricultural varieties to account for the effects of the PVP system

CROP	REGISTERED VARIETIES	EU-LEVEL PVR VARIETIES	SHARE
Wheat	4 137	1 401	33.9 %
Corn/Green maize	10 942	2 537	23.2 %
Barley	2 109	650	30.8 %
Other cereals	2 502	593	23.7 %
OSR	2 431	884	36.4 %
Sunflower	3 037	686	22.6 %
Other oilseeds	1 875	370	29.7 %
Sugar beet	2 901	115	4.0 %
Potato	2 146	1 057	49.3 %
Pulses	1 075	167	15.5 %
Ryegrass	1 318	260	19.7 %



Therefore, 25.3 % of all registered varieties of the arable crops that are the focus of this study are varieties with an EU-level PVR.

Share of protected fruit varieties to account for the effects of the PVP system



CROP	REGISTERED VARIETIES	EU-LEVEL PVR VARIETIES	SHARE
Peach	3 333	640	19.2 %
Strawberry	1 868	418	22.4 %
Apple	6 748	345	5.1 %
Wine/Grape	2 444	243	9.9 %
Apricot	1 069	199	18.6 %
Blueberry	412	129	31.3 %
Raspberry	709	138	19.5 %
Plum	295	83	28.1 %
Cherry	1 731	99	5.7 %



12.3 % of all registered fruit varieties are varieties with an EU-level PVR.

Share of protected vegetable varieties to account for the effects of the PVP system



CROP	REGISTERED VARIETIES	EU-LEVEL PVR VARIETIES	SHARE
Lettuce	3 314	1329	40.1 %
Tomato	5 740	922	16.1 %
Pepper	2 967	383	12.9 %
Melon	1 540	284	18.4 %
Bean	1 807	245	13.6 %
Pea	1 523	369	24.2 %
Cucumber	1 664	220	13.2 %
Cabbage	3 050	332	10.9 %
Onion	1 359	194	14.3 %
Spinach	584	105	18.0 %
Endive	461	88	19.1 %
Leek	299	81	28.1 %



18.7 % of all registered varieties of the vegetables that are the focus of this study are varieties with an EU-level PVR.

Share of protected ornamental varieties to account for the effects of the PVP system



CROP	REGISTERED VARIETIES	EU-LEVEL PVR VARIETES	SHARE
Ornamentals	15 588	15 094	96.8 %



Breeders' geographical origin in CPVRs



- 29.000+ CPVRs in force (beginning 2022)
- Largest share: EU countries (almost 77%)



	Country	% CPVR	number CPVR
NL	Netherlands	34.8	9,919
FR	France	17.0	4,837
DE	Germany	14.0	3,985
US	United States	6.7	1,911
CH	Switzerland	5.3	1,523
DK	Denmark	3.2	906
UK	United Kingdom	3.1	872
IT	Italy	2.7	783
ES	Spain	2.4	681
BE	Belgium	2.2	615
EU27	European Union	76.9	22,669
	Third countries	23.1	5,845

Size of CPVR holders

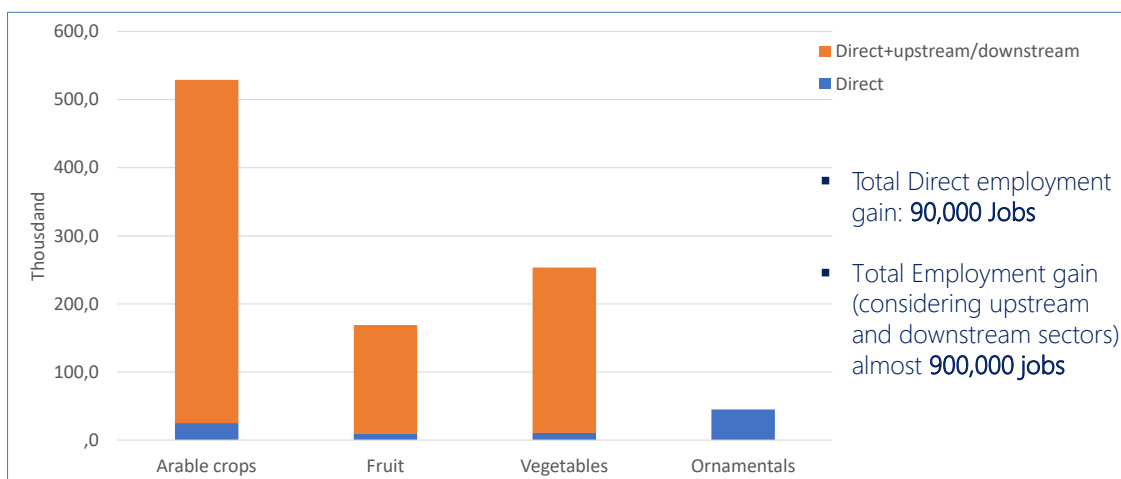


- 93.5% of registrants of CPVRs are SMEs
- 60% of CPVRs are owned by SMEs
- SMES own each around 10 CPVRs



Size	% CPVR	% firms	Number of firms	CPVRs per firm
Physical persons	8.0	36.8	451	3.3
Micro firms	21.7	32.8	402	10.2
Small firms	11.5	15.5	190	11.4
Medium firms	18.8	8.5	104	34.2
Large firms	40.0	6.5	80	94.8
SME + Physical	60.0	93.5	1 147	9.9

Contribution to Employment of CPVR-protected varieties



Employment and Turnover rates of CPVR holders



- 951 CPVR holders have plant breeding as primary activity
- CPVR holders employ more than **70.000** workers and have an annual turnover of **EUR 35 billion**



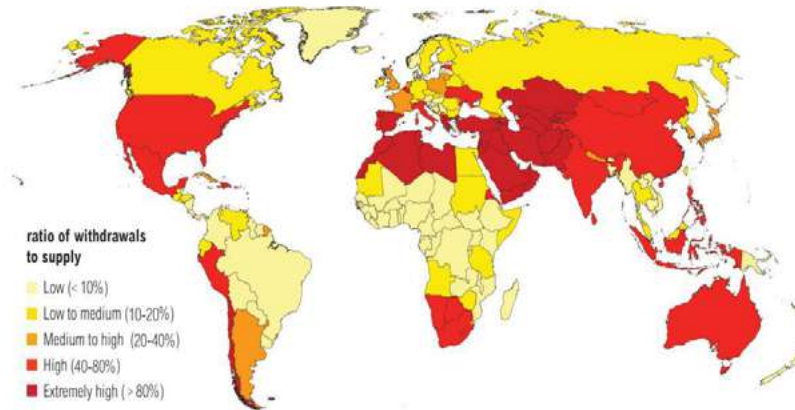
sector	firms	employees	turnover (million €)
Agriculture (seed growing)	603	35,045	17,780
R&D (agricultural & biotechnology)	128	7,970	2,364
Royalties (PVR)	47	119	722
Wholesale (seeds)	173	27,590	14,552
Total	951	70,725	35,418

- Positive impact on wages:
 - Agricultural crop sector: **+12.6%**
 - Horticultural sector: **+11%**
- Positive impact on EU's trade balance
 - Without CPVR-protected innovation, the EU would become a net importer of some crops for which it is an exporter today



3. Impact of the CPVR system on Environment and Society

Water stress by country in 2040

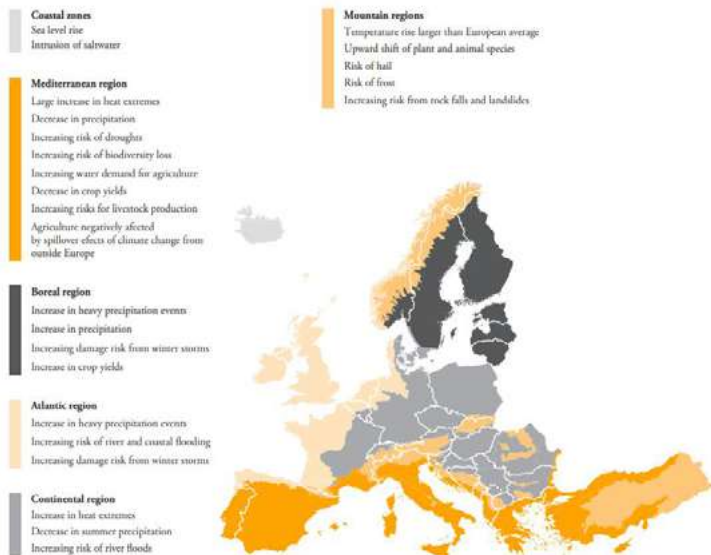


NOTE: Projections are based on a business-as-usual scenario using SSP2 and RCP8.5.

For more: ow.ly/RWop

WORLD RESOURCES INSTITUTE

Need for Climate change adaptation in EU agriculture



© European Union Environmental Agency (2019)



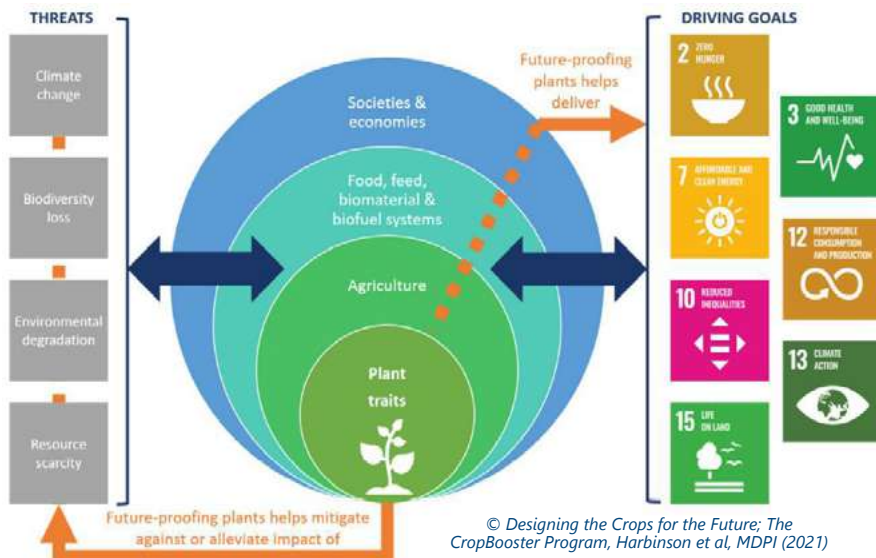
Biodiversity Strategy & Farm to Fork Strategy

Commission's EU Green Deal

EU to become climate-neutral by 2050



Plant variety innovation is part of the solution!



Contribution of the EU PVR system to SDGs



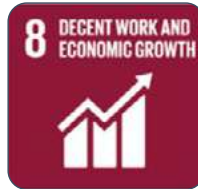
SDG 1 POVERTY REDUCTION

- Increased farm incomes
- More affordable food



SDG 2 ZERO HUNGER

- Increased food production



SDG 8 JOBS & GROWTH

- More jobs in agriculture & horticulture + in upstream & downstream industries



SDG 12 SUSTAINABLE PRODUCTION AND CONSUMPTION

- Growth in yields with less resource input



SDG 13 CLIMATE ACTION

- Reduced resource use and GHG emissions



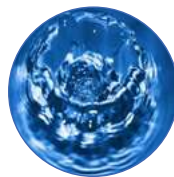
SDG 15 LIFE ON LAND

- Release of new adapted varieties
- Preservation of land thanks to yield growth

Key findings: environmental objectives



Annual Greenhouse Gas (GHG) emissions from agriculture and horticulture: reduced by **62 million tons** per year
= total Portugal's GHG footprint



Water use in agriculture and horticulture: reduced by more than **14 billion m³**
= 1/3 of Lake Constance's volume



Land use and biodiversity: prevention of conversion of **6.5 million hectares** of grassland and natural habitats in the world
= size of Ireland's territory





Key findings: farmers, breeders, SMEs

- 

Farmers/growers across the EU benefit from the innovations protected by the CPVR system
- 

R&D by Breeders leads to innovations, employment and economic growth
- 

SMEs and physical persons account hold 60% of CPVRs currently in force

Final Considerations



Plant variety innovation must support low-input agriculture and better environmental protection

Varieties should not only produce higher yields but also be adapted to biotic and abiotic stresses

In the context of Climate Change: draught-resistance and less-water-input traits

Legislation must drive innovation to accelerate transition to sustainable inclusive food systems from primary production to consumption

EU legislative reforms foreseen:

- CPVR system
- Plant Reproductive Material marketing
- Gene-Editing Regulatory framework



CPVO

Community Plant Variety Office

Community Plant Variety Office

3 Boulevard Maréchal Foch

49000 ANGERS – FR

Contacts

Tel: (+33) (0) 2-41.25.64.00

communication@cpvo.europa.eu

Join us on...



@CPVOTweets



...and subscribe to our
[Digital Newsletter](#)



DISCUSSIONS DE GROUPE & CONCLUSIONS

Allocution de bienvenue et remarques liminaires

M. Marien Valstar, président du Conseil, UPOV

Compte rendu des sessions thématiques

Animateur : M. Peter Button, secrétaire général adjoint, UPOV

- **Compte rendu de la session thématique n° 1 :
Le changement climatique et ses effets sur la production agricole**
M. Marien Valstar, président du Conseil, UPOV
- **Compte rendu de la session thématique n° 2 :
Stratégies pour faire face au changement climatique dans l'agriculture**
M. Yehan Cui, vice-président du Conseil, UPOV
- **Compte rendu de la session thématique n° 3 :
Sélection végétale en vue de l'adaptation au changement climatique et
de l'atténuation de ses effets dans l'agriculture : perspectives
en matière de culture**
M. Patrick Ngwediagi, président du Comité administratif et juridique, UPOV
- **Compte rendu de la session thématique n° 4 : Sélection végétale en vue
de l'adaptation au changement climatique et de l'atténuation de ses
effets dans l'agriculture : stratégies et techniques de sélection**
M. Manuel Toro Ugalde, vice-président du Comité administratif et juridique, UPOV
- **Compte rendu sur la session thématique n° 5 : Rôle de la protection des
variétés végétales dans le développement de nouvelles variétés pour
s'adapter au changement climatique et en atténuer les effets**
Mme Kitisri Sukhapinda, conseil en brevet, bureau de la politique et des affaires
internationales (OPIA), Office des brevets et des marques des États-Unis
d'Amérique, États-Unis d'Amérique

Discussions de groupe

Animateur : M. Marien Valstar, président du Conseil, UPOV

- M. John Derera, Orateur de la présentation principale
- Mme Arianna Giuliadori, WFO
- M. Michael Keller, ISF
- M. Edgar Krieger, CIOPORA
- M. Yehan Cui, animateur de la deuxième session
- M. Patrick Ngwediagi, animateur de la troisième session
- M. Manuel Toro Ugalde, animateur de la quatrième session
- Mme Kitisri Sukhapinda, animatrice de la cinquième session

Conclusions

M. Marien Valstar, président du Conseil UPOV

MERCREDI 26 OCTOBRE

MOTS DE BIENVENUE ET D'OUVERTURE

M. Marien Valstar

Président du Conseil, UPOV

Bienvenue à tous. Nous pouvons commencer maintenant, la séance en ligne est également active et bienvenue à la troisième partie de notre séminaire sur le rôle de l'obtention végétale et de la protection des variétés végétales pour permettre à l'agriculture d'atténuer et de s'adapter au changement climatique.

C'est une très bonne occasion de parler de ces questions. Chaque jour, du moins dans mon journal ou dans les journaux que je regarde à la télévision, presque chaque jour, et je pense même que chaque jour, il y a des histoires sur l'impact du changement climatique, sur des phénomènes météorologiques étranges, sur des événements étranges. Je ne veux pas avoir l'air paniqué parce que je ne panique pas, mais il y a un problème à ce niveau.

Donc, les 11 et 12 octobre, nous avons eu nos premières sessions pour discuter de choses que nous évoquerons plus tard et je pense qu'aujourd'hui est une bonne occasion de faire le point sur ce que nous avons évoqué à ces dates, ce que nous avons appris et comment aller de l'avant.

Alors la dernière fois, les 11 et 12 octobre, il y avait plus de 370 participants du monde entier. Aujourd'hui, la moitié de ces personnes est présente ici dans la salle et une autre moitié est en ligne. Pour ceux qui sont en ligne, je vous dis bonjour, bonsoir; et pour ceux qui sont ici, je vous dis bon après-midi et bienvenue au séminaire.

RAPPORT DE LA SESSION THÉMATIQUE 1 : LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SON IMPACT SUR LA PRODUCTION AGRICOLE

M. Marien Valstar

Président du conseil, UPOV

Présentation faite au séminaire

UPOV

Séminaire sur le rôle de l'obtention végétale et la protection des obtentions végétales pour permettre à l'agriculture d'atténuer le changement climatique et de s'y adapter

Rapport de la session thématique 1 : Le changement climatique et son impact sur la production agricole

Modérateur : M. Marien Valstar, Président du Conseil, UPOV



Orateurs

M. John Derera, directeur principal, sélection et présélection des plantes, Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (CGIAR)



Mme Arianna Giuliadori, secrétaire générale, OMA



M. Michael Keller, secrétaire général, ISF



M. Edgar Krieger, secrétaire général, CIOPORA



Principaux messages

John Derera :



Le changement climatique a un impact sur la productivité agricole mondiale

Les pratiques agricoles doivent changer

- intensification,
- rotation des cultures,
- cultures de couverture,
- irrigation,

ET obtention de variétés résistantes au climat

Principaux messages

Arianna Giuliodori, secrétaire générale, WFO :



Les agriculteurs sont touchés et sont la clé des solutions

Un soutien est nécessaire (extension, échange de connaissances)

Concernant les nouvelles variétés végétales : > 80% des agriculteurs ont déclaré que les nouvelles variétés de plantes améliorées sont importantes pour répondre au changement climatique

Important :

- accès aux semences (abordables et disponibles)
- environnement propice - bonne législation sur les semences
- agriculture organisée
- partenariats dans la chaîne de valeur

Principaux messages

Michael Keller, secrétaire général, ISF



Les graines sont un intrant très important et puissant

Les agriculteurs et les obtenteurs doivent tenir compte de nombreux facteurs - il n'y a pas de solution unique - les obtenteurs veulent donner aux agriculteurs le choix des semences pour lutter contre le changement climatique au niveau local

L'obtention de semences de meilleure qualité accessibles à tous les agriculteurs permettra de soutenir l'agriculture durable et la sécurité alimentaire (ODD)

L'innovation va de pair avec la protection de la propriété intellectuelle (UPOV préférée pour les variétés végétales)

L'environnement réglementaire international est important (FAO, UPOV, OCDE, OMC, CIPV, etc.)

Principaux messages

Edgar Krieger, secrétaire général, CIOPORA

Impact du changement climatique sur l'obtention végétale :

- perte de diversité génétique
- maladies et ravageurs émergents
- problèmes d'approvisionnement en eau
- changement de saisonnalité
- stress thermique

Sécurité alimentaire sous pression

Les obtenteurs doivent travailler pour créer des solutions

Une obtention accélérée utilisant différents outils est nécessaire



COMPTE RENDU DE LA SESSION THÉMATIQUE N° 2: STRATÉGIES POUR FAIRE FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS L'AGRICULTURE

M Yehan Cui

Vice-président du Conseil, UPOV

Présentation faite au séminaire

**SEMINAR ON THE ROLE OF PLANT BREEDING
AND PLANT VARIETY PROTECTION
IN ENABLING AGRICULTURE
TO MITIGATE AND ADAPT
TO CLIMATE CHANGE**



**Report on thematic session 2:
Strategies to address climate change in agriculture**

Mr. Yehan CUI, Vice-President of the Council, UPOV

Thematic session 2: Five presentations

European Union strategy to address climate change in agriculture

Mr. Herwig Ranner, Team Leader - Climate change and agriculture, Unit for Sustainable Agriculture, Directorate General for Agriculture and Rural Development (DG AGRI), **European Commission**

Climate change: an opportunity for innovation in agriculture

Mr. Solomon Gyan Ansah, Director of Agriculture & Head of the Seed Unit, Directorate of Crop Services, Ministry of Food and Agriculture, **Ghana**

The role of plant breeding for adaptation to climate change in Mexico

Ms. Sol Ortíz García, General Director of Prospective Policies and Climate Change, Ministry of Agriculture, **Mexico**

Mitigation of climate change in agriculture

Mr. Alexandre Lima Nepomuceno, Researcher, Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA), **Brazil**

Adaptation of agriculture/ farming systems to climate change: exploring genetic options

Mr. George Prah, Deputy Director, Directorate of Crop Services, Ministry of Food and Agriculture, **Ghana**



The EU Strategy to address climate change in Agriculture

Herwig Ranner, DG Agriculture, European Commission

11.10.2022



European Commission
1.134.199 follower
2 giorni •

Deal on the Climate Law!

The European Climate Law turns our European Green Deal targets into legal obligations:

- reducing net greenhouse gas emissions by at least 55% by 2030
- reaching climate neutrality by 2050

Today's deal between the co-legislators also introduces:

- ✓ a process for setting a 2040 climate target
- ✓ a commitment to negative emissions after 2050
- ✓ the establishment of European Scientific Advisory Board on Climate Change
- ✓ stronger provisions on adaptation to climate change

Climate neutrality will shape the EU's green recovery and a socially just green transition.

More here → <https://europa.eu/!dn66PW>

#EUGreenDeal #EuropeanUnion #ClimateAction

'Fit for 55'

On 14 July 2021, the Commission presented proposals for revision of main pieces of legislations to deliver EU's 2030 Climate Target (-55%) on the way to climate neutrality.

≤ -40 %
Greenhouse Gas Emissions (domestic)
→
2030 Target
-45 %
current policies and national measures
→
-50/55%
Greenhouse Gas Emissions (domestic)
→
Reach neutrality in more gradual way
→
EU economic-wide climate neutrality in 2050

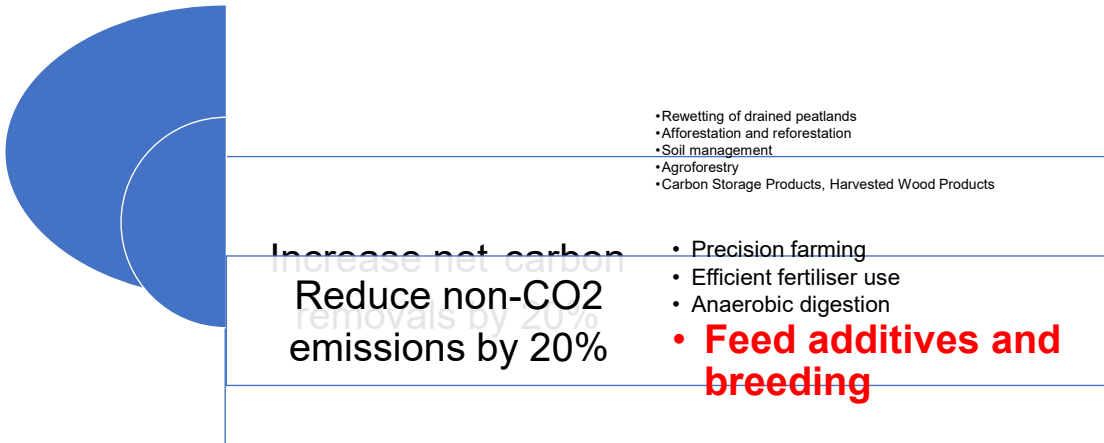
Climate neutral EU land sector by 2035

Neutrality can be reached by different **combinations** between LULUCF and non-CO2 agricultural mitigation practices.

Different mitigation potentials are related to **carbon price**.

Carbon removals with **NBS** have low mitigation costs (EUR 10 per ton).

For examples, fallowing histosols shows high mitigations already at low carbon price.



Carbon farming



A **green business model** rewarding land managers for improved land management practices, resulting in carbon sequestration in ecosystems and reducing the release of carbon to the atmosphere.

Dual opportunity for the [redacted]:

- New business around carbon **sequestration** in soils and vegetation
- New value chains offering long-term carbon **storage** in bio-based products

Benefits of carbon farming:



Increased carbon removals



Additional income for land managers



More biodiversity and nature



Increased climate resilience of farm and forest land

From 'Farm to Fork' designing a fair, healthy and environmentally-friendly food system

Main targets in the Farm to Fork strategy



The use of pesticides in agriculture contributes to pollution of soil, water and air. The Commission will take actions to:

- ✓ **reduce by 50%** the use and risk of chemical pesticides by 2030.
- ✓ **reduce by 50%** the use of more hazardous pesticides by 2030.



The **excess of nutrients** in the environment is a major source of air, soil and water pollution, negatively impacting biodiversity and climate. The Commission will act to:

- ✓ **reduce nutrient losses by at least 50%**, while ensuring no deterioration on soil fertility.
- ✓ **reduce fertilizer use by at least 20%** by 2030.



Antimicrobial resistance linked to the use of antimicrobials in animal and human health leads to an estimated 33,000 human deaths in the EU each year. The Commission will **reduce by 50% the sales of antimicrobials for farmed animals and in aquaculture by 2030.**



Organic farming is an environmentally-friendly practice that needs to be further developed. The Commission will boost the development of EU organic farming area with the aim to achieve **25% of total farmland under organic farming by 2030.**



CLIMATE CHANGE: AN OPPORTUNITY FOR INNOVATION IN AGRICULTURE.

Solomon Gyan Ansah (PhD)
Directorate of Crop Services
Ministry of Food and Agriculture
Accra-Ghana

Seminar to explore the role of plant breeding and plant variety protection in enabling agriculture to adapt to, and mitigate, climate change, October 11 and 12 (virtual), October 26, 2022 (hybrid)

SOME FOCUS AREAS WHERE INNOVATION IS APPLIED TO **CLIMATE SMART AGRICULTURE**

These include:

- a. Early maturity, drought tolerant, Nitrogen and water use efficient crop varieties
- b. Resistance to existing and new emerging diseases and pests (eg cassava brown streak virus, maize lethal necrotic virus disease, fall army worm etc)
- c. Conservation Agriculture;
- e. Artificial Intelligence
- f. **Meteorological** data to predict rainfall or drought, pest evasion etc
- g. Investment in irrigation and water harvesting structures

Seminar on the role of plant breeding and plant variety protection in enabling agriculture to mitigate and adapt to climate change

The role of plant breeding for adaptation to climate change in Mexico

Sol Ortiz García

General Director of Policies, Prospective and Climate Change

Secretary of Agriculture and Rural Development

Mexico



AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



2022 *Ricardo Flores Magón*
Año de Magón
DESCUBRIDOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA

Public policies to achieve food security



Mexico. Sectorial Program for Agriculture and Rural Development 2020-2024

1.- Achieve food self-sufficiency by **increasing production and productivity** of agriculture, livestock, and aquaculture-fishing.

2.- Contribute to the well-being of the rural population through the **inclusion of historically excluded farmers** in rural and coastal productive activities, taking advantage of the potential of the territories and local markets.

3.- **Increase sustainable production practices in the agricultural and aquaculture-fishing sector in the face of agro-climatic risks.**



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

Importance of plant breeding

Actions to promote plant breeding and seed quality to face climate change



- 1 Take advantage of existing varieties
- 2 Adopt and use new varieties
- 3 Generate varieties according to needs



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

Genomes of Mexican crops



Genomics to accelerate the characterization and improvement of strategic crops in Mexico

Crop		Genome	
Common name	Species	Size	Status
Agave	<i>Agave tequilana</i>	2.7 Gbp	Finished
Avocado	<i>Persea americana</i>	920 Mbp	Published
Chilli*	<i>Capsicum annum</i>	3.5 Gbp	Published
Beans	<i>Phaseolus vulgaris</i>	590 Mbp	Published
Mexican lime	<i>Citrus aurantifolia</i>	350 Mbp	Finished
Maize	<i>Zea mays</i>	2.3 Gbp	Published
Papaya	<i>Carica papaya</i>	507 Mbp	Finished
Vainilla	<i>Vanilla planifolia</i>	3.2 Gbp	Finished
Blackberry	<i>Rubus ulmifolius</i>	246 Mbp	Finished



*Not generated by Mexicans

What else is needed for adaptation to climate change



- **In situ conservation** of genetically diverse populations to allow evolution to continue and the generation of adaptive traits;
- **Ex situ conservation** to ensure the maintenance of diversity of species, populations and varieties, including those from areas expected to be highly affected by climate change;
- **Diversified farming systems:** management practices that increase diversity tend to increase resilience to the various effects of climate change;
- **Sustainable soil management** practices that also contribute to mitigation;
- Knowledge, coordination, communication, collaboration, connection & commitment (6C).



“Mitigation of climate change in agriculture”

ALEXANDRE NEPOMUCENO, Ph.D.
Embrapa Soybean General Head

Brazilian Agricultural Research Corporation



Embrapa
40 anos

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

How to deal with this Challenge?

PROJETO CRISPREvolution | Plantas de importância econômica com genoma editado pela tecnologia CRISPR visando melhoria da qualidade nutricional e industrial e tolerância a estresse hídrico

CRISPREvolution | **Four Crops and Two Strategies**

Leading project on Genome Edition at EMBRAPA

Knock-out (SDN1)	HDR (SDN2)
Soybean: Anti-nutritional Factors/Drought	Soybean: Drought
Sugarcane: Cell wall structure (2G Ethanol)	Sugarcane: Drought
Corn: Cell wall structure (2G Ethanol)	Corn: Drought
Common Bean: Tegument Color	Common Bean: Drought

Geneticamente editado para aumento da digestibilidade da biomassa

MINISTRY OF FOOD AND AGRICULTURE

GEORGE PRAH
DEPUTY DIRECTOR, DIRECTORATE OF CROP SERVICES

**Adaptation of agriculture/
farming systems to climate
change: exploring genetic
options**

MINISTRY OF FOOD AND AGRICULTURE

Developing the appropriate strategies 1

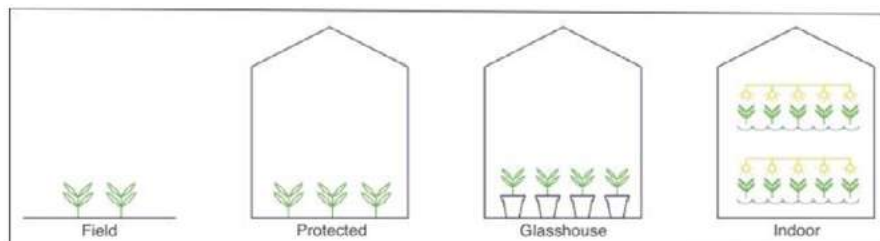
The adaptation of agriculture or making agriculture resilient to climate change requires the implementation of a myriad of complementary strategies:

- moving agriculture to new locations to follow environmental change
- adopting protected agriculture by partially or completely controlling the environment.
- Utilizing environments hitherto classified as not useful for agriculture to mitigate climate change effects
- 6 □ Developing new agronomic packages for crops to mitigate climate change effects

Developing the appropriate strategies 2



Manipulating production/agronomic systems



Source: Current Opinion in Plant Biology, 2020

Developing the appropriate strategies 3

- Utilization of underutilized crop species to be able to contribute to climate adaptation and mitigation
- Domestication of new species and the improvement of existing ones to adapt to climate change effects
- Extensive use of wild relatives of crops capturing much more of the available climate smart plant biodiversity into elite genotypes.
- Strengthening gene banks to preserve important genotypes for future utilization
- Accessing UPOV PLUTO database to support breeding

**Genetic
option**

Genetic improvement technology



Traditional Crop Modification

selective breeding and hybridization



Genetic Engineering

High yielding, pests and diseases control, manipulation of genome for improved varieties, including farmer preferred traits (PVS, PVB)



Genome Editing

*Removal of genes responsible for deleterious traits affecting storage
Nutrient uptake*

THANK YOU FOR YOUR ATTENTION!

CLIMATE CHANGE ADAPTATION FOR FOOD SECURITY

- IMPROVE SOIL HEALTH & MANAGE EROSION
- OPTIMISE IRRIGATION
- SWITCH TO PLANT VARIETIES TOLERANT TO HEAT, DROUGHT & FLOODING
- PRESERVE BIODIVERSITY
- MIXED CROP AND LIVESTOCK FARMING

UNIVERSITY OF QUEENSLAND
Centre of Excellence in Food Security

Brief summary

- **Strategies to mitigate the climate change in agriculture:**
 - reducing CO₂ and Non-CO₂ emission by enhancing climate resilience of agroecosystems towards green development, such as reduce use of pesticide, fertilizer improve soil quality etc.
 - rewarding managers for improved farmland management practices, resulting in carbon sequestration in ecosystems.
- **Strategies to adapt to climate change in agriculture:**
 - improving crop variety traits adapting to climate change by conservation of plant species, by using breeding technology such as traditional breeding and hybridization, genetic engineering and genome editing, etc.
 - enhancing food production system adapted to climate change, such as investment in farmland construction, smart agriculture, technology innovation, etc.

COMPTE RENDU DE LA SESSION THÉMATIQUE N° 3 : SÉLECTION VÉGÉTALE EN VUE DE L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET DE L'ATTÉNUATION DE SES EFFETS DANS L'AGRICULTURE : PERSPECTIVES EN MATIÈRE DE CULTURE

M. Patrick Ngwediagi

Président du Comité administratif et juridique, UPOV

Présentation faite au séminaire

UPOV

Seminar on the role of plant breeding and plant variety protection in enabling agriculture to mitigate and adapt to climate change

Report of thematic session 3:
Plant breeding for climate change adaptation and mitigation in agriculture:
Crop perspectives

Moderator: Mr. Patrick Ngwediagi, Chair of the Administrative and Legal Committee, UPOV



Speakers

- Mr. Greg Rebetzke, Research Genetist, Canberra, Australia
- Mr. Yu Zhang, Research Associate, Shanghai Academy of Agricultural Sciences, China
- Mr. Etienne Bucher, Research group leader "Crop Genome Dynamics", Agroscope, Switzerland
- Mr. José Ré, Vice President, Global New Products Development – Rice Tech USA, United States of America
- Ms. Hayat Zaher, Researcher, Marrakech Regional Agricultural Research Centre (CRRRA), National Institute for Agricultural Research (INRA), Morocco
- Mr. Robert Boehm, Head of Biotechnology, Selecta One, Germany
- Ms. Tina Henriksson, Group Manager Breeding, Cereals & Pulses & Senior winter wheat breeder, Swedish Company Lantmännen, Sweden
- Mr. Pitambar Shrestha, Programme Advisor, Local Initiatives for Biodiversity, Research and Development (LI-BIRD), Nepal
- Ms. Astrid Schenkeveld, Specialist Plant Breeder's Rights & Variety Registration, Rijk Zwaan, Netherlands

Plant breeding is beneficial for all crops

- Plant breeding supports the development of climate smart varieties for all crops, including those of local importance
- Plant breeding is key for adapting crops to each production area
- Crops traditionally grown in each area require adapting to new climatic conditions
- Opportunités to introduce new crops previously unsuitable for cultivation in particular areas



Grassroots breeding of future smart crops

Case example 1: *Bariyo Kaguno* (Bariyo Foxtail Millet), Ghanpokhara, Lamjung District (Contd.)

The Grassroots breeding process

- Seed samples of *Bariyo Kaguno* were collected from five custodian farmers, it was mixed and planted in the farmers field.
- True to *Bariyo Kaguno* type panicles were selected jointly by farmers and scientists.
- Seeds of the selected panicles were multiplied and distributed to many farmers. Market linkage was developed for grain.
- Data were collected and the variety was registered in the National Seed Board by Ghanpokhara Community Seed Bank.
- The Ghanpokhara Community Seed Bank produces and supplies quality seed in the locality and surrounding districts.

Photo: Seed production plot of the Bariyo Foxtail Millet conducted by the Ghanapokhara CSB in 2022.



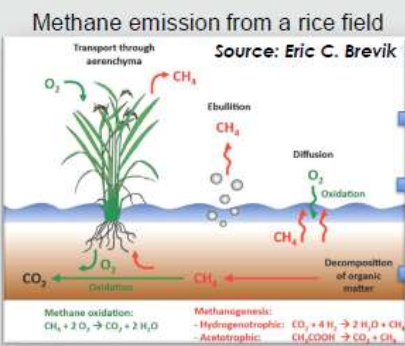
In the long run

- New crops
- New characters
- New resistances

Rice: Reducing water requirement and use

- New rice varieties incorporate upland rice characteristics (non-flooded areas).
- This is useful to reduce irrigation water
- Improves transplanting operation in paddy fields.
- Reducing water requirement reduces CO₂ emissions to the atmosphere

We bred hybrids with lower environmental footprint



- AWD can reduce methane emissions in rice cultivation by an average of 48% over continuous flooding Source: IRRI
- AWD reduces global warming potential by 43% Sanchis et al. 2012
- Improved rice hybrids emit 29% fewer greenhouse gases per unit of output Nalley et al. 2014



Areas for developing WDR variety

II. Upland cropping (prone to waterlogging)

Adjust crop planting structure

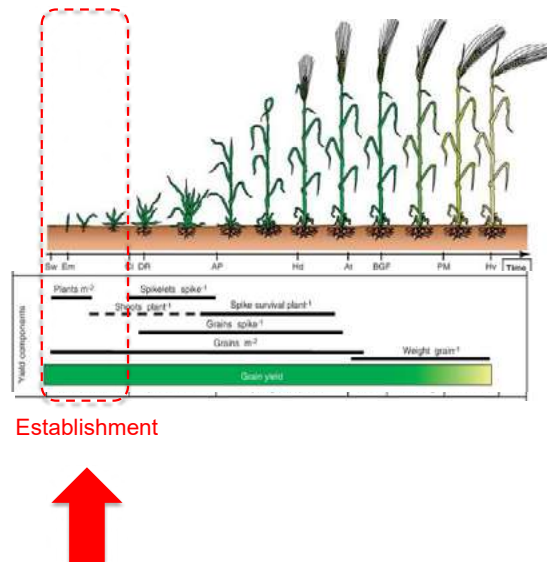
Realizing value-added farmland to increase farmers' incomes



Wheat: Changing plant morphology to access subsoil moisture

- Plant breeding is developing new varieties with improved characteristics to access subsoil moisture during the establishment period of crops
- This improves the early establishment crops enabling young plants to support longer periods of drought.

Opportunity breeding - Optimising crop establishment




Vegetable crops: avoiding losses and waste through new characteristics

- New characteristics maximize plant production in protected environments (e.g. Hydroponics)
- New characteristics enable avoiding losses due to:
 - new disease resistances
 - longer shelf life



Examples



**Delayed pinking of fresh cut lettuce
(Leaf wound-induced discoloration)**

- Extended shelf life
- Less waste
- Suitable for Food Service
- Stronger against cracking
- Less sensitive for leaking seals

Ornamental crops: breeding for drought resistance and introduction of new adapted crops

- The sector is intensively using plant breeding to develop varieties adapted to increased drought periods
- New varieties are being developed from species more adapted to extreme environments, such as succulents and others

Marketing tolerant Varieties/Cultures

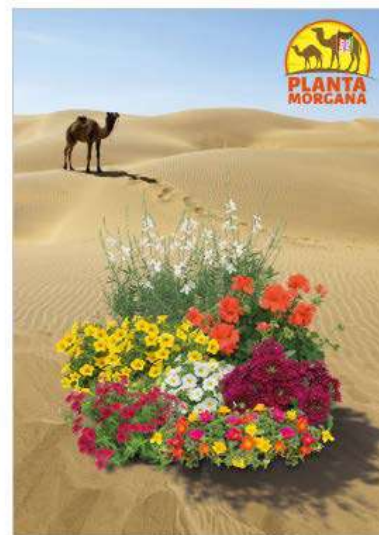
selecta
we love to grow®

- Recommendation of more drought stress tolerant plant series
- Marketing with POS-material (pots, banner, label)



20.09.2022

www.selecta-one.com



16

Substitution by new cultures

selecta
we love to grow®

- Species with naturally evolved plant stress tolerance mechanisms
- C4/CAM-metabolism, drought-adapted morphology
 - Grasses
 - Crassulaceae (Sedum, Echeveria)
 - Xerophytes (Helichrysum, Calocephalus)
 - Others (Portulak, Brachyscome, Felicia)



20.09.2022

www.selecta-one.com

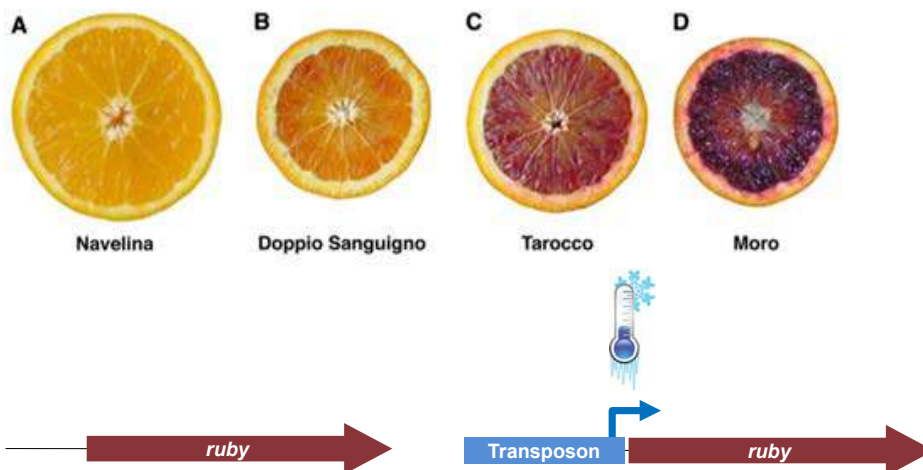
15

New breeding techniques: Transposable elements

- New breeding techniques are widely available with great level of precision
- Transposable elements are an example: they occur naturally and create adapted traits; e.g. response to heat stress
- Mobilizing transposable elements that respond to stress can generate useful characteristics



Crop traits influenced by transposons



Transposable elements create a link
between the environment and the genome

Plant variety protection is key to promote plant breeding

- PVP under the UPOV Convention is an “open innovation” system
- Breeder’s exemption is key for further research and breeding



The role of plant breeder's rights



RIJK ZWAAN

- Return on investment is necessary to continue developing new varieties
- PBR is THE IP protection system: providing adequate protection, while others can continue to find solutions to today's challenges – Open Innovation

Conclusions

- Plant breeding is fundamental for all types of crops to address the challenges posed by climate change
- Also important to support reduction of emissions of greenhouse gas emissions.
- New techniques are available (e.g. Transposable elements)
- Certain plant breeding techniques are still heavily regulated
- PVP is encouraging plant breeding by all types of breeders

COMPTE RENDU DE LA SESSION THÉMATIQUE N° 4 : SÉLECTION VÉGÉTALE EN VUE DE L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET DE L'ATTÉNUATION DE SES EFFETS DANS L'AGRICULTURE : STRATÉGIES ET TECHNIQUES DE SÉLECTION

M. Manuel Toro Ugalde,

vice-président du Comité administratif et juridique, UPOV

Présentation faite au séminaire

UPOV

Seminar on the role of plant breeding and plant variety protection in enabling agriculture to mitigate and adapt to climate change

Report on Thematic session 4:

Plant breeding for climate change adaptation and mitigation in agriculture: breeding strategies and techniques

*Moderator: Mr. Manuel Antonio Toro Ugalde, Vice-Chairman,
UPOV Administrative and Legal Committee, Administrative and Legal Committee of UPOV*



Thematic session 4: plant breeding for climate change adaptation and mitigation in agriculture: breeding strategies and techniques

- **"A smart green future" and "climate resilience underpinning breeding programmes"**.
Ms. Emma Brown, General Manager Plant Varieties, and Mr. Zac Hanley, General Manager Science, Plant & Food Research, New Zealand
- **Use of new technologies (molecular markers and accelerated breeding) in the development of drought-tolerant cereal varieties in Morocco**
Mr. Moha Ferrahi, Head Genetic Resources Improvement and Conservation Department (DACRG), Scientific Division, National Institute for Agricultural Research (INRA), Morocco
- **Breeding for the future**
Mr. Stefan van der Heijden, Associate, Innova Connect, Netherlands
- **The role of variety characteristics on climate footprint (disease resistance, nitrogen utilization and yield)**
Mr. Morten Lillemo, Professor, Norwegian University of Life Sciences, Professorship of Biosciences, Norway
- **Research into market-driven and climate smart crop varieties: tolerance to biotic and abiotic stresses**
Mr. Francis Kusi, Acting Director and Mr. Joseph Adjebeng-Danquah, Senior Research Scientist, Savannah Agricultural Research Institute, Scientific and Industrial Research Institute (CSIR-SARI), Principal Investigator (Host Plant Resistance) (Ghana)

Thematic session 4: plant breeding for climate change adaptation and mitigation in agriculture: breeding strategies and techniques

- **Genetic improvement by mutagenesis of oilseed crops to cope with climate change: case of rapeseed and sesame**
Mr. Abdelghani Nabloussi, Researcher, Meknès Regional Agricultural Research Centre (CRR), National Institute for Agricultural Research (INRA), Morocco
- **Connecting different research clusters with the aim to develop more accurate breeding**
Mr. Muath Alsheikh, Head of Research and Development, Graminor AS (Norway)
- **Advances in the development of new varieties better adapted to climate change in crops and forages: a South American perspective**
Mr. Fernando Ortega Klose, Forage Plant Breeder, Chilean Agricultural Research Institute (INIA), Carillanca regional center, Chile
- **Breeding program to mitigate climate change and environmental pressures on crops**
Mr. Dave Bubeck, Research Director, Corteva, United States of America

Plant breeding for climate change adaptation and mitigation in agriculture: plant breeding strategies and techniques



The boundaries shown on this map do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of UPOV concerning the legal status of any country or territory

- Climate change has impacted agriculture around the world, but there are some countries that are more affected.
- We are working on different strategies and techniques to address climate change.
- Techniques such as irradiation and gene editing in different crops
- Heat- and drought-tolerant/drought-resistant varieties
- Technology: Artificial intelligence and bioinformatics
- Public and private resources (clusters) / Investment
- Plant breeding is essential for climate change adaptation.
- Strengthening intellectual property rights and their implementation at the national level.



COMPTE RENDU SUR LA SESSION THEMATIQUE N° 5 : ROLE DE LA PROTECTION DES VARIETES VEGETALES DANS LE DEVELOPPEMENT DE NOUVELLES VARIETES POUR S'ADAPTER AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET EN ATTENUER LES EFFETS

Mme Kitisri Sukhapinda

conseil en brevet, bureau de la politique et des affaires internationales (OPIA), Office des brevets et des marques des États-Unis d'Amérique, États-Unis d'Amérique

Présentation faite au séminaire

UPOV

International Union for the Protection of New Varieties of Plants

Seminar on the role of plant breeding and plant variety protection in enabling agriculture to mitigate and adapt to climate change:

Report on: Thematic SESSION 5: the Role of plant variety protection in the development of new varieties to mitigate and adapt to climate change

October 26, 2022

*Kitisri Sukhapinda
Patent Attorney
Office of Policy and International Affairs
United States Patent and Trademark Office*

UNITED STATES
PATENT AND TRADEMARK OFFICE

uspto

Thematic SESSION 5: Topics

- The role of PBR in plant breeding efforts to address climate change mitigation and adaptation. Example of Canada, including public sector breeding

Mr. Anthony Parker, Commissioner, Plant Breeders' Rights Office, Canadian Food Inspection Agency (CFIA), Canada

- Plant Breeding and Plant Variety Protection: a catalyst for developing climate smart crop varieties in Sub-Saharan Africa

Mr. Hans Adu-Dapaah, Expert, Crops Research Institute, Council for Scientific and Industrial Research Institute (CSIR), Ghana

- Plant breeding and PVP system for adapting Japan's unique climate condition and consumers' preferences

Mr. Teruhisa Miyamoto, Deputy Director of Plant Variety Office, Intellectual Property Division, Export and International Affairs Bureau, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (MAFF)

- The role of plant variety protection in promoting development of crop varieties that adapt to, and mitigate, climate change. Example of Kenya

Mr. Simon Mucheru Maina, Head, Seed Certification and Plant Variety Protection, Kenya Plant Health Inspectorate Service (KEPHIS)

- Impact of the Community Plant Variety Rights system on the European Union economy and the environment

Mr. Francesco Mattina, President, Community Plant Variety Office (CPVO) and Mr. Nathan Wajzman, Chief Economist of the European Intellectual Property Office (EUIPO)



2

Thematic SESSION 5: Canada

Impact of Climate Change:

- Annual temperature increase, flooding, droughts, extreme weather events
- Northward expansion of warmer weather crops, such as corn and soybean, displacing cereals and canola
- Water/heat stress to plants and may have a negative impact on yields, new pests and diseases.

Public Research

- Example: Digital Imaging Technology and Plant Phenotyping of Wheat Varieties
- Digital imagery reveals differences in plant canopy temperatures between varieties.
- Differences identified between varieties in respiration rates and plant dehydration.
- Historic drought tolerant varieties can be used as breeding material for introgression into modern high performing varieties



3

Thematic SESSION 5: Canada

Linking to UPOV-based PBR

- All wheat varieties released by AAFC are PBR protected. Art 14. of UPOV secures the investments made by taxpayers and farmers. Royalties from sales and licensing are re-invested back into breeding and research, creating a self-sustaining funding environment.
- Art 15 (1) (ii) "researcher's exemption" supports ongoing research, and scientific publication, dissemination of knowledge about the qualities/attributes of specific varieties.
- Art 15 (1) (iii) "breeder's exemption" ensures that all PBR protected varieties are available for breeding purposes. Breeder's have information on varieties that are drought tolerant, and can access those varieties to introgress into their breeding program.
- Art 19, the breeder's right is finite. Unprotected varieties are "public domain", AAFC varieties deposited in ITPGRFA – MLS system.

[UPOV/SEM/GE/22/PPT/29](#) Anthony Parker

uspto

4

Thematic SESSION 5: Sub-Saharan Africa

Challenges to Agricultural Production in Africa:

- Rapid declining soil fertility (especially nitrogen)
- Increased complexity of pests and diseases
- Postharvest losses and short shelf- life of produce
- Inherent low yields of crops
- Lack of labor
- Ecological concerns
- Illegal mining activities destroying agricultural lands and water bodies and distorting ecologies,
- loss of biological diversity, land constraints

Achieving Food & Nutrition Security in 2050

- Crop production will have to double/triple by 2050, using limited resources (land, water, nitrogen etc.)
- Need to increase productivity per unit area (intensification)
- Smart breeding has a role to play to achieve food and nutrition security.
- CSIR-CRI developed high-yielding drought tolerant maize variety

[UPOV/SEM/GE/22/PPT/30](#) Hans Adu-Dapaah

uspto

5

Thematic SESSION 5: Sub-Saharan Africa

Plant Variety Protection:

- Well implemented PVP may be a catalyst for sustainable development of CSCV, since it will attract investors.
- The benefits of PVP cuts across several sectors of the economies of Sub-Saharan African countries and will promote national development.
- The PVP has an enormous potential to improve productivity, the seed system, protect genetic diversity, and empower farmers to access new markets and attract private sector investments in plant breeding.
- The formation of African Plant Breeders Association in 2019 with branches in most African countries is a positive development for PVP implementation in SSA.

[UPOV/SEM/GE/22/PPT/30](#) Hans Adu-Dapaah

uspto

6

Thematic SESSION 5: Japan

Impact of Climate Change on Agricultural Products:

- Average temperature has risen by 1.26 degrees Celsius per 100 years in Japan: agricultural production regions are expected to change with emerging high-temperature injury.
- Rice-immature starch formation in grain due to high temperatures
- Apple-poor or delayed coloring of fruit due to high temperature
- Deterioration of fruit quality reported in other fruits (grapes, peaches, etc.)

New Plant Varieties - Key to Adapt to Climate Change

- Rice-High temperature tolerant variety with few immature grains
- Grapes -New varieties with good coloration even at high temperatures
- Apple-New varieties with good coloration even at high temperatures
- Impatiens-Growing well in wide range conditions, even at high temperature

[UPOV/SEM/GE/22/PPT/31](#) Yasunori Ebihara

uspto

7

Thematic SESSION 5: Japan

- **Innovation to Facilitate Breeding of New Varieties to Adapt to Climate Change:**
 - “Smart breeding system” in combination with AI and new breeding technologies will enable more efficient and faster breeding by big data on phenotype-genotype information
- **Importance of Securing PVP Protection Aboard:**
 - Japan PVP Act Amendment to protect Japan Export Market
- **Importance of Cooperation:**
 - Efficient application
 - Enhance DUS cooperation

[UPOV/SEM/GE/22/PPT/31](#) Yasunori Ebihara

8

Thematic SESSION 5: Kenya

Climate Change Impact

- Extended dry periods and rainfall outside the normal seasons
- Emergence of new pests and diseases such as maize Lethal Necrosis (MLN), Fall Army Worm (FAW) among others
- It is very important for breeders to develop varieties that are resilient to harsh agro-ecological conditions

Development of Smart Varieties

- Development of drought tolerant varieties of maize, sweet potato, cassava, sorghum, pigeon peas, amaranth, rangeland grasses among others
- Efforts to release pest and disease tolerant varieties to counter emerging pests as a result of climate change
- Sixteen (16) varieties tolerant to Maize Lethal Necrosis Disease (MLND) released,
- Varieties of Fall Army Worm (FAW) tolerant maize are under evaluation

[UPOV/SEM/GE/22/PPT/32](#) Simon Mucheru Maina

9

Thematic SESSION 5: Kenya

Plant Variety Protection in Kenya:

- Acceded to UPOV 1978 in May 1999, UPOV 1991 in May 2016
- Kenya grants PBRs for all plant genera and species
- Breeders having assurance on return of investment following development of new varieties.
- Enhanced capacity for testing of new varieties through cooperation with UPOV and UPOV members.
- Collaboration and co operation between the breeders and the testing authority on variety testing.

[UPOV/SEM/GE/22/PPT/32](#) Simon Mucheru Maina

uspto

10

Thematic SESSION 5: EU/CPVO

The EU's impact study shows key economic contribution:

- EU-protected plant variety innovations sufficient to feed an additional **57 million** people with arable crops, **38 million** with fruit crops, and **28 million** for vegetable crops.
- EU PVR-protected crops generated additional value of 13 billion EUR to EU GDP
- Additional production resulted in higher employment rates in the EU agriculture, and better remunerated

In the absence of the CPVR system, in 2020 the production in the EU would be:

- ✓ 6.4% lower for agricultural crops;
- ✓ 2.6% lower for fruits;
- ✓ 4.7% lower for vegetables;
- ✓ 15.1% lower for ornamentals.

[UPOV/SEM/GE/22/PPT/33](#) President Francesco Mattina – Nathan Wajzman, EUIPO, Presentation of EUIPO study

uspto

11

Thematic SESSION 5: EU/CPVO

EU-Community Plant Variety Right (CPVR) system

- Not only makes an economic contribution to the EU economy, but also contributes to the fulfilment of the EU's environmental objectives by reducing annual greenhouse gas emissions and water use in agriculture and horticulture
- Contributes to the UN's Sustainable Development Goals, by reducing the environment impact and resource use in agriculture and horticulture, increasing farm incomes, and keeping prices lower for consumers

[UPOV/SEM/GE/22/PPT/33](#) President Francesco Mattina – Nathan Wajzman, EUIPO, Presentation of EUIPO study

uspto

12

Conclusions:

- To address climate change mitigation and adaptation requires collective action, including; farmers, breeders (public and private), and policy makers.
- Effective PVP provides incentive for breeders to invest in innovation and development of new varieties of plants that can adapt to or mitigate the impact of climate change.
- UPOV-based PBR provides a framework that ensures the balance between incentives and rewards, and restrictions on the breeder's right by way of "exemptions," that ensure access to knowledge and the use of protected varieties for breeding purposes.
- UPOV membership provides for enhanced cooperation among members

uspto

13

Thank you!

uspto

DISCUSSIONS DE GROUPE

Moderator: M. Marien Valstar

Président of the Council, UPOV

VALSTAR Marien (M.), président du Conseil, UPOV (modérateur)

Merci, Peter. Je voudrais inviter Michael Keller de l'ISF et Edgar Krieger de la CIOPORA à nous rejoindre sur le podium. Il est maintenant temps pour vous de poser des questions ou de faire des observations ou tout ce que vous aimeriez faire. Et il y a aussi un autre orateur, M. John Derera. Bienvenue, John.

DERERA John (M.), directeur principal, sélection et présélection des plantes, Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (CGRAI) (orateur)

Merci.

VALSTAR Marien (M.), président du Conseil, UPOV (modérateur)

Alors, bienvenue, John, et bienvenue à tout le monde sur ce podium.

Maintenant, pour ceux d'entre vous qui sont en ligne, veuillez utiliser le système d'interprétation et lever la main par voie électronique et pour ceux qui sont dans la salle, veuillez, s'il vous plaît, montrer la plaque portant le nom de votre pays ou organisation et je vous donnerai la parole.

Y a-t-il des membres, des observateurs, des participants qui souhaitent prendre la parole, que ce soit en ligne ou ici dans la salle?

Comme je ne vois pas encore de questions, pour commencer, j'aimerais poser une question à John Derera.

VALSTAR Marien (M.), président du Conseil, UPOV (modérateur)

Bonjour John. Vous avez très bien expliqué dans la session que l'adaptation doit prendre de nombreuses directions, comme de nouvelles pratiques agricoles, plus d'irrigation, d'intensification, etc., mais aussi des variétés végétales nouvelles et améliorées. Avez-vous une estimation de la mesure dans laquelle de nouvelles variétés végétales aideraient à résoudre les problèmes? Alors, qu'est-ce qui est le plus important, les pratiques ou les variétés végétales? Avez-vous une estimation à ce sujet?

DERERA John (M.), directeur principal, sélection et présélection des plantes, Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (CGRAI) (orateur)

Merci. Je disais que je vais vous donner une estimation très claire et précise, mais en général, quand on regarde la contribution des améliorations qui viennent des gains de variétés végétales partout dans le monde, elles ne viennent pas seulement de la génétique. Mais on observe que l'amélioration complémentaire des pratiques économiques permet de traduire les améliorations qui ont été faites du côté génétique.

Divers chefs de file de la sélection végétale disent cinquante-cinquante, alors que d'autres diraient que 60% des gains obtenus relèvent des améliorations génétiques et 40% des pratiques agricoles. Je dirais cinquante-cinquante. Nous devons déployer plus d'efforts des deux côtés des – des deux si nous voulons voir des améliorations significatives. Merci.

VALSTAR Marien (M.), président du Conseil, UPOV (modérateur)

D'accord. Merci, John. Donc, plus ou moins, règle empirique : amélioration génétique et pratiques améliorées pour moitié respectivement. Donc, cela signifie en effet, nous devons – ces choses doivent aller de pair et être complémentaires. Un gros défi pour les obtenteurs.

Et peut-être que, s'il n'y a toujours pas de questions dans la salle ou en ligne, ce serait le bon moment pour demander aux obtenteurs, en effet, comment ils font face à ces défis. Et c'est peut-être bien de commencer par Edgar, Edgar Krieger de la CIOPORA. Alors, pouvez-vous nous éclairer sur la façon dont vous abordez ces défis?

Krieger Edgar (M.), secrétaire général, Communauté internationale des obtenteurs de plantes horticoles de reproduction asexuée (CIOPORA) (orateur)

Oui, le changement climatique est une réalité. Je l'ai déjà indiqué dans une présentation en ligne il y a quelques semaines. Et nous observons le réchauffement climatique, des sécheresses, des inondations, une augmentation de l'humidité qui entraînent davantage de parasites et de maladies. Et les obtenteurs trouvent des solutions pour cela. Ils développent des variétés plus résistantes à ces situations de stress. Et nous avons entendu plusieurs fois cet après-midi que la sélection végétale est essentielle pour faire face au changement climatique, mais pour continuer cela, les obtenteurs ont besoin de protection et ils ont besoin d'une protection efficace.

Et quand on parle d'obteneurs et de techniques de sélection, en ce moment, ce sont surtout les obtenteurs conventionnels qui innovent. Bien sûr, les sociétés de biotechnologie jouent aussi leur rôle, mais elles fondent leurs améliorations sur la génétique existante et sur les variétés existantes.

La semaine dernière, je rendais visite à un obteneur de roses dans le sud de la France, une entreprise très traditionnelle, tout le monde connaît cette société, ils améliorent les variétés et les rendent tolérantes aux maladies et aux nuisibles, plus tolérantes par sélection traditionnelle. Ils connaissent les parents tolérants aux parasites et aux maladies et croisent et sélectionnent pour cela la meilleure génétique. Donc, c'est la base de l'amélioration qui a lieu en ce moment.

Ainsi, ces obtenteurs conventionnels ont besoin de protection. Et quand j'entends les discussions cette semaine et ces derniers mois à l'UPOV, je n'ai jamais vu ce genre de tension entre les membres de l'UPOV sur ce qu'est le bon niveau de protection. Et nous devons... et l'UPOV est l'institution dans le monde qui doit protéger les obtenteurs et les obtentions végétales. Ainsi, lorsque j'entends des discussions sur l'élargissement des exemptions dans le système des droits d'obteneur, comme l'extension à l'utilisation privée et non commerciale, lorsque j'entends des discussions sur les variétés essentiellement dérivées, lorsque j'entends des discussions sur la protection du produit de la récolte, du matériel de reproduction ou de multiplication, de protection provisoire, il y a besoin de mouvement. Il faut évoluer dans le champ de la protection.

Je fais cela depuis 18 ans et j'ai fait pression dans le monde entier pour l'amélioration de la protection. Et ce que nous voyons, c'est que très peu de pays améliorent vraiment leur législation. Nous devons vraiment faire en sorte qu'ils ne diminuent pas la protection au lieu de l'améliorer.

De nombreux pays, la législation est toujours basée sur l'Acte de 1978, qui est inférieur aux normes. Et lorsque nous parlons ici de l'obtention végétale et de l'importance de celle-ci, je vous demande vraiment de réfléchir à votre rôle et d'assurer une protection efficace. C'était une première déclaration qui pourrait alimenter une discussion. Merci.

VALSTAR Marien (M.), président du Conseil, UPOV (modérateur)

Merci, Edgar, et oui, c'est bien que vous ayez souligné les défis auxquels nous sommes confrontés. Je serais heureux si nous pouvions maintenant nous en tenir au changement climatique comme le plus grand défi auquel nous sommes confrontés et ne pas entrer dans une discussion sur les variétés essentiellement dérivées ou le produit de la récolte.

Michael, je vous ai également mis au défi de dire quelques mots sur la façon dont les obtenteurs font face au défi du changement climatique et ce que la Fédération internationale des semences, ce que vos obtenteurs font ou ne font pas ou doivent faire.

KELLER Michael (M.), secrétaire général, International Seed Federation (ISF) (orateur)

Tout d'abord, merci à l'UPOV d'avoir pris l'initiative de parler du changement climatique. Mais permettez-moi de tourner les choses d'une autre manière. On parle trop de défis. Il faut aussi parler d'opportunités. Comment on avance.

La semaine dernière, peut-être avez-vous vu à l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) des réunions sur la science et l'innovation, tout le monde parle de la production agricole, des semences et veut transformer les systèmes alimentaires. Sommet des Nations Unies sur le système alimentaire, transformons. Oui, nous avons des défis à relever, mais nous devons également réfléchir à ce qui a déjà été fait.

De plus, nous avons fait de bonnes choses et les obtenteurs ont fait de bonnes choses et les organismes publics de sélection végétale ont fait de bonnes choses, mais nous devons faire plus. Et donc, je ne vais pas en quelque sorte dire que nous devons nous transformer. Mais j'ai aimé les mots d'Edgar sur l'évolution. Il faut faire bouger

les choses. Et qu'est-ce qui fait bouger les choses – et que signifie faire bouger les choses? C'est aussi l'objet de l'UPOV. Car la semence est le point de départ de la production agricole. Je pense que nous sommes tous d'accord. Nous sommes tous d'accord également sur le fait que si le point de départ de la production agricole n'est pas le bon, vous n'obtenez pas ce qu'il faut. Même le meilleur engrais ou la meilleure protection des cultures n'aidera pas.

En même temps, nous savons qu'il n'y a pas de solution unique. C'est aussi ce que font les obtenteurs. Tout ce que nous faisons, c'est apporter aux agriculteurs des variétés qu'ils peuvent utiliser où qu'ils se trouvent. Ce n'est pas une marchandise.

Et en disant cela, il faut faire très attention à ce sujet : transformer. Nous ne transformerons pas le monde en deux mois ou 10 mois. Quand on parle de changer les choses, il faut faire bouger les choses et il faut changer les choses. Nous devons d'abord accepter qu'il n'y ait pas de solution unique. Mais beaucoup de solutions émergent grâce à la science et à l'innovation. La science et l'innovation, c'est, pour moi, le point critique.

Et, plus important encore, je pense que nous oublions cela, parce que, même avec la meilleure protection UPOV, même avec les meilleures semences, si nous n'apportons pas la semence à l'agriculteur, cela n'a aucun sens. Et quand vous regardez, le compte est toujours – faisons le compte pour Haïti. Quarante-vingt-dix pour cent de toutes les semences fournies à Haïti sont locales – sont – peuvent être indigènes, peuvent être des variétés locales. Comment se fait-il que nous soyons encore jusqu'à aujourd'hui incapables de construire également des chaînes d'approvisionnement pour les semences?

Dans de nombreux pays, et Haïti est l'exemple que je prends, car rien qu'aujourd'hui j'ai eu l'information, 90 000 personnes de plus ont faim cette semaine par rapport à la semaine dernière en Haïti. Cela signifie que, si nous ne pensons pas également à la manière dont nous avons un impact, à la manière dont nous rendons accessible, et c'est valable pour nous tous, pays et secteur privé, à la manière dont nous rendons accessibles les solutions, les semences et autres à tous les agriculteurs, je pense que cela n'a pas de sens. Nous devons tenir compte de cette partie.

Permettez-moi de terminer peut-être sur une chose. Nous savons que nous avons besoin de plus de solutions. Nous le savons. Nous savons également que nous avons besoin de plus d'investissements. Donc, point d'interrogation. Nous savons que le Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (CGRAI), la recherche publique, est extrêmement important. Nous savons que nous avons besoin de tout cela. Société civile. Populations autochtones. Nous avons besoin de tout cela.

Mais nous avons besoin en même temps de plus d'investissements, car encore une fois, nous avons plus de défis à relever.

Donc, la semaine dernière, j'ai entendu ce chiffre. La recherche publique dans l'agriculture stagne ou décroît. Cela correspond à la façon dont nous abordons cela, cela signifie que le secteur privé pourrait faire plus, devrait faire plus. Mais pour en faire plus, nous y revenons. Nous avons aussi besoin d'incitations. Parce que vous savez qu'il n'y a aucune autre branche du secteur privé qui investit plus de pourcentage de son chiffre d'affaires dans la recherche que les obtenteurs. Vingt-cinq – jusqu'à 25%. Même dans l'industrie médicale, vous ne trouvez pas cela. Et si nous voulons trouver des solutions et si nous devons aussi en quelque sorte combler un vide, nous avons besoin d'attraction, nous avons besoin d'incitations à investir. Nous avons également besoin d'incitations pour commencer à investir peut-être aussi dans des cultures sous-utilisées. Cela signifie que c'est aussi la discussion lorsque nous parlons de changement climatique.

Impactant, facilitant l'accessibilité, mais, en même temps, oui, prenant peut-être aussi en compte la spécificité et le mode de fonctionnement du secteur privé. Et encore une fois, je le dis toujours. En tout cas, oui, nous sommes des entrepreneurs. Oui, nous sommes ici aussi pour gagner de l'argent. Mais nous ne pouvons pas gagner d'argent si les agriculteurs ne gagnent pas d'argent. Dans tous les cas, cela doit être une situation gagnant-gagnant pour les deux.

Merci beaucoup, Monsieur le Président.

VALSTAR Marien (M.), président du Conseil, UPOV (modérateur)

Merci, Michael. Beaucoup de messages à la fois, mais je choisis parmi ceux-ci, quelles que soient les bonnes variétés que nous pouvons créer en tant qu'entreprises privées, si elles ne parviennent pas aux agriculteurs, nous n'avons que la moitié de la solution. C'est comme, d'une certaine manière, ce que John Derera a également dit.

50% portent sur la génétique, mais il y a aussi 50% supplémentaires sur lesquels nous devons travailler.

Et je vous entends très bien sur le fait qu'il faut investir dans la recherche publique et dans toute l'institution à tous les niveaux.

Là encore, voici la possibilité de poser des questions et je vois le Japon. Vous avez la parole.

HAGIWARA Minori (Mme), directrice, Division de la propriété intellectuelle, Bureau des exportations et des affaires internationales, Ministère de l'agriculture, des forêts et de la pêche (MAFF), Tokyo (Japon)

Je vous remercie, Monsieur le Président. Merci Marien. Je voulais juste faire un petit commentaire. Je pense qu'il est très important que nous donnions un meilleur accès de nos variétés aux agriculteurs. Afin d'augmenter cet accès, avoir un système de protection des obtentions végétales efficace est au cœur de tout cela, pour attirer des investissements et fournir un accès. Oui, il est important d'avoir une protection des obtentions végétales.

Les variétés essentiellement dérivées ou le produit de la récolte sont très importants en matière de protection des obtentions végétales efficace. Et en ayant cette bonne protection des obtentions végétales, nous pourrions beaucoup mieux faire face aux problèmes et créer des variétés qui feront face au changement climatique. Et le Japon est véritablement intéressé par la création de bonnes variétés. Je vous remercie.

VALSTAR Marien (M.), président du Conseil, UPOV (modérateur)

Y a-t-il d'autres personnes dans la salle ou en ligne qui souhaiteraient faire appel au cerveau d'un expert? Je vois le Canada. La parole est à vous.

PARKER Anthony (M.), commissaire, Bureau de la protection des obtentions végétales, Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA), Ottawa (Canada) (orateur)

Merci beaucoup, Monsieur le Président. Merci beaucoup, l'UPOV, d'avoir organisé cet événement très important, les experts d'être ici pour partager leurs réflexions avec nous.

Je ne veux pas repartir sur un terrain que nous avons déjà parcouru, mais vous savez, il serait utile d'avoir une évaluation de la communauté des obtenteurs. Le cadre actuel de l'UPOV sera-t-il suffisant? Cela vous fournit-il les incitations appropriées pour relever cet énorme défi consistant à augmenter les efforts de sélection?

Et ce que je crains, c'est que, si ce n'est pas le cas, cela vous incitera-t-il à rechercher des formes de protection de la propriété intellectuelle plus restrictives qui ne sont peut-être pas aussi équilibrées dans l'intérêt public de ce qui génère qui a vraiment d'une part, des incitations et des récompenses, mais d'autre part, ces restrictions ou limitations des droits des obtenteurs de servir l'intérêt public, comme l'exemption des chercheurs, comme l'exemption des obtenteurs qui peut en principe rendre tout disponible comme si c'était du domaine public à des fins de sélection. Alors, pourriez-vous me donner votre évaluation honnête? Est-ce que ça marche? Sera-ce suffisant pour l'avenir? Et s'il vous plaît, ne réalisez pas ma crainte que si ce n'est pas le cas, vous alliez rechercher des formes de propriété intellectuelle plus restrictives? Merci.

VALSTAR Marien (M.), président du Conseil, UPOV (modérateur)

Merci pour cette question, Anthony. Et avant de donner la parole aux deux associations d'obteneurs, je rappelle que lors de cette dernière session, il y a eu cette présentation sur le système européen des variétés végétales qui indiquait clairement qu'il y a de l'argent à gagner et de la durabilité à gagner en même temps et beaucoup d'innovation à ce niveau-là aussi.

Donc, au moins pour le moment, cela semble fonctionner. Mais je comprends l'essentiel de votre question. Cela fonctionne-t-il assez bien, en regardant également vers l'avenir? Je voudrais d'abord demander à Michael de répondre à cette question. Michael?

KELLER Michael (M.), secrétaire général, International Seed Federation (ISF) (orateur)

Je pense que l'important, Anthony, c'est que le système est vraiment un bon système. Le système qui génère est un bon système, car, encore une fois, vous savez que l'ISF représente près de huit mille entreprises. La diversité des entreprises y est présente, des entreprises unipersonnelles aux entreprises de taille moyenne, en passant par les entreprises et les multinationales.

Je pense que nous sommes tous d'accord pour dire que pour nous, la philosophie selon laquelle la protection qui génère est importante, car cela montre aussi, quelque part, cette perception à long terme que nous avons.

Maintenant, nous savons exactement quand nous commençons à investir, il nous faut cinq, dix, 15 lettres diverses, vingt-cinq ans pour amener une nouvelle variété sur le marché.

Je le prendrais comme ça. Oui, quatre-vingt-onze, c'est bien, mais nous avons des discussions qui, comme Edgar l'a mentionné, ne vont pas dans la bonne direction selon nous. C'est peut-être le point que je voudrais souligner. Peut-être au niveau national, lorsqu'il s'agit de la mise en œuvre, mais aussi lorsqu'il s'agit de la reconnaissance de ce que le secteur privé fait et peut faire, peut-être devrions-nous faire plus. Et c'est, pour moi, là où j'ai du mal parfois.

J'ai rencontré la semaine dernière – je ne nommerai aucun pays – des pays à la FAO pour lesquels j'ai encore ce sentiment. Vous savez? Vous venez, vous apportez vos variétés, et puis c'est fini. Une fois, vous gagnez de l'argent, et puis c'est fini, vous savez? Je pense que les pays ont vraiment une responsabilité aujourd'hui par rapport à tous les défis auxquels nous sommes confrontés, avoir un débat vraiment clair et montrer le secteur privé, c'est complémentaire à ce que nous faisons peut-être dans la recherche publique ou pas. Mais nous devons collaborer. Nous devons – nous avons également besoin de vous sur le terrain. Et je pense que c'est là où parfois je pense, mon Dieu, oui, c'est bien d'avoir l'UPOV. C'est bien peut-être même qu'elle existe. Mais quand on regarde la mise en œuvre ou les discussions sur le terrain, ça ne va pas dans la bonne direction.

Je pense que c'est pour le premier cas. L'UPOV est-elle le bon outil? Dans quelques années, nous réfléchirons à cela. Peut-être qu'un jour nous présenterons un document disant que nous devons revoir cela. Oui, cela fait trente ans, les choses changent. C'est aussi la réalité. C'est une réalité.

Quand vous regardez où nous en sommes aujourd'hui, d'où nous venons également en termes de tout ce que nous avons beaucoup mentionné, l'édition génomique, toutes ces choses, la poursuite de nouveaux processus de sélection, mais aussi le besoin continu d'investissement et encore plus d'investissement, peut-être devrions-nous y penser, mais nous n'en sommes pas là. Pour moi, c'est plutôt aujourd'hui, travaillons vraiment ensemble. Reconnaissons la complémentarité et engageons-nous vraiment peut-être aussi avec certains pays qui n'ont pas encore de système de protection.

Et laissez-moi juste finir avec ça. Nous savons exactement le montant de l'investissement agricole dans les pays d'Afrique subsaharienne, par exemple, le secteur privé y investit peut-être 10% de l'investissement global. Il y a une lacune pour laquelle nous n'investissons pas là-bas. C'est justement les pays où il faut investir, je pense dans cette optique, c'est-à-dire plutôt dans la réflexion sur la mise en œuvre et les collaborations.

VALSTAR Marien (M.), président du Conseil, UPOV (modérateur)

D'accord. Merci, Michael. Je vous entends très bien. Vous avez commencé par dire que l'UPOV est le système préféré, mais nous devons faire en sorte que l'UPOV reste un système efficace et il y a de nombreux acteurs dans ce domaine, à la fois nous en tant que membres, mais aussi des pays qui n'ont pas encore rejoint l'UPOV, je dirais qu'il y a de nombreuses responsabilités.

Edgar, aussi, votre point de vue là-dessus – est-ce que l'UPOV est le système préféré maintenant et pour toujours?

KRIEGER Edgar (M.), secrétaire général, Communauté internationale des obtenteurs de plantes horticoles de reproduction asexuée, CIOFORA (orateur)

Je vous remercie pour la question Monsieur le Président. Oui c'est le cas. L'UPOV est le système préféré des obtenteurs. Et à la CIOFORA, même si nous sommes parfois critiques sur le système, nous sommes de fervents partisans du système UPOV. Mais nous n'hésitons pas à pointer du doigt où se trouvent les faiblesses.

Et Michael a déjà donné une réponse très diplomatique à cette question. Je peux être un peu plus direct comme nous le sommes habituellement, car nous avons des cultures différentes. Dans nos cultures, nous avons multiplié par voie végétative des plantes ornementales et des fruits et pas de semences. Et notre impression est que depuis le début, le système est un peu basé et focalisé sur les semences. Cela laisse un peu sur le côté le produit de la récolte. Dans nos cultures, le produit de la récolte est la partie la plus essentielle.

Et nous avons besoin de la protection du produit de la récolte. Elle n'est pas très forte. Et si vous avez la décision au niveau de l'Union européenne, c'est clairement un signal qu'il y a un besoin de changement.

L'Acte 1991 de la Convention UPOV a trente ans. L'Acte 1978 de la Convention UPOV a quarante-cinq ans. Il y a trente ans, nous n'avions pas beaucoup de changements climatiques. Le commerce mondial n'était pas ce qu'il est aujourd'hui. Nous n'avions pas de nouvelles techniques de sélection, pas de techniques vertes. Donc, le monde

change beaucoup. Peut-être devrions-nous y réfléchir et entamer une discussion à ce sujet.

Une chose qui me préoccupe, et j'ai beaucoup de discussions avec les obtenteurs sur l'application. Quand je leur demande, avez-vous appliqué récemment quelque chose? Avez-vous réussi? Ils disaient, oui, nous avons réussi. Nous avons eu un cas. Nous avons réussi. J'ai dit, oh, sur les droits d'obteneur? Non, sur les marques. Pas sur le droit d'obteneur.

Presque personne ne réussit à faire respecter les droits d'obteneur parce que c'est tellement complexe que cela prend beaucoup de temps. C'est très cher. Et au final, ce n'est pas prévisible. Et nous observons plusieurs affaires judiciaires qui vont dans la mauvaise direction. Pour les marques, c'est plus facile.

La capacité d'innovation dans d'autres industries n'est pas inférieure à celle de l'agriculture et de l'horticulture, et elles ont des brevets. Et quand – je prédis que si le système des brevets est ouvert pour les variétés végétales, les obtenteurs iront chercher des brevets pour leurs meilleures variétés génétiques. Et cela se passe aux États-Unis d'Amérique en ce moment, les brevets d'utilité. Si vous avez une variété vraiment parfaite, vous n'allez pas chercher les droits d'obteneur. Vous n'allez pas chercher de COV. Vous optez pour des brevets d'utilité. Vous avez une revendication large et ces revendications ne mettent pas à mal l'industrie. Elles protègent l'innovation et procurent à l'obteneur un retour sur investissement.

Donc, pour nous, le système UPOV est le bon, mais nous devons l'améliorer.

VALSTAR Marien (M.), président du Conseil, UPOV (modérateur)

Merci Edgard. Et c'est bien d'être critique. Nous devons être critiques ensemble pour nous assurer que le système est infaillible maintenant et à l'avenir. Alors, s'il vous plaît, restez critique. Bien sûr, avec les bons mots et la bonne attitude. Mais s'il vous plaît, maintenant nous devons vraiment voir où nous pouvons – comment nous pouvons améliorer notre système.

J'ai vu que l'Union européenne demandait la parole. UE, s'il vous plaît.

MANNERKORPI Päivi (Mme), chef d'équipe – Matériel de reproduction des plantes, Unité G1 Santé des végétaux, Direction générale de la santé et de la sécurité alimentaire (DG SANTÉ), Commission européenne, Bruxelles (Belgique)

Je vous remercie. Et donc, dans l'Union européenne, nous aimons vraiment faire référence à l'obtention végétale comme une solution aux problèmes et à la transformation vers un système alimentaire durable, mais la sélection végétale peut-elle être à la hauteur? Je veux dire que les défis sont immenses. Les progrès de la sélection sont-ils indéfinis? L'obtention végétale est-elle vraiment en mesure de répondre à tous ces défis?

Ensuite, ma deuxième question est qu'il s'agit davantage d'un examen de l'horizon à venir. En fait, le séminaire était en quelque sorte un séminaire d'analyse prospective. Ma question serait de savoir comment vous voyez le système UPOV en 2030, dans une période plus longue, dans l'horizon à venir? Sera-t-il toujours là? Faut-il, en attendant, avoir une conférence diplomatique et l'améliorer? Comment le voyez-vous? Merci.

VALSTAR Marien (M.), président du Conseil, UPOV (modérateur)

Merci pour vos deux questions. Encore une fois, dirigées vers les obtenteurs. Et je viens de recevoir un message disant que John Derera demandait la parole que j'allais justement lui accorder parce qu'il a peut-être aussi une opinion sur la première question que la Commission européenne a posée. L'obtention végétale est-elle en mesure de suffire? John, la parole est à vous.

DERERA John (M.), directeur principal, sélection et présélection des plantes, Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (CGRAI) (orateur)

Je vous remercie de votre attention. Oui, je voulais aussi commenter la première question en termes d'efficacité de l'UPOV et des droits d'obteneur. Je pense que c'est efficace quand vous regardez les choses d'un point de vue public sur l'obtention végétale tout en observant le changement climatique, nous recherchons la diversité. Et nous cherchons également à obtenir des caractéristiques de certains matériaux pour les améliorer en vue de leur adaptation. Grâce à cette disposition permettant aux obtenteurs publics d'opérer une sélection à partir du matériel protégé en vertu de ce système, je pense que c'est un gros plus.

Ensuite, concernant le point relatif au rendement de l'obtention, je dirai oui. Ma réponse est oui. L'obtention végétale

peut certainement donner des résultats et il existe de nombreuses preuves de l'arrivée de nouvelles variétés. Par exemple, même dans ce séminaire, il a été démontré que parmi les variétés résistantes à la sécheresse, dans le riz, le maïs, et même dans les cultures agronomiques, nous avons vu une augmentation de la superficie de production de maïs au Sahara, qui est assez sec, lorsque des variétés résistantes à la sécheresse et à la chaleur ont été introduites.

Nous voyons aussi en Afrique subsaharienne pourquoi l'Alliance pour une révolution verte en Afrique est assez nouvelle. Dévastateur, il y a trois ou cinq ans du Kenya vers l'Afrique du Sud. Mais les matériaux qui passent par le programme CIMMYT qui sont résistants ont été testés dans de nombreux pays et montrent que nous pouvons avoir une solution même en utilisant les caractéristiques naturelles.

Donc, je dirais que l'obtention végétale peut donner des résultats et qu'elle nécessite des investissements pour y parvenir. La protection UPOV est l'un des éléments qui fourniront les deux. Merci.

VALSTAR Marien (M.), président du Conseil, UPOV (modérateur)

D'accord. Merci, John. En effet, bien sûr, si nous regardons en arrière dans le temps, nous voyons alors que l'obtention végétale donne des résultats et je pense que l'important est que nous devons conserver le système qui continue de rapporter. Nous avons besoin de cette innovation non seulement maintenant, mais aussi à l'avenir.

Maintenant, je pourrais demander aux obtenteurs s'ils pensent que l'obtention végétale peut être efficace, mais je pense qu'ils répondraient oui. Donc, je préférerais passer à la deuxième question que l'Union européenne a posée. Comment voyez-vous le système en 2030? Eh bien, c'est très bientôt, me direz-vous. Mais de toute façon, faudrait-il une vraie révision de la convention? Edgar? Peut-être serez-vous le premier, à être si critique?

KRIEGER Edgar (M.), secrétaire général, Communauté internationale des obtenteurs de plantes horticoles de reproduction asexuée, CIOPORA (orateur)

Merci infiniment, Monsieur le Président. Nous avons élaboré les documents de position, le dernier date de 2014 et cela a commencé en 2010. J'espère que vous les lirez tous. Et si vous les avez lus, vous savez que nous constatons un besoin de révision, pas drastique. Peut-être que certaines personnes trouvent ça drastique. Je pense que nous devrions – nous devrions cesser de penser qu'une faible protection est bonne pour les agriculteurs et les producteurs. Ce n'est pas le cas.

Une bonne protection est bonne pour les gens honnêtes, pour les obtenteurs et pour les titulaires de licence qui sont honnêtes, parce qu'ils paient leur part et qu'ils contribuent quand même au système. Un système faible n'est bon que pour les contrevenants, car vous ne pouvez pas les sanctionner. C'est ce à quoi nous sommes confrontés au jour le jour.

Et donc, dans ce contexte, je dirais que oui, une révision serait positive. 2030 est déjà très proche. Dans cinq ans, j'ai dit commençons par 2030, en pensant à 2030. Peut-être devrions-nous maintenant penser à 2040. Et si j'observe les discussions dans certains États membres de l'UPOV, je suis un peu sceptique quant au fait que cela se produise parce que les pays pourraient faire plus concernant leur propre législation nationale, mais ils ne le font pas. Donc, c'est un peu ce qui m'inquiète quelque peu. Mais je pense qu'une révision devrait avoir lieu. Merci.

MANNERKORPI Päivi (Mme), chef d'équipe – Matériel de reproduction des plantes, Unité G1 Santé des végétaux, Direction générale de la santé et de la sécurité alimentaire (DG SANTÉ), Commission européenne, Bruxelles (Belgique)

Désolé. Monsieur le Président, je parlais des années 2030 dans un horizon très long. Merci.

VALSTAR Marien (M.), président du Conseil, UPOV (modérateur)

Cela change-t-il votre réponse, Edgar?

KRIEGER Edgar (M.), secrétaire général, Communauté internationale des obtenteurs de plantes horticoles de reproduction asexuée, CIOPORA (orateur)

Désolé, je n'ai pas bien compris.

VALSTAR Marien (M.), président du Conseil, UPOV (modérateur)

Mais oui, je vous ai entendu, Edgar, et merci pour cette réponse. Et d'accord, 2040, nous arrivons à une estimation raisonnable. Mais bien sûr, et je pense toujours qu'il est important que vous souligniez également qu'avec la

convention actuelle que nous avons, il y a encore tant à faire dans de nombreux pays, concernant la mise en œuvre, l'amélioration, etc., etc. Et c'est bien sûr l'équilibre que nous recherchons également. Si nous commençons à réviser la convention, la mise en œuvre des améliorations dans de nombreux pays ne s'accélénera probablement pas à ce moment-là. Il y a donc un équilibre à trouver.

Je pense, Michael, que ce serait aussi bien d'avoir votre point de vue sur les prochaines années 2030.

KELLER Michael (M.), secrétaire général, International Seed Federation (ISF) (orateur)

Je voudrais recommencer, parce qu'un point que nous n'avons pas assez mentionné est celui-ci – aujourd'hui, nous avons – et depuis toujours, d'une manière ou d'une autre, nous avons une interdépendance vis-à-vis des semences. Aucun pays n'est indépendant en matière de semences. Les semences se déplacent dans le monde entier. On aime ou on n'aime pas, mais on l'a vu aussi pendant la pandémie de COVID. C'est une réalité. Et je pense que c'est une réalité. Il en ressort peut-être un statut vraiment intéressant pour vous aussi qui venez de l'OCDE sur le marché Asie-Pacifique, sur cette interrelation, parce que c'est favorable. En période de changement climatique, il ne faut jamais oublier que si vous ne dépendez que d'un seul site de production et que vous subissez une inondation, c'est la catastrophe. Cela signifie que nous devons également réfléchir – nous devons trouver des moyens de nous assurer d'une manière ou d'une autre que nous avons suffisamment de semences et une diversité de semences.

Le deuxième point est également affirmatif, nous avons besoin de protection et oui, nous avons également besoin d'une certaine cohérence parce que nous travaillons avec les agriculteurs. Et la réalité de l'agriculteur aujourd'hui, c'est que parfois l'agriculteur décide une semaine avant de planter ce qu'il ou elle veut planter, une semaine avant. Une semaine avant. D'accord. Et alors vous n'avez rien là-bas dans ce pays, et vous devez déplacer des variétés.

Cela signifie, vous comprenez, que nous devons aussi garder à l'esprit que tout change, mais cela change dans le bon sens parce que les agriculteurs évoluent également à cause de la situation à laquelle ils sont confrontés sur le terrain.

Donc, ouvrir – maintenant, avoir, comme vous l'appellez, une conférence diplomatique pourrait être une approche intéressante et peut-être que les agriculteurs pourraient être intéressés. Je regarde attentivement Edgar. Il m'observe.

Mais le fait est que nous avons ce que nous avons. Si nous avons, dans ce monde multilatéral que nous connaissons, une conférence diplomatique, obtiendrions-nous quelque chose qui soutiendrait peut-être le secteur privé ou l'obtention végétale dans son ensemble? D'une certaine manière, nous en avons besoin – cela diminuerait même.

Je vous pose la question. Vous êtes les décideurs. Nous sommes – nous vous regarderions et irions-nous dans une direction, peut-être, même dans 10 ou 15 ans, dans un monde qui change où, oui, nous avons besoin de protection, peut-être avons-nous besoin d'une protection encore plus forte? Peut-être avons-nous besoin d'une protection plus forte, mais plus courte, car les agriculteurs changent également plus rapidement.

Mais si nous prenons cette direction, est-ce que les pays, vous tous, sont d'accord? Parce que je pense qu'il faut l'unanimité. C'est le point d'interrogation. Par conséquent, devrions-nous essayer de travailler avec ce que nous avons, mais, pour vraiment le mettre en œuvre, l'appliquer de la bonne manière au lieu peut-être de rêver et de nous retrouver ensuite avec quelque chose ou avec rien?

VALSTAR Marien (M.), président du Conseil, UPOV (modérateur)

D'accord. Merci pour ce mot d'avertissement, Michael. Sur la ligne que nous devons exploiter considérablement avec la convention actuelle et nous pouvons encore faire beaucoup. Je pense – j'espère, la Commission européenne, que cela répond à votre question sur la direction que nous prenons.

Y a-t-il quelqu'un dans la salle qui souhaite réagir à la question que Michael vous a posée en tant que pays? Vous cherchez une nouvelle convention? Mais s'il n'y en a pas, je vois que le Kenya demande la parole, probablement sur une autre question. Le Kenya, la parole est à vous.

MAINA Simon Mucheru (M.), chef, Certification des semences et protection des obtentions végétales, Service d'inspection phytosanitaire du Kenya (KEPHIS), Nairobi (Kenya)

Merci beaucoup, Président. J'ai deux questions connexes à poser, peut-être Michael, c'est aujourd'hui votre journée, ou quelqu'un d'autre du secteur privé.

Nous avons vu une bonne implication très positive du secteur privé dans l'obtention végétale au sein de notre pays et aussi dans d'autres pays voisins en Afrique, ce qui est une évolution très positive. Mais traditionnellement, nous

avons eu beaucoup de variétés, notamment ce que nous appelons les variétés climatiques développées par le secteur public. Et il arrive que ces variétés ne parviennent parfois pas aux agriculteurs à cause de la capacité limitée du secteur privé – je veux dire, du secteur public à le faire.

Donc, même si le secteur privé sélectionne, et je sais que l'obtention prend du temps, nous nous demandons peut-être toujours pourquoi le secteur privé n'adopterait pas les variétés publiques dans l'intervalle alors qu'ils travaillent de leur propre côté. Je ne sais pas quelle est votre expérience dans d'autres parties du monde, parce que cela a pour effet de limiter l'accès des agriculteurs à certains de ces bons matériaux.

L'autre aspect qui est lié, c'est que dans le secteur privé, ils trouveront une bonne variété, très populaire auprès des agriculteurs. Nous sommes conscients que nous avons déjà procédé à des tests : ils ont de meilleures variétés, mais ils s'en tiendront à celle-là afin que les agriculteurs soient limités dans ce à quoi ils ont accès. Il y a de meilleures variétés qui sont mises de côté parce qu'il y a forcément une variété qui se porte très bien. Donc, je ne sais pas ce que vous en diriez parce que nous estimons que c'est une limite. Les agriculteurs manquent de bons matériaux. Merci.

VALSTAR Marien (M.), président du Conseil, UPOV (modérateur)

D'accord. Merci, le Kenya. Des questions très intéressantes et stimulantes parce qu'en effet, nous parlons tout le temps de créer de meilleures variétés et de nous assurer qu'elles parviennent aux agriculteurs, et apparemment il y a un besoin au Kenya ou du moins une question, une demande. Comme, comment – ou peut-être, comment le secteur privé peut-il nous aider à fournir ces variétés sélectionnées publiquement aux agriculteurs? Question très intéressante. Et je pense, Michael, qu'elle vous est adressée, donc je vais effectivement vous poser cette question.

KELLER Michael (M.), secrétaire général, International Seed Federation (ISF) (orateur)

Je pense que c'est un élément, et c'est un point sérieux que nous avons dans de nombreux pays, et c'est la même chose. Nous avons ici un collègue du CGRAI. Nous avons le CGRAI, il y a parfois de bonnes choses au CGRAI, mais elles ne sont pas prises en compte. Comment combler ce fossé?

Et je pense que c'est exactement à ce moment-là que nous parlons de la nécessité d'ouvrir également le dialogue dans les pays et la reconnaissance : que peut faire le secteur privé et peut-être quel n'est pas le rôle de la recherche publique? Parce que dans la recherche publique, je m'interroge, sont-ils prêts à la commercialisation? Non. C'est le rôle du secteur privé. Et à l'heure où je vous parle, nous représentons huit mille entreprises, dont beaucoup ne sont pas du tout des entreprises actives dans l'obtention végétale. Beaucoup d'entre elles sont des entreprises spécialisées dans la production ou dans le négoce.

Cela signifie que c'est exactement l'interrogation que nous avons dans plusieurs pays, en Afrique, par exemple, mais aussi en Asie, comment nous pouvons également structurer le secteur privé dans ces pays pour qu'ils ne lancent pas d'un moment à l'autre un programme d'obtention. Mais ils collaborent avec les pouvoirs publics. Nous avons eu cette discussion, mais je pense que c'est exactement le dialogue que nous devrions avoir dans de nombreux pays et c'est aussi une discussion que nous avons parfois avec le CGRAI sur la façon dont nous pouvons également utiliser au mieux ce qui existe pour l'amener et le sélectionner aux fins d'une variété commerciale et procéder à sa commercialisation.

Mais ce n'est pas quelque chose que nous pouvons faire, à partir de zéro. Cela signifie qu'il y a aussi toute une chaîne de savoir et de valeur à structurer. Mais je pense que c'est – je suis tout à fait d'accord avec vous, c'est un domaine majeur. Et je l'ai mentionné au début, il n'y a pas que l'obtention végétale privée. L'obtention publique est extrêmement importante partout, mais la façon dont nous pouvons combler ce fossé ici est essentielle.

Combien de variétés y a-t-il sur le marché? Ce que nous cherchons, c'est d'offrir le choix, au moins que les agriculteurs puissent choisir. Et à la fin, on dit toujours que c'est à l'agriculteur de choisir une variété autochtone, une variété créée par un organisme public ou une autre variété. Le nombre de variétés du secteur privé sur le marché dépend peut-être aussi de la concurrence qui existe dans le pays.

VALSTAR Marien (M.), président du Conseil, UPOV (modérateur)

D'accord. Merci, Michael. Matière à réflexion, mais, surtout, matière à collaboration. Et je sais que c'est très difficile de trouver le bon niveau, la bonne plateforme pour collaborer, parce que dans une salle de réunion, c'est très facile

de dire oui, travaillons ensemble, mais pour vraiment le faire sur le terrain ou du moins là où il faut le faire, cela demande un autre effort.

J'espère et je vois aussi que le secteur privé y parviendra. S'il vous plaît, quelle main pouvons-nous prendre et serrer et voir comment nous pouvons améliorer cela? Donc, j'espère aussi que, du côté public, cette aide est reconnue et acceptée et que la collaboration puisse commencer à cet égard, aussi difficile que cela puisse être.

John Derera du CGRAI. Vous avez également été mentionné dans la réponse de Michael. Observez-vous la même chose avec des variétés ou des produits développés dans votre système? Rencontrez-vous les mêmes difficultés quant à l'obtention de ces meilleures variétés à la fin pour les agriculteurs?

Puis-je vous donner la parole, John? Oui, la parole est à vous.

DERERA John (M.), directeur principal, sélection et présélection des plantes, Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (CGRAI) (orateur)

Merci. Oui. C'est en fait un défi, comme expliqué ici, que les variétés aient été sélectionnées dans le système public au sein du CGRAI et également avec nos partenaires du programme national. Mais c'est l'un des domaines sur lesquels nous travaillons, ce défi, en essayant de fournir des solutions. Lorsque nous évoquons les initiatives en matière de connaissance de marché au sein du CGRAI, les nouvelles initiatives lancées cette année en 2022, qui sont là pour essayer de réduire cet écart. Peut-être que l'un des éléments pourrait être que lorsque les obtenteurs publics développent ces variétés, ils manquent d'informations suffisantes sur les variétés qui peuvent être vendues lorsque nous les donnons au secteur privé.

Nous essayons donc de travailler davantage en nous concentrant maintenant sur le profil du produit cible. C'est ce que fait l'industrie s'il y a une nouveauté que nous introduisons dans le système public d'obtention, à la fois dans le système CG et dans les programmes nationaux. Alors que dans le même temps, nous nous attendons à ce que notre initiative en matière d'information sur le marché soit beaucoup plus proche des agriculteurs et également plus proche du secteur privé en fournissant des informations sur la demande, ce que les agriculteurs veulent dans nos variétés et que nous serons en mesure de fournir les variétés aux agriculteurs.

Donc, c'est un défi et la solution est notre initiative en matière d'information sur le marché. Je vous remercie de votre attention.

VALSTAR Marien (M.), président du Conseil, UPOV (modérateur)

D'accord. Merci, John. Donc, place à la collaboration, je dirais. Et merci, le Kenya, pour la question vraiment importante que vous avez posée parce que nous pouvons passer beaucoup de temps à discuter, et dire à quel point nous sommes bons en tant que système UPOV et à quel point l'obtention végétale est merveilleuse. En fin de compte, il s'agit des effets que nous avons sur le terrain lorsque nous parlons de sécurité alimentaire, de changement climatique.

Donc, nous avons besoin d'action non seulement dans cette salle, mais aussi ailleurs.

Donc, nous arrivons presque à la fin de la réunion, donc la dernière question sera posée par l'Argentine.

VILLAMAYOR María Laura (Mme), coordinatrice des relations institutionnelles et interjuridictionnelles, Institut national des semences (INASE), Secrétariat de l'agriculture, de l'élevage, de la pêche et de l'alimentation, Buenos Aires (Argentine)

Je vous remercie, Président. Pour être honnête, je n'avais pas vraiment de question. Je voulais contribuer à quelque chose sur l'interaction entre les secteurs public et privé.

Nous ne disposons toujours pas de l'Acte de 1991 de la Convention UPOV dans certains pays d'Amérique latine, alors même que nous nous dirigeons vers un nouvel acte. Il faut donc se débrouiller avec ce qu'on a. Mais nous reconnaissons que la coopération secteur public-secteur privé est très importante. En Argentine, nous avons travaillé comme médiateurs entre le secteur public et d'autres pour développer des marqueurs moléculaires et identifier des variétés sur le marché. Cela nous donne une idée des variétés que les producteurs du secteur de l'agriculture et de la pêche utilisent réellement. Nous fournissons ces informations aux obtenteurs afin qu'ils puissent exercer leurs droits d'obteneur. C'est un exemple de coopération entre le secteur public et le secteur privé, qui fonctionne plutôt bien.

Nous avons, dans certains cas, détecté des incohérences dans les informations que les producteurs nous fournissent et nous avons parfois des semences que les sélectionneurs nous ont fournies sur lesquelles vous pouvez ensuite effectuer des tests de marché moléculaires.

Parfois, nous devons penser à changer notre législation dans les pays. Parfois, nous devons être un peu plus créatifs que cela et, comme je l'ai dit, utiliser ce que nous avons pour nous assurer que les droits d'obtenteur peuvent être correctement exercés et appliqués.

Il ne faut pas aller droit au but pour changer la législation parce que c'est parfois difficile. Ce n'est pas seulement une question technique, c'est bien sûr une question politique, ce qui la rend difficile par définition.

Encourager la coopération entre le secteur privé et le secteur public, comme nous le faisons en Argentine, mène généralement dans une direction positive. Cela nous aide à améliorer les choses et cela évite la question très lourde, longue et délicate de devoir changer la législation. Merci.

VALSTAR Marien (M.), président du Conseil, UPOV (modérateur)

Merci, l'Argentine, d'avoir fourni cet exemple de la façon dont la collaboration public-privé peut fonctionner et est fructueuse. Et il existe beaucoup de ces exemples qui ont commencé, mais qui peinent. Il faut vraiment un effort pour y arriver. Donc, je vous félicite pour cela.

Comme ce n'était pas une question, j'ai encore du temps pour une question de la salle s'il y en a une. Et sinon, je vais commencer par conclure cette réunion.

CONCLUSIONS

Séminaire pour étudier l'importance de la sélection végétale et de la protection des variétés végétales pour permettre à l'agriculture de s'adapter au changement climatique et d'en atténuer les effets

M. Marien Valstar

Président du Conseil, UPOV

- Le changement climatique est une urgence mondiale qui nous concerne tous : agriculteurs, obtenteurs et consommateurs. Ses effets sont biotiques (apparition de nouveaux parasites et maladies) et abiotiques (chaleur, sécheresse, pluie, perturbation des saisons).
- Il convient d'agir en mettant en place un éventail de stratégies pour relever les défis posés par le changement climatique. La sélection végétale est au cœur de ces stratégies; les agriculteurs ont besoin de nouvelles variétés végétales pour s'adapter au changement climatique, mais également pour accroître la productivité de manière durable afin d'en atténuer les effets.
- La sélection végétale est un processus à long terme qui nécessite des financements à long terme de la part d'institutions et d'entreprises privées. Les obtenteurs de variétés végétales ont besoin d'un environnement réglementaire favorable à l'innovation, à la conservation et à l'utilisation des ressources génétiques.
- Le système de l'UPOV permet aux obtenteurs de mettre à la disposition des agriculteurs des variétés dont ils auront besoin pour nourrir le monde dans le contexte du changement climatique.

UPOV



LISTE DES PARTICIPANTS / LIST OF PARTICIPANTS / TEILNEHMERLISTE / LISTA DE PARTICIPANTES

**(dans l'ordre alphabétique des noms / in the alphabetical order of the surnames /
in alphabetischer Reihenfolge der Namen / por orden alfabético de los apellidos)**

**établie par le Bureau de l'Union / prepared by the Office of the Union / vom Verbandsbüro erstellt /
preparada por la Oficina de la Unión**

I. PARTICIPANTS / PARTICIPANTS / TEILNEHMER / PARTICIPANTES

ABAD Joey Gil (Herrs), CSUPIAT, Makati City, Philippines

ABARCARSEL, Jesus (M.), CSUPIAT, Toledo, Philippines

ABBASOV Boburkhan (M.), Chief Consultant, Industrial design, Agency on Intellectual Property under the Ministry of Justice of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

ABEDES Alfredo, CSUPIAT, Taguig, Philippines

ABOSHOSHA Zoheir (Mme), Agronomist, Plant Variety Protection Office (PVPO), Central Administration for Seed Testing and Certification (CASC), Giza, Egypt (e-mail: sh_z9@hotmail.com)

ABRAHAM Nantel Abraham (M.), Qiryat Ata, Israel

ACCIARINO Arianna (Mme), Communications Manager, Communications, World Farmers' Organisation (WFO), Rome, Italy (e-mail: arianna.acciarino@wfo-oma.org)

ACQUAFREDDA Vincenzo (M.), Lawyer, Trevisan & Cuonzo Avvocati, Bari, Italy

ADDUN Jennifer (Mme), CSUPIAT, Taguig, Philippines

AGBULIG Sherly (Mme), CSUPIAT, Philippines

AGUSTIN Jaylord (M.), CSUPIAT, Taguig, Philippines

AGUSTIN Marie Kris (Mme), Plant breeding, CSU PIAT, Piat, Philippines (e-mail: agustinmariekris@gmail.com)

ALEJO LARA Uriel (M.), Tecnico de campo, Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, Tlaquepaque, México (e-mail: urielalejolara@gmail.com)

ALFONSO Emerson (M.), CSUPIAT, Butuan, Philippines

ALVAREZ HERNANDEZ Luis Miguel (M.), Tecnico de campo, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, Tlaquepaque, México (e-mail: luis_alvarezgdl@hotmail.com)

ANDRES Christopher (M.), CSUPIAT, Zamboanga, Philippines

ANNE Kristel (Mme), CSUPIAT, Taguig, Philippines

AMEZCUA DUEÑAS Carlos Emiliano (M.), Tecnico en campo, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), Guadalajara, México (e-mail: emiliano.amezcua.duenas@gmail.com)

- ANACLETO Domenico (M.), Lawyer, Trevisan & Cuonzo, Bari, Italy
- ANDAM Daisy (Mme), Plant breeding, CSU PIAT, Piat, Tuao, Philippines (e-mail: andamdaisy2@gmail.com)
- ANDAM Jesabell (Mme), Plant breeding, CSU PIAT, Piat, Philippines (e-mail: jesabellandam02@gmail.com)
- ANTONGIOVANNI Mirta (Mme), Global Regulatory Affairs Manager, GDM, Seed Association of the Americas (SAA), Buenos Aires, Argentina (e-mail: mantongiovanni@gdmseeds.com)
- AREOLA Jonathan (M.), Student, College of Agriculture, CSU-Piat Campus, Piat, Philippines (e-mail: areolajonathan7@gmail.com)
- ARTILLO Asmer (M.), CSUPIAT, Taguig, Philippines
- ATTAH Stephen (M.), Graduate, WACCI, University of Ghana, Accra, Ghana (e-mail: sattah@wacci.ug.edu.gh)
- AVILA ROSTANT Omaira Bernadett (Mme), Biotechnologist/ CARDI Representative to Belize, Caribbean Agricultural Research and Development Institute (CARDI), Belize City, Belize (e-mail: oavila@cardi.org)
- AYMURATOV Bekpolat (M.), Head, Centre for Intellectual Property, Intellectual Property Agency, Ministry of Justice, Tashkent, Uzbekistan (e-mail: aymuratov777@gmail.com)
- BAJALE Daiga (Mme), Director, Department of Agriculture, Ministry of Agriculture, Riga, Latvia (e-mail: daiga.bajale@vaad.gov.lv)
- BALCHIN Ashley (Mme), Examiner, Plant Breeders' Rights Office, Canadian Food Inspection Agency (CFIA), Ottawa, Canada (e-mail: ashley.balchin@inspection.gc.ca)
- BALIUAG Neil Nemesio (M.), Associate Professor, Plant Breeding Department, College of Agriculture, Cagayan State University, Piat, Philippines (e-mail: nnbaliuag@csu.edu.ph)
- BALINUYOS Alexis, CSUPIAT, Taguig, Philippines
- BALMORES Cleofe mae (Mme), Student, College of Agriculture, Cagayan State University - Piat Campus, Piat, Philippines
- BANGUI Rica (Mme), College of Agriculture, Cagayan, Philippines
- BARDILLO Charlotte (Mme), Student, Cagayan State University, Piat, Philippines (e-mail: bardilloculili@gmail.com)
- BARNABY Christopher James (M.), PVR Manager / Assistant Commissioner, Plant Variety Rights Office, Intellectual Property Office of New Zealand, Intellectual Property Office of New Zealand, Plant Variety Rights, Ministry of Economic Development, Christchurch, New Zealand (e-mail: Chris.Barnaby@pvr.govt.nz)
- BASA Nimpha (Mme), Amulung, CSU-Piat Campus, Philippines (e-mail: nimphabasa@gmail.com)
- BASSI Daniele (Mme), Università degli Studi di Milano, DiSAA, Italy (e-mail: daniele.bassi@unimi.it)
- BAYAUA Christy (Mme), BSA 4-B, CSU, Piat, Philippines (e-mail: christybayaua@gmail.com)
- BEHNKE Marcin (M.), Deputy Director General for Experimental Affairs, Research Centre for Cultivar Testing (COBORU), Slupia Wielka, Poland (e-mail: m.behnke@coboru.gov.pl)
- BENÍTEZ REASCOS Steven Alejandro (M.), Analista de Transferencia de Tecnología, Dirección de Producción, Comercialización y Servicios Especializados, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Quito, Ecuador (e-mail: steven.benitez@iniap.gob.ec)
- BENITO Alvin (M.), Student, Agriculture Department, Tuao, Philippines (e-mail: alvinbenito15@gmail.com)
- BERAS-GOICO JUSTINIANO Octavio Augusto (M.), Encargado del Departamento Legal, Oficina de Registro de Variedades y Obtenciones Vegetales (OREVADO), Santo Domingo, República Dominicana (e-mail: ota470@gmail.com)
- BERGANIO John Carl, CSUPIAT, Baguio, Philippines
- BERNARDO Reichelle (Mme), Student, Department of Agriculture, Cagayan State University-Piat Campus, Tuguegarao, Philippines (e-mail: reichellebernardo10@gmail.com)

BÍMOVÁ Pavla (Mme), General affairs of DUS testing, National Plant Variety Office, Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture (ÚKZÚZ), Brno, Czech Republic (e-mail: pavla.bimova@ukzuz.cz)

BIVUGILE Dorah Herman (Mme), Research Officer, Tanzania Official Seed Certification Institute (TOSCI), Morogoro, United Republic of Tanzania (e-mail: maydora@gmail.com)

BIRAQUIT Jamaicka, CSUPIAT, Makati City, Philippines

BLANCHA Csupiat Gema-rose Blanca, Taguig, Philippines

BRAVO Jay Bravo, CSUPIAT, Quezon City, Philippines

BOMERS Svenja (Mme), Junior Expert, Institute for Seed and Propagating Material, Phytosanitary Service and Apiculture, Austrian Agency for Health and Food Safety (AGES), Vienna, Austria

BORG Pia (Mme), Senior Advisor, Norwegian Food Safety Authority, Brumunddal, Norway (e-mail: pia.borg@mattilsynet.no)

BOUDISSA Naila (Mme), Assistante technique, Ministère de l'agriculture et du développement rural, Alger. Algérie (e-mail: n.boudissa@inapi.org)

BRAND Manuela (Mme), Plant Variety Rights Office, : Sustainable Plant Protection and Varieties, Office fédéral de l'agriculture (OFAG), Bern, Switzerland (e-mail: manuela.brand@blw.admin.ch)

BROADHEAD Jacqueline (Mme), Plant Variety Rights Examiner, Plant Variety Rights Office, Intellectual Property Office of New Zealand, Plant Variety Rights, Ministry of Economic Development, Christchurch, New Zealand (e-mail: jacquie.broadhead@pvr.govt.nz)

BRUINS Marcel (M.), Consultant, CropLife International, Brussels, Belgium (e-mail: marcel@bruinsseedconsultancy.com)

BUMATAY Lizel (Mme), Department of Agriculture, Cagayan State University-Piat Campus, Tuao, Philippines (e-mail: lizelbumatay490@gmail.com)

BUMANGLAG Marvin (M.), CSUPIAT, Makati City, Philippines

BUNUAN Cristina Jane (Mme), CSUPIAT, Taguig, Philippines

BUSTOS Sandra Cristina (Mme), Maipa, Chile

BUTED Erika (Mme), CSUPIAT, Zamboanga, Philippines

BOENS Shannah (Mme), Attaché, FOD Economie, KMO, Middenstand en Energie, Algemene Directie Economische Reglementering, Dienst voor de Intellectuele Eigendom, Bruxelles, Belgium (e-mail: shannah.boens@economie.fgov.be)

BYRNE Chris (M.), Policy Advisor, Science and Advice for Scientific Agriculture (SASA), Edinburgh, United Kingdom (e-mail: chris.byrne@gov.scot)

CABARONG Jackelyn (Mme) CSUPIAT, Makati City, Philippines

CABUNAG Rofel (M.), CSUPIAT, Makati City, Philippines

CADIOGAN Airah (Mme), Digital Media Specialist, Communication, International Seed Federation (ISF), Nyon, Switzerland (e-mail: a.cadiogan@worldseed.org)

CAGURUNGAN Eloisa (Mme), Student, CSU-Piat Campus, Tuao, Philippines (e-mail: polangcagurungan28@gmail.com)

CALIMARAN Janeth (Mme), CSUPIAT, Taguig, Philippines

CAMACARO Nayiri (Mme), Investigador, Recursos Fitogenéticos, Inia, Maracay, Venezuela (República Bolivariana de) (e-mail: nayiric@gmail.com)

CAMBRI Ailene (Mme), Taguig, Philippines

CAMMAYO Eddiemar (M.), Makati City, Philippines

CAMPO Sheena (Mme), Taguig, Philippines

CAMPO Zairene (M.), Toledo, Philippines

CAMPO Sheila (Mme), Baguio, Philippines

CAMPOS VILLARREAL Rodrigo Antonio (M.), Analista B, Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural, Servicio Nacional de Inspeccion y Certificación de Semillas, Tlaquepaque, México

CANNU Ericka (Mme), Student, Agriculture, Tuao, Philippines

CARANGUIAN Caranguian (M.), Taguig, Philippines

CARBALLO ZEPEDA Claudio Aquiles (M.), Director, Dirección General, Semillas Biidxi, Texcoco, Mexico (e-mail: claudio@biidxi.mx)

CARRERA NAVARRETE Evelyn Consuelo (Sra.), Analista de Biología Molecular, Quito, Ecuador

CASTRO Geraldine, Agricultural Technologist, Office of the Municipal Agriculturist, Local Government Unit of Solana, Solana 3503, Philippines (e-mail: castrogeraldinemt27@gmail.com)

CATIGGAY Aaron (M.), Taguig, Philippines

CECHOVÁ Lydie (Mme), Crop Expert, Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture (UKZUZ) Ustredni kontrolni a zkusebni ustav zemedelsky, Hradec Nad Svitavou, Czech Republic (e-mail: lydie.cechova@ukzuz.cz)

CHIN Chinchin (M.), Singapore

CHO Won-Bum (M.), Forest Researcher, Plant Variety Protection Division, National Forest Seed Variety Center (NFSV), Chungcheongbuk-do, Republic of Korea (e-mail: rudis99@korea.kr)

CHOI Keunjin (M.), Director, GIPO, PVP, Suwon, Republic of Korea (e-mail: policy@sansor.co.za)

CILLIERS Magdeleen (Mme), Policy and Research Officer, South African National Seed Organization, Pretoria, South Africa (e-mail: policy@sansor.co.za)

CLAUS Sebastien (M.), Technical Specialist, Varieties and Seeds, National Institute of Agricultural Botany (NIAB), Cambridge, United Kingdom (e-mail: Sebastien.Claus@niab.com)

CLOWEZOVÁ Lenka (Mme), Agricultural Commodities Department, Ministry of Agriculture, Praha, Czech Republic (e-mail: lenka.clowezova@mze.cz)

COCA Valery (Mme), Field Operation Division, Department of Agriculture, Tuguegarao City, Philippines (e-mail: cocavalery143001@gmail.com)

CODAL King Earl Mandaluyong (M.), City, Philippines

COLLONNIER Cécile (Mme), Technical Expert, CPVO, Angers, France (e-mail: collonnier@cpvo.europa.eu)

COMBENEGRE Jean Paul (M.), Avocat et professeur de droit, Combenègre Avocats, Paris, France (e-mail: jp.combenegre@gmail.com)

COMPAÑERO Josie-Rose (Mme), Student, CSU PIAT, Tuao, Philippines (e-mail: companerijosierose@gmail.com)

CONFESAL Rhea (Mme), Paco Roman, Philippines

CSÖRGÖ Szonja (Mme), Director, Intellectual Property & Legal Affairs, Euroseeds, Brussels, Belgium (e-mail: szonjacsorgo@euroseeds.eu)

CUCCHI Marleen (Mme), Employee, Plant Production, Federal Ministry of Food and Agriculture, Bonn, Germany

D'ALESSANDRO Marco (M.), Senior Policy Advisor, Legal & International Affairs Division, Swiss Federal Institute of Intellectual Property, Bern, Switzerland

(e-mail: marco.dalessandro@ipi.ch)

DAGUIO Mae Aann (Mme), Moncada, Philippines

DALE Dale (M.), Würzburg, Germany

DE LOS SANTOS Jojo (Mme), Mexico, Philippines

DE RONDE Kobie (Mme), Regulatory country manager, Syngenta, Pretoria, South Africa
(e-mail: kobie.de_ronde@syngenta.com)

DE WIT Marc, Examiner (M.), Plant Breeders' Rights Office, Canadian Food Inspection Agency (CFIA), Ottawa, Canada (e-mail: Marc.deWit@Inspection.gc.ca)

DI MARZO Valeria (Mme), Communications Manager, Communucations, World Farmers' Organisation (WFO), Rome, Italy (e-mail: valeria.dimarzo@wfo-oma.org)

DÍAZ JIMÉNEZ Ana Luisa (Sra.), Asesora/Consultora, Semillas, Biotecnología y Propiedad intelectual, Colombia

DOCTOLERO Norbert (M.), Taguig, Philippines

DOLADO Jobert (M.), Taguig, Philippines

DOMINGO LEOMAR (M.), Taguig, Philippines

DUMIC Marija (Mme), Communications Intern, Communications, World Farmers' Organisation, Rome, Italy

ENESCU Teodor Dan (M.), Counsellor, State Institute for Variety Testing and Registration (ISTIS), Bucarest, Romania (e-mail: enescu_teodor@istis.ro)

ESCOBAR HARO Ingrid (Sra.), Primer Secretario, Dirección de Ceremonial y Protocolo, Ministerio de Relaciones Exteriores y Movilidad Humana, Quito, Ecuador

ESPIRITU Angelica (Mme), Makati City, Philippines

ESPIRITU Jay Bianca (Mme), Crop Improvement (Plant Breeding), CSU-PIAT, Piat, Philippines

FEINDURA Antonia (Mme), Product manager, Breeding, Elsner pac, Thendorf, Germany
(e-mail: A.feindura@pac-elsner.com)

FIESTA Julius (M.), Baugo, Philippines

FRANZÉN Magnus (M.), Deputy Head, Plant and Control Department, Swedish Board of Agriculture, Jönköping, Sweden (e-mail: magnus.franzen@jordbruksverket.se)

FUJITSUKA Daisuke (M.), Technical Official, Plant Variety Protection Office, Intellectual Property Division, Food Industry Affairs Bureau, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (MAFF), Tokyo, Japan
(e-mail: daisuke_fujitsuka080@maff.go.jp)

GABDOLA Ademi (Mme), Head of department, State Commission for variety testing of agricultural crops, Nur-Sultan, Kazakshstan (e-mail: for_work_15@mail.ru)

GABRIEL Mark Johon (M.), Makati City, Philippines

GALLEBO Kathleen (Mme), Student, College of Agriculture, Cagayan State University, Piat, Philippines
(e-mail: kathleengallebo15@gmail.com)

GANDEZA Julieann (Mme), Makati City, Philippines

GANGAN Rovelyn (Mme), Student, Cagayan State University, Solana, Philippines

GARCÍA MEDRANO María Ayalivis (Sra.), Directora, Oficina para el Registro de Variedades y Obtenciones Vegetales (OREVADO), Santo Domingo, República Dominicana (e-mail: mgarcia@orevado.gob.do)

GARCÍA-MONCÓ Montserrat (Mme), Head of Legal Service, Community Plant Variety Office (CPVO), Angers, France

GAUR Sonali (M.), Pilkhua, India

GEMIDO Demetrio (M.), Taguig, Philippines

GEORGULAAnna (Mme), Năkaia, Greece

GIANOLI Nadia (Mme), Communications Specialist, Freelance, Genève, Suisse (e-mail: nadiagianoli@gmail.com)

GIJS Gijs, Amsterdam, Netherlands

GRAEME Boocock (M.), Member, Biotechnology Committee, International Association for the Protection of Intellectual Property (AIPPI) Zürich, Switzerland (e-mail: gboocock@blg.com)

GROENEWOUD Kees Jan (M.), Secretary, Board for Plant Varieties (Raad voor plantenrassen), Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries, Roelofarendsveen, Netherlands (e-mail: c.j.a.groenewoud@raadvoorplantenrassen.nl)

GUIAWAN Aceel, Makati City, Philippines

GULATERA Aldrin, Bayabas, Philippines

GULZ-KUSCHER Birgit (Frau), Legal Advisor for Seed Law and Plant Variety Protection and Seed Law, Federal Ministry for Agriculture, Forestry, Regions and Water Management, Vienna, Austria (e-mail: birgit.gulz-kuscher@bmlrt.gv.at)

GUSAN Ala (Mme), Chief expert, Patents Division, Inventions and Plant Varieties Department, State Agency on Intellectual Property of the Republic of Moldova, Republic of Moldova (AGEPI), Chisinau (e-mail: ala.gusan@agepi.gov.md)

GUZMAN Rosalinda (Mme), Pantubig, Philippines

HAGIWARA Minori (Mme), Director, Intellectual Property Division, Export and International Affairs Bureau, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (MAFF), Tokyo, Japan (e-mail: minori_hagiwara110@maff.go.jp)

HALL Tyler (M.), Senior Project Officer, Horticulture, Department of Primary Industries and Regional Development, Perth, Australia (e-mail: tyler.hall@dpird.wa.gov.au)

HAN Ruixi (M.), Deputy Director, Division of DUS Tests, Development Center of Science and Technology (DCST), Ministry of Agriculture and Rural Affairs (MARA), Beijing, China (e-mail: wudifeixue007@163.com)

HANNE Stephan (M.), Policy Officer, DG TRADE, Brussels, Belgium

HENRIQUEZ, INIA, Barquisimeto, Venezuela

HERRERA Angelin (Mme), Student, College of Agriculture, Cagayan State University, Tuguegarao, Philippines

HIETARANTA Tarja Päivikki (Mme), Senior Officer, Plant Variety Registration, Finnish Food Authority, Loimaa, Finland (e-mail: tarja.hietaranta@ruokavirasto.fi)

HIPOLITO Gemaica (Mme), DAT 3A College of Agriculture, CSU PIAT, Piat, Philippines (e-mail: hipolitogemaica@gmail.com)

HOF Lysbeth (Mme), DUS Expert, Naktuinbouw, Roelofarendsveen, Netherlands (e-mail: l.hof@naktuinbouw.nl)

HOLICHENKO Nataliia (Mme), Head, Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, Kyiv, Ukraine (e-mail: nataliia.holichenko@gmail.com)

HOPPERUS BUMA Mia (Mme), Advisor, Committee for Novelty Protection, International Association of Horticultural Producers (AIPH), Den Haag, Netherlands

HULSE Nik (M.), Director, Policy and International Affairs, Policy and Stakeholders Group, IP Australia, Woden, Australia (e-mail: nik.hulse@ipaustralia.gov.au)

IGNASI Batlle (M.), Fruit Production, IRTA, Tarragona, Spain

INDAMMOGBeverly (Mme), Taguig, Philippines

INDUKURI Vijaya (Mme), PVP & Varietal Registration Specialist, R&D, Nunhems Pvt.Ltd BASF, Bangalore, India (e-mail: vijaya.indukuri@vegetableseeds.basf.com)

INOCENCIO Jay-ann (Mme), Student, Bs Agriculture, CSU, Tuguegarao, Philippines (e-mail: jayanneinocencio00@gmail.com)

IRFANE Asmaa (Mme), Casablanca, Morocco

ISUFI Alban (M.), Head of Seed and Seedlings and Fertilizers, Ministry of Agriculture and Rural Development, Tirana, Albania (e-mail: alban.isufi@bujqesia.gov.al)

JAWDAT Dana (Mme), Syria

JEKABSONE Ineta (Mme), Deputy Head, Department of Agriculture, Riga, Latvia

JORASCH Petra (Mme), Manager Plant Breeding and Innovation Advocacy, Euroseeds, Brussels, Belgium

JOSE Sheila Marie (Mme), Makati City, Philippines

KHAN NIAZI Hélène (Mme), International Agriculture Manager, International Seed Federation (ISF), Nyon, Switzerland (e-mail: h.khanniazi@worldseed.org)

KIM Tae Hoon (M.), Senior Forest Researcher, Examiner, National Forest Seed Variety Center (NFSV), Chungcheongbuk-do, Republic of Korea (e-mail: algae23@korea.kr)

KINYA Agatha (Mme), Nairobi, Kenya

KLIMCHUK Natalia (Mme), Registration manager, Seeds & Traits Regulatory CIS, CRO Syngenta Agro AG, Minsk, Belarus (e-mail: natalia.klimchuk@syngenta.com)

KLINDT Kristine Bech (Mme), Chief Consultant, Ministry of Environment and Food of Denmark, The Danish AgriFish Agency, Copenhagen, Denmark (e-mail: krba@naturerhverv.dk)

KNOL Jan (M.), Plant Variety Protection Officer, Crop Science Division, BASF Vegetable Seeds, Nunhems Netherlands B.V., Nunhem, Netherlands (e-mail: jan.knol@vegetableseeds.basf.com)

KNORPP Carina (Mme), Senior Advisor, Unit for Forestry, environment and research, Ministry of Enterprise and Innovation, Stockholm, Sweden (e-mail: carina.knorpp@regeringskansliet.se)

KROES Daniële (Mme), Phytosanitary and plant reproductive material, Ministry of Agriculture, Nature and Foodquality, Den Haag, Netherlands (e-mail: a.n.kroes@minInv.nl)

KRÓL Marcin (M.), Head of DUS Testing Department, Research Centre for Cultivar Testing (COBORU), Slupia Wielka, Poland (e-mail: m.Krol@coboru.gov.pl)

LAGUA Jessa Mae (Mme), DAT-3A College of Agriculture, Plant breeding, CSU, Piat, Philippines

LAMBERTI Orsola (Mme), Legal Advisor, Community Plant Variety Office (CPVO), Angers, France (e-mail: lamberti@cpvo.europa.eu)

LAMUSAO Mary Jane (Mme), Taguig, Philippines

LANG'AT Catherine (Mme), Technical Manager, African Seed Trade Association (AFSTA), Nairobi, Kenya

LANNA Jerimie (M.), Agriculturist I, High Value Crops Development Crops, Department of Agriculture, Tuguegarao City, Cagayan, Philippines

LASSI Kati (Mme), Senior Specialist, Food Department, Ministry of Agriculture and Forestry, Helsinki, Finland (e-mail: kati.lassi@gov.fi)

LATUPAN Arieliza (Mme), Student, Agriculture, Tuao, Philippines

LEIDEREITER Thomas (M.), Legal, Green Rights, Hamburg, Germany (e-mail: mail@green-rights.com)

LEWIS Kaylee (Mme), Plant Variety Examiner, Plant Variety Protection Office, USDA, AMS, S&T, Washington D.C., United States of America (e-mail: kaylee.lewis@usda.gov)

LIMBERGER Emerson (M.), Research Scientist, Corteva Agriscence, United States of America (e-mail: emerson.limberger@corteva.com)

LLOVIDO Earl Jhon (M.), Makati City, Philippines

LONCAR Gordana (Mme), Senior Adviser for Plant Variety protection, Plant Protection Directorate, Group for Plant Variety Protection and Biosafety, Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management, Belgrade, Serbia (e-mail: gordana.loncar@minpolj.gov.rs)

LONGHINI Federico (M.), Élève ingénieur agronome, ISARA-Lyon (Institut supérieur d'agriculture Rhône-Alpes), Lyon, France (e-mail: fglonghini@mi.unc.edu.ar)

LÓPEZ LEE Tania (Sra.), Directora Ejecutiva, Oficina de Semillas, Oficina Nacional de Semillas (OFINASE), San José, Colombia (e-mail: tlopez@ofinase.go.cr)

LUIS Leena (Mme), Seeds and Traits, regulatory, Syngenta, Lisboa, Portugal (e-mail: leena.luis@syngenta.com)

LUPAN Aurelia (Mme), Senior expert, Patents Department, State Agency on Intellectual Property, Chisinau, Republic of Moldova (e-mail: aurelia.lupan@agepi.gov.md)

MABBORANG Joshua (M.), Department of Agriculture, Cagayan State University Piat Campus, Tuao, Philippines (e-mail: mabborangjoshua44@gmail.com)

MACALLING Jenirose (M.), Kataban, Philippines

MADDIE Hamar (M.), Norway

MAGALLANES Neil Baliuag Jerome Garcia (M.), Piddig, Philippines

MAGERO Elizabeth (Mme), Senior Plant Inspector, Kenya Plant Health Inspectorate Service (KEPHIS), Kisumu, Kenya

MAISON Jean (M.), Deputy Head, Technical Unit, Community Plant Variety Office (CPVO), Angers, France (e-mail: maison@cpvo.europa.eu)

MALATIER Catherine (Mme), Assistante INOV, Groupe d'étude et de contrôle des variétés et des semences (GEVES), Beaucauzé cedex, France (e-mail: catherine.malatier@geves.fr)

MALENAB Joderic John (M.), Makati City, Philippines

MALENAB Juan (M.), Taguig, Philippines

MALLILLIN Albertmallillin (M.), Paranaque City, Philippines

MANERA Erika P. (Mme), Kataban, Philippines

MANNERKORPI Päivi (Mme), Team Leader - Plant Reproductive Material, Unit G1 Plant Health, Directorate General for Health and Food Safety (DG SANTE), European Commission, Brussels, Belgium

MARCOS Therese (Mme), Makati City, Philippines

MARIANO Delsa (M.), Makati City, Philippines

MARKKANEN Sami (M.), Senior Officer, Seed Unit, Finnish Food Authority, Loimaa, Finland (e-mail: sami.markkanen@ruokavirasto.fi)

MARONDEDZE Claudius (M.), Technical Manager Plant Health and Seed Trade, Brussels, Belgium, (e-mail: claudiusmarondedze@euroseeds.eu)

MARITIM Jocylene (Mme), Plant Inspector, Kenya Plant Health Inspectorate (KEPHIS), Nairobi, Kenya (e-mail: jmaritim@kephis.org)

MARTINEZ LERMA Rafael (M.), Responsable unidad, Unidad Tepic, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), México, México (e-mail: marral2003@hotmail.com)

MARTÍNEZ LÓPEZ Ángela (Mme), Legal Officer, Community Plant Variety Office (CPVO), Angers, France

MARVIN Bumanglag, Makati City, Philippines

MARZAN Fredelyn, Makati City, Philippines

MEIENBERG François (M.), Coordinator, Association for Plant Breeding for the Benefit of Society (APBEBES), Zürich, Switzerland (e-mail: contact@apbrebes.org)

MENESES Allan (M.), Leader, R&D, Rice Consulting SA, Cartago, Colombia (e-mail: allanmeneses@gmail.com)

MERESSE Yvane (Mme.), Responsable INOV, Groupe d'Étude et de Contrôle des Variétés et des Semences (GEVES), Beaucouzé cedex, France (e-mail: yvane.meresse@geves.fr)

MIGS Jeng, Makati City, Philippines

MIGUEL Jenifer (Mme), Makati City, Philippines

MIKHA Selina (Mme), University of Lampung, Jakarta, Indonesia

MILLER Kylie (M.), Senior Plant Variety Rights Examiner, Plant Variety Rights Office, Intellectual Property Office of New Zealand, Intellectual Property Office of New Zealand, Plant Variety Rights, Ministry of Economic Development, Christchurch, New Zealand

MIÑO MONCAYO Andrea (Sra.), Abogada, Obtenciones vegetales, Corralrosales, Quito, Ecuador (e-mail: andrea@corralrosales.com)

MOLINA MACÍAS Enriqueta (Sra.), Especialista / Consultor, Santamarina + Steta, México (e-mail: emolina@s-s.mx)

MRUTU Bakari Amiri (M.), Research Officer, Business Registrations and Licensing Agency (BRELA), Morogoro, United Republic of Tanzania (e-mail: boccak@gmail.com)

MUCENIECE Ilze (Mme), Executive Director, Latvian Seed Association, Talsu Novads, Latvia (e-mail: lsaseklas@inbox.lv)

MUGO Grace Muthoni (Mme), Assistant Director, Research, Extension and Liaison Unit, State Department for Crop Development and Agricultural Research, Ministry of Agriculture, Livestock and Fisheries, Nairobi, Kenya (e-mail: mugomgrace@gmail.com)

NABULSI Asem, Al Juwayyidah, Jordan

NETNOU-NKOANA Noluthando (Mme), Director, Genetic Resources, Department of Agriculture, Rural development and Land Reform, Pretoria, South Africa (e-mail: NoluthandoN@Dalrrd.gov.za)

NGUYEN VAN Kien (M.), Principal investigator, Vietnam National Plant Genebank, Plant Resources Center, Hanoi, Viet Nam (e-mail: kienguyenvan8@hotmail.com)

NICOLAS Floyd (M.), DAT 3B College of Agriculture, CSU PIAT, Piat, Philippines (e-mail: floydnicolas0014@gmail.com)

NOLASCO Ediemar (M.), Student, College of agriculture, Piat, Philippines (e-mail: ediemarnolasco@gmail.com)

NOVARO, Rome, Italy

OBONYO Mathew (M.), Plant Inspector, Kenya Plant Health Inspectorate (KEPHIS), Nakuru, Kenya (e-mail: mobonyo@kephis.org)

OSEI Michael Kwabena (M.), Kumasi, Ghana

PAAVILAINEN Kaarina (Mme), Senior Officer, Finnish Food Authority, Loimaa, Finland
(e-mail: kaarina.paavilainen@ruokavirasto.fi)

PACION Angelyn (Mme), DAT 3-B College of Agriculture, CSU PIAT, Piat, Philippines
(e-mail: angelynpacion014@gmail.com)

PADHY Jyoti Sankar, Kopar Khairane, India

PALATTAO Rowena (Mme), Bustos, Philippines

PALLAGAO Taguig, Philippines

PALMA ARAUJO Stefania (Sra.), Coordinator, Plant Variety Protection Office, National Plant Variety Protection Service, Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC), Brasilia, Brasil (e-mail: stefania.araujo@agro.gov.br)

PALOS Rickyjoy, Makati City, Philippines

PAOLA Barba (Mme), Investigador, La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Santiago de Chile, Chile (e-mail: paola.barba@inia.cl)

PAPWORTH Hilary (Mme), Senior Technical Manager, NIAB, Cambridge, United Kingdom

PAU, Santiago, Chile

PERGIS Joshua Pergis, Makati City, Philippines

PERRIN Nicolas (M.), Directeur des affaires internationales, SEMAE (French Interprofessional Organisation for Seeds and Plants), Paris, France

PINTUCAN Maricon, Taguig, Philippines

POL Jona Mae (Mme), Guyong, Philippines

PONCE Sammy (M.), Vizal Santo Niño, Philippines

PRASANNA P.A.Lakshmi Prasanna, Hyderabad, India

PUUR Laima (Mme), Counsellor, Organic Farming and Seed Department, Estonian Agricultural and Food Board, Viljandi, Estonia (e-mail: laima.puur@pta.agri.ee)

QIN Juan (M.), Nanqiao, China

QUAGLIA Gisela (Mme), Research programme officer, DG Agriculture, Brussels, Belgium

QUINTEROS MALPARTIDA Sara Karla (Sra.), Coordinadora de Conocimientos Colectivos y Variedades Vegetales, Dirección de Invencciones y Nuevas Tecnologías, Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI), Lima, Peru

RAGGI Ambra (Mme), World Farmers' Organization (WFO), Naples, Italy

RAMANS-HARBOROUGH Sigurd (M.), Manager of UK Variety Listing and PBR, Plant Varieties and Seeds, Animal and Plant Health Agency (APHA), Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA), Cambridge, United Kingdom (e-mail: Sigurd.Ramans-Harborough@defra.gov.uk)

RAMÍREZ Ma. Elena (Sra.), Investigadora, Investigación y Mejoramiento Genético, Semillas Biidxi, Texcoco, México (e-mail: era1311@gmail.com)

RAMIREZ Rodesa, Makati City, Philippines

RAVICHANDRAN Navi, Mumbai, India

REGEER Bernadette (Mme), DG Agro & Nature, Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries, Den Haag, Netherlands (e-mail: b.regeer@minInv.nl)

RENTERIA ARELLANO Heriberto (Sr.), Supervisor de Campo, Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semilla (SNICS), Tlaquepaque, México

REQUEJO-JACKMAN Cecilia (Mme), Senior Plant Variety Rights Examiner, Plant Variety Rights Office, Intellectual Property Office of New Zealand, Intellectual Property Office of New Zealand, Plant Variety Rights, Ministry of Economic Development, Wellington, New Zealand
(e-mail: Cecilia.R-Jackman@pvr.govt.nz)

REYMUNDO Angelica (Mme), Crop improvement (plant breeding), CSU-PIAT, Piat, Philippines
(e-mail: angelicareymundo517@gmail.com)

RIBARITS Alexandra (Mme), Senior Expert, Austrian Agency for Health and Food Safety, Vienna, Austria
(e-mail: alexandra.ribarits@ages.at)

RIEDEL Bettina (Mme), Knowledge Transfer Office, Alma Mater Studiorum - University of Bologna, Bologna, Italy
(e-mail: bettina.riedel@unibo.it)

RIVOIRE Ben (M.), Sustainability and Crop Value Chain Manager, International Seed Federation (ISF), Nyon, Switzerland (e-mail: b.rivoire@worldseed.org)

RODRIGUEZ RODRIGUEZ Leixys (Mme), Investigador Agregado, Departamento de Recursos Fitogeneticos y Semillas, Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical Alejandro de Humboldt, La Habana, Cuba (e-mail: leixys83@gmail.com)

RODRIGUEZ Jericko, Makati City, Philippines

ROFEL Rofel (M.), Makati City, Philippines

ROJAS SALINAS Ana Lilia (Mme), Jefatura de Departamento de Armonización Técnica, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (Agricultura), Ciudad de México, México (e-mail: ana.rojas@snics.gob.mx)

ROJO Carlo (M.), Student, BSA, Tuguegarao, Philippines (e-mail: carlorojo94@gmail.com)

ROSADO Sol, New York City, United States of America

ROSERO Alfonso Alberto (Sr.), Director Técnico de Semillas, Subgerencia de Protección Vegetal, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Bogotá, Colombia (e-mail: alberto.roseiro@ica.gov.co)

ROY CHOUDHURY Dipal (M.), National Gene Bank, PPVFRA, Ministry of Agriculture, Govt of India, New Delhi, India (e-mail: dipalrc@gmail.com)

RØYNEBERG Terje (M.), Senior Officer, Food policy department, Ministry of Agriculture and Food, Oslo, Norway

SAAVEDRA PÉREZ Alejandro Ignacio (Sr.), Profesional Registro de Variedades, Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Santiago de Chile, Chile (e-mail: alejandro.saavedra@sag.gob.cl)

SACHS Kelly (Mme), Plant Variety Registration and Protection Specialist, Traits & Regulatory, Syngenta Seeds B.V., Enkhuizen, Netherlands

SADER Comusocsader, Puente Sierra, Mexico

SALVADOR Girley (Mme), Research Staff, Research Development and Extension, CSU-Piat Campus, Piat, Philippines (e-mail: girleybaltazar@gmail.com)

SANDERS Mara (Mme), Plant Variety Examiner, Plant Variety Protection Office, United States Department of Agriculture, Washington D.C., United States of America

SAPUTRA Arya Frengky (M.), Industrial Development Senior Officer, Business Development, East West Seed Indonesia, Purwakarta, Indonesia (e-mail: newarya.saputra@gmail.com)

SAYOC Francine (Mme), Communications Manager, International Seed Federation (ISF), Nyon, Switzerland (e-mail: f.sayoc@worldseed.org)

SCHOLTE Bert (M.), Head of Department Variety Testing, Naktuinbouw, Roelofarendsveen, Netherlands (e-mail: b.scholte@naktuinbouw.nl)

- SCOTT Elizabeth M.R. (Mme), Head of Varieties and Seeds, NIAB, Cambridge, United Kingdom (e-mail: elizabeth.scott@niab.com)
- SEMON Sergio (M.), QAS Team Leader, Community Plant Variety Office (CPVO), Angers, France
- SERENA Serena (Mme), Milan, Italy
- SERGAN Ryan (M.), Makati City, Philippines
- SERRANO Dexter (M.), 4H CLUB, Tuguegarao, Philippines
- SIBOZA Xolani (M.), Dr., Horticultural Science, Stellenbosch University, Paarl, South Africa (e-mail: xisiboza@gmail.com)
- SINGH Onkar (M.), Breeding Regulatory and Logistics Manager India, Bayer CropScience Ltd., Bengaluru, India (e-mail: onkar.singh@bayer.com)
- SLOKENBERGA Ilze (Mme), Senior Expert, Department of Agriculture, Riga, Latvia (e-mail: ilze.slokenberga@zm.gov.lv)
- SUKHAPINDA Kitisri (Mme), Patent Attorney, Office of Policy and International Affairs (OPIA), United States Patent and Trademark Office (USPTO), Alexandria, United States of America (e-mail: kitisri.sukhapinda@uspto.gov)
- SUMAANG Allan (M.), Student, CSU-Piat Campus, Sto.Nino, Philippines (e-mail: asumauang112@gmail.com)
- SUVA Lucas (M.), Senior Plant Examiner, Kenya Plant Health Inspectorate Service (KEPHIS), Nairobi, Kenya
- TABAOG Mea Flor (Mme), Plant breeding, College of Agriculture., Cagayan State University, Piat, Philippines
- TACMO Raynalín, Taguig, Philippines
- TAGUE Michaela, Mandaluyong City, Philippines
- TAGUIAM Lorena (Mme), Student, Solana, Philippines
- TAGUINOD June, Makati City, Philippines
- TALIBUDEEN Alex (M.), DUS Technical Manager, Agricultural Crops Characterisation, NIAB, Cambridge, United Kingdom (e-mail: alex.talibudeen@niab.com)
- TELLO Diego (M.), Ingeniero Agrónomo, Unidad de Gestión de la Innovación, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Santiago de Chile, Chile (e-mail: diego.telloherrera@gmail.com)
- TERRY, Ikeja, Nigeria
- THEVENON Dominique (M.), Board Member, CIOFORA, France
- THOBAGALE Tebogo Moses (M.), Scientist Production, Crop Production, Limpopo Department of Agriculture and Rural Development, Modjadjiskloof, South Africa (e-mail: thobakgaletebogo18@gmail.com)
- TOLENTINO Jaymar, Taguig, Philippines
- TOMAS Nicole (Mme), Piddig, Philippines
- TORHEIM Svanhild-Isabelle Batta (Mme), Senior Advisor, Department of Forest and Natural Resource Policy, Norwegian Ministry of Agriculture and Food, Oslo, Norway (e-mail: sto@lmd.dep.no)
- TRAN Thi Thuy Hang (Mme), Officer/Examiner, Plant Variety Protection Office of Viet Nam, Hanoi, Viet Nam (e-mail: tranhang.mard.vn@gmail.com)
- TRAVAGLIO Selena (Mme), CIOFORA, Frankfurt am, Germany
- TSCHARLAND Eva (Mme), Jurist, Fachbereich Recht und Verfahren, Office fédéral de l'agriculture (OFAG), Bern, Suisse (e-mail: eva.tscharland@blw.admin.ch)
- TULALI Argie, Quezon City, Philippines
- TULIAO Luzviminda (Mme), Plant breeding, College of Agriculture., Cagayan State University, Piat, Philippines

(e-mail: tuliaoluziminda012@gmail.com)

TUMANGUIL Jaylord (M.), 4H CLUB, Tuguegarao, Philippines

URQUÍA FERNÁNDEZ Nuria (Sra.), Jefe de Área de Registro de Variedades, Oficina Española de Variedades Vegetales (MPA y OEVV), Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), Madrid, España
(e-mail: nurquia@mapa.es)

UTITIAJ ANKUASH Ligia (Sra.), Tercer Secretaria, Temas sobre Propiedad Intelectual, Misión Permanente, Genève, Suisse (e-mail: ligianua.utitij@gmail.com)

VALENGHI Daniel (M.), Regional Program Manager, Global Programme Food Systems, Swiss Agency for Development and Cooperation, Office fédéral de l'agriculture (OFAG), Addis Ababa, Ethiopia
(e-mail: daniel.valenghi@eda.admin.ch)

VALDEZ Jennifer (Mme), Taguig, Philippines

VAN EMMENES Lynelle (Mme), Seeds Regulatory Compliance Manager, Seeds Regulatory, Syngenta, Pretoria, South Africa

VAN HOGENDORP Inge (Mme), Amsterdam, Netherlands

VAN WINDEN Chris (M.), Managing Director, International Licensing Platform Vegetable, Den Haag, Netherlands
(e-mail: managing.director@ilp-vegetable.org)

VANDINE Edwina (Mme), Chief of Plant Breeders' Rights, IP Australia, Woden, Australia
(e-mail: edwina.vandine@ipaaustralia.gov.au)

VÁSQUEZ NAVARRETE Víctor Manuel (Sr.), Director de área, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (Agricultura), Ciudad de México, México
(e-mail: victor.vasquez@agricultura.gob.mx)

VASQUEZ POLANCO Bruno (Sr.), Ingeniero agronomo, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Duran, Ecuador (e-mail: brvasquezp@gmail.com)

VEGA FLORES Misael Humberto (Sr.), Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), Tequila Jalisco, México (e-mail: misael_vegaflores@yahoo.com.mx)

VELÁSQUEZ CEDEÑO Sofía (Sra.), Director de Carrera, Carrera de Ingeniería Agrícola, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Portoviejo, Ecuador (e-mail: svelasquez@espam.edu.ec)

VERA Maricel, Las Condes, Chile

VIERNES Charlene (Mme), Student, Plant breeding plant propagation and nursery management, Cagayan State University, Piat, Philippines (e-mail: chinnyviernes@gmail.com)

VILLA Kristel (Mme), Taguig, Philippines

VILLAMAYOR María Laura (Sra.), Coordinadora de Relaciones Institucionales e Interjurisdiccionales, Instituto Nacional de Semillas (INASE), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, Buenos Aires, Argentina (e-mail: mlvillamayor@inase.gob.ar)

VILLANUEVA Evanie (Mme), College of agriculture, Csu-Piat Campus, Tuao, Philippines
(e-mail: villanuevaevanie916@gmail.com)

VON GEHREN Philipp (M.), Institute for Seed and Propagating Material, Phytosanitary Service and Apiculture, Vienna, Austria (e-mail: philipp.von-gehren@ages.at)

WACHTLER Volker (M.), Political Administrator, General Secretariat, Council of the European Union, Brussels, Belgium (e-mail: volker.wachtler@consilium.europa.eu)

WALLACE Margaret (Mme), Head of Agricultural Crop Characterisation, NIAB, Cambridge, United Kingdom
(e-mail: margaret.wallace@niab.com)

XAVIER Nicole (Mme), Piddig, Philippines

YADAV Rakesh Kumar, Indore, India

YANG Yang (Mme), Senior Examiner, Division of Plant Variety Protection, Development Center of Science and Technology (DCST), Ministry of Agriculture and Rural Affairs (MARA), Beijing, China (e-mail: yangyang@agri.gov.cn)

ZAMBRANO MARCILLO Silvia Madelein (Sra.), Responsable del programa de palma africana, Investigación en palma aceitera, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), La concordia, Ecuador
e-mail: silvia.zambrano@iniap.gob.ec)

II. SPEAKERS / ORATEURS / SPRECHER / CONFERENCIANTES

ADJEBENG-DANQUAH Joseph (M.), Senior Research Scientist, Savanna Agricultural Research for Scientific and Industrial Research Institute (CSIR-SARI), Nyankpala, Ghana (e-mail: jadanquah.jad@gmail.com)

ADU-DAPAAH Hans (M.), Vice-President, CSIR-Crops Research Institute, Kumasi, Ghana
(e-mail: hadapaah@yahoo.com)

ALSHEIKH Muath (M.), Head of Research and Development, Graminor AS, Ridabu, Norway
(e-mail: muath.alsheikh@graminor.no)

ANSAH Solomon Gyan (M.), Director of Agriculture, Directorate of Crop Services, Accra, Ghana
(e-mail: crowzee2000@yahoo.com)

BOEHM Robert (M.), Head of Biotechnology, Selecta One, Stuttgart, Germany (e-mail: r.boehm@selectaone.com)

BROWN Emma (Mme), Business Development Manager, the New Zealand Institute for Plant & Food Research Limited, Havelock North, New Zealand (e-mail: emma.brown@plantandfood.co.nz)

BUBECK Dave (M.), Research Director, Corteva, Dallas, United States of America
(e-mail: david.bubeck@corteva.com)

BUCHER Etienne (M.), Research Group leader «Crop Genome Dynamics», Agroscope, Zurich, Switzerland (e-mail: etienne.bucher@agroscope.admin.ch)

DERERA John (M.), Senior Director, Plant Breeding and Pre-Breeding, Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR), Ibadan, Nigeria (e-mail: J.Derera@cgiar.org)

EBIHARA Yasunori (M.), Director, Plant Variety Protection Office, Intellectual Property Division, Export and International Affairs Bureau, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (MAFF), Tokyo, Japan
(e-mail: yasunori_ebihara760@maff.go.jp)

FERRAHI Moha (M.), Head, Genetic Resources Improvement and Conservation Department (DACRG), Scientific Division, National Institute for Agricultural Research (INRA), Marrakech, Morocco (e-mail: moha.ferrahi@inra.ma)

GIULIODORI Arianna (Mme), Secretary General, World Farmers' Organisation (WFO), Roma, Italy
(e-mail: info@wfo-oma.org)

HANLEY Zac (M.), General Manager Science, New Zealand Institute for Plant & Food Research Limited, Havelock North, New Zealand (e-mail: zac.hanley@plantandfood.co.nz)

HENRIKSSON Tina (Mme), Group Manager Breeding, Cereals & Pulses & Senior winter wheat breeder & Senior winter wheat breeder, Lantmännen Lantbruk, Svalöv, Sweden (e-mail: tina.henriksson@lantmannen.com)

KELLER Michael (M.), Secretary General, International Seed Federation (ISF), Nyon, Switzerland
(e-mail: m.keller@worldseed.org)

KRIEGER Edgar (M.), Secretary General, International Community of Breeders of Asexually Reproduced Horticultural Plants (CIOFORA), Hamburg, Germany (e-mail: edgar.krieger@ciopora.org)

LILLEMO Morten (M.), Professor, Norwegian University of Life Sciences Faculty of Biosciences, Oslo, Norway
(e-mail: morten.lillemo@nmbu.no)

MAINA Simon Mucheru (M.), Head, Seed Certification and Plant Variety Protection, Kenya Plant Health Inspectorate Service (KEPHIS), Nairobi, Kenya (e-mail: smaina@kephis.org)

MATTINA Francesco (M.), President, Community Plant Variety Office (CPVO), Angers, France

(e-mail: mattina@cpvo.europa.eu)

NABLOUSSI Abdelghani (M.), Researcher, Meknès Regional Agricultural Research Centre (CRRRA), National Institute for Agricultural Research (INRA), Meknes, Morocco (e-mail: abdelghani.nabloussi@inra.ma)

NEPOMUCENO Alexandre Lima, Researcher, Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA), Brazil (e-mail: alexandre.nepomuceno@embrapa.br)

ORTEGA KLOSE Fernando (M.), Forage Plant Breeder, Chilean Agricultural Research Institute (INIA), Carillanca regional center, Carillanca, Chile (e-mail: fortega@inia.cl)

ORTÍZ GARCÍA Sol (Mme), Directora General de Políticas, Prospección y Cambio Climático, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Ciudad de México, Mexico (e-mail: sol.ortiz@agricultura)

PARKER Anthony (M.), Commissioner, Plant Breeders' Rights Office, Canadian Food Inspection Agency (CFIA), Ottawa, Canada (e-mail: anthony.parker@inspection.gc.ca)

PRAH George (M.), Deputy Director, Directorate of Crop Services Ministry of Food and Agriculture, Queensland Alliance for Agriculture and Food Innovation, Accra, Ghana (e-mail: gpdirector@yahoo.com)

RANNER Herwig (M.), Team Leader - Climate Change and agriculture, Unit for Sustainable Agriculture, Directorate General for Agriculture and Rural Development (DG Agriculture), European Commission, Bruxelles, Belgique (e-mail: Herwig.RANNER@ec.europa.eu)

RÉ José (M.), Vice President, Global New Products Development - Rice Tech USA, United States of America (e-mail: jre@ricetec.com)

REBETZKE Greg (M.), Research Genetist, Canberra, Australia (e-mail: greg.rebetzke@csiro.au)

SCHENKEVELD Astrid M. (Mme), Specialist, Plant Breeder's Rights & Variety Registration | Legal, Rijk Zwaan Zaadteelt en Zaadhandel B.V., De Lier, Netherlands (e-mail: a.schenkeveld@rijkszwaan.nl)

SHRESTHA Pitambar (M.), Programme Advisor, Local Initiatives for Biodiversity, Research and Development, (LI-BIRD), Pokhara, Nepal (e-mail: pitambar@libird.org)

VAN DER HEIJDEN Stefan (M.), Associate, Innova Connect, Wageningen, Netherlands (e-mail: svdh1@wxs.nl)

WAJSMAN Nathan (M.), Chief Economist, European Observatory on Infringements of IP Rights, EUIPO - European Union Intellectual Property Office, Alicante, Spain (e-mail: nathan.wajsman@euipo.europa.eu)

ZAHER Hayat (Mme), Chercheur, Vice President, Marrakech Regional Agricultural Research Centre (CRRRA), National Institute for Agricultural Research (INRA), Marrakech, Morocco (e-mail: hayat.zaher@inra.ma)

ZHANG Yu (M.), Research associate, Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai, China (e-mail: xinongxiaoyu@163.com)

III. MODERATORS / MODÉRATEURS / MODERADORES

BUTTON Peter (M.), Vice Secretary-General, UPOV

VALSTAR Marien (M.), Président of the Council, UPOV

CUI Yehan (M.), Vice-Président of the Council, UPOV

NGWEDIAGI Patrick (M.), Chair of the Administrative and Legal Committee, UPOV

TORO UGALDE Manuel (M.), Vice-Chair of the Administrative and Legal Committee, UPOV

SUKHAPINDA Kitisri (Mme), Patent Attorney, Office of Policy and Affairs (OPIA), United States Patent and Trademark Office (USPTO), United States of America

IV. OFFICE OF UPOV / BUREAU DE L'UPOV / BÜRO DER UPOV / OFICINA DE LA UPOV

Daren TANG (M.), Secretary-General

Peter BUTTON (M.), Vice Secretary-General

Yolanda HUERTA (Mme), Legal Counsel and Director of Training and Assistance

Leontino TAVEIRA (M.), Head of Technical Affairs and Regional Development (Latin America, Caribbean)

Hend MADHOUR (Mme), IT Officer

Manabu SUZUKI (M.), Technical/Regional Officer (Asia)

Caroline ROVERE (Mme), Communications & Events Officer

UPOV

**Union internationale pour la protection des
obtentions végétales**

34, chemin des Colombettes
CH-1211 Genève 20
Suisse

Tel.: (+41) 22 338 91 11

e-mail: upov.mail@upov.int

Website: <http://www.upov.int>

PUB 364 F

ISBN: 978-92-805-3435-1