“Mitigation of climate change in agriculture”

ALEXANDRE NEPOMUCENO, Ph.D.
Embrapa Soybean General Head

Brazilian Agricultural Research Corporation

Embrapa

49 anos

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

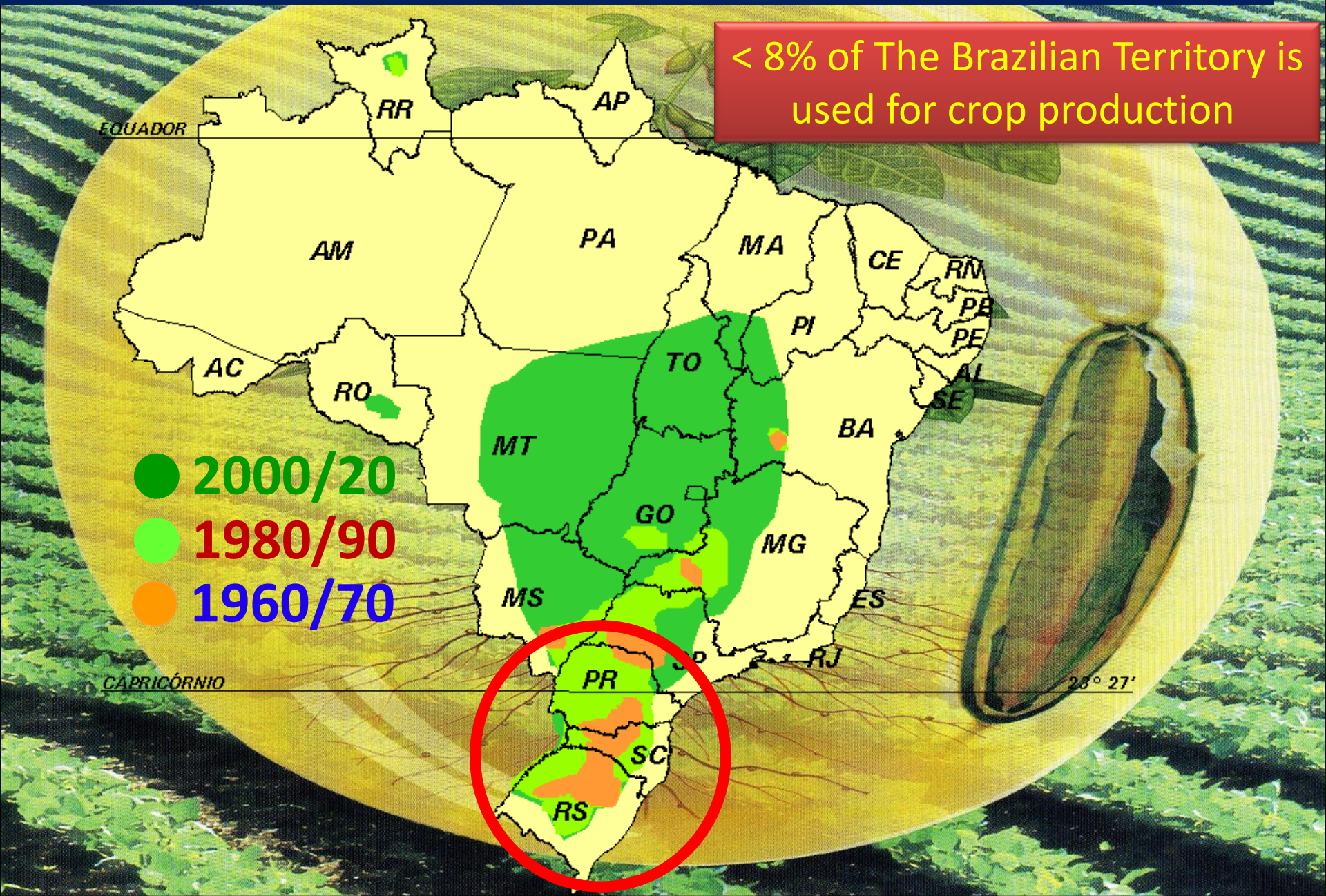
Brazilian Soybean Research Center – Embrapa Soybean

Embrapa

Brazilian Agricultural Research Corporation

Soybean (Grain) Evolution in Brazil: 2014

< 8% of The Brazilian Territory is used for crop production



Harvest Season 2021/22

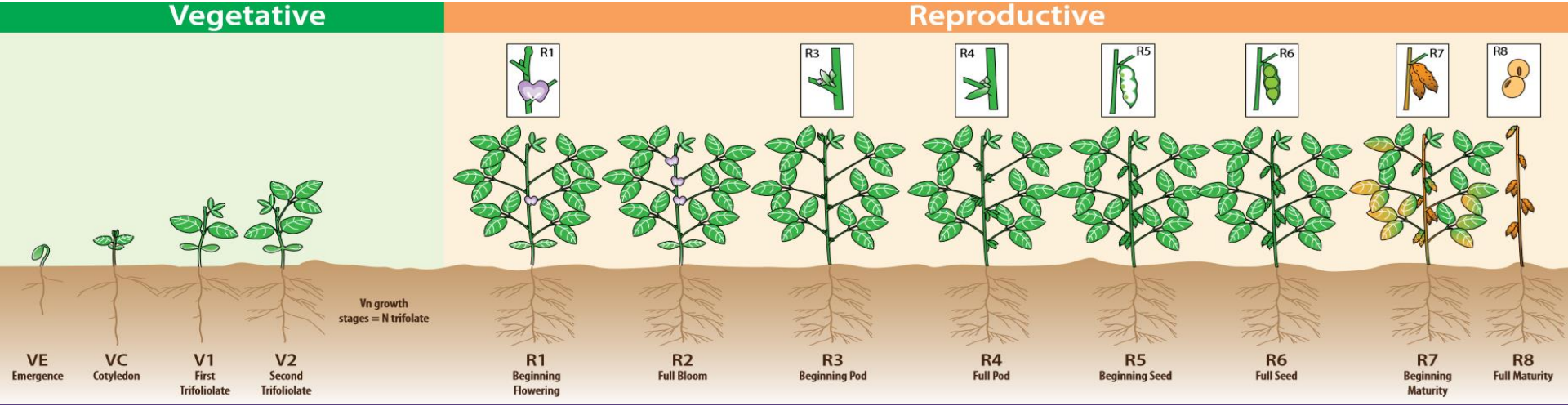
Biggest Drought of the last 93 years

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

Source: Embrapa Soybean, 2022

Drought
High unpredictability and high level of economical damage

~24 Million Ton not harvested




How to deal with this Challenge?

Strategies to Improve Drought Tolerance in Crop Production

Pre-Crop Management

In-Crop Management

Long Term History	Sequence	Fallow	In Crop
3+ years	1 year	0.5 years	

Soil Structure Soil Fertility Seed Bank	Diseases Nitrogen Water Weeds	Weed Control Struggle Grazing	Sowing Date Density **No Tillage** Disease/Insect Control Irrigation

GENOTYPE

Classical Breeding
GM Plants
GE Plants

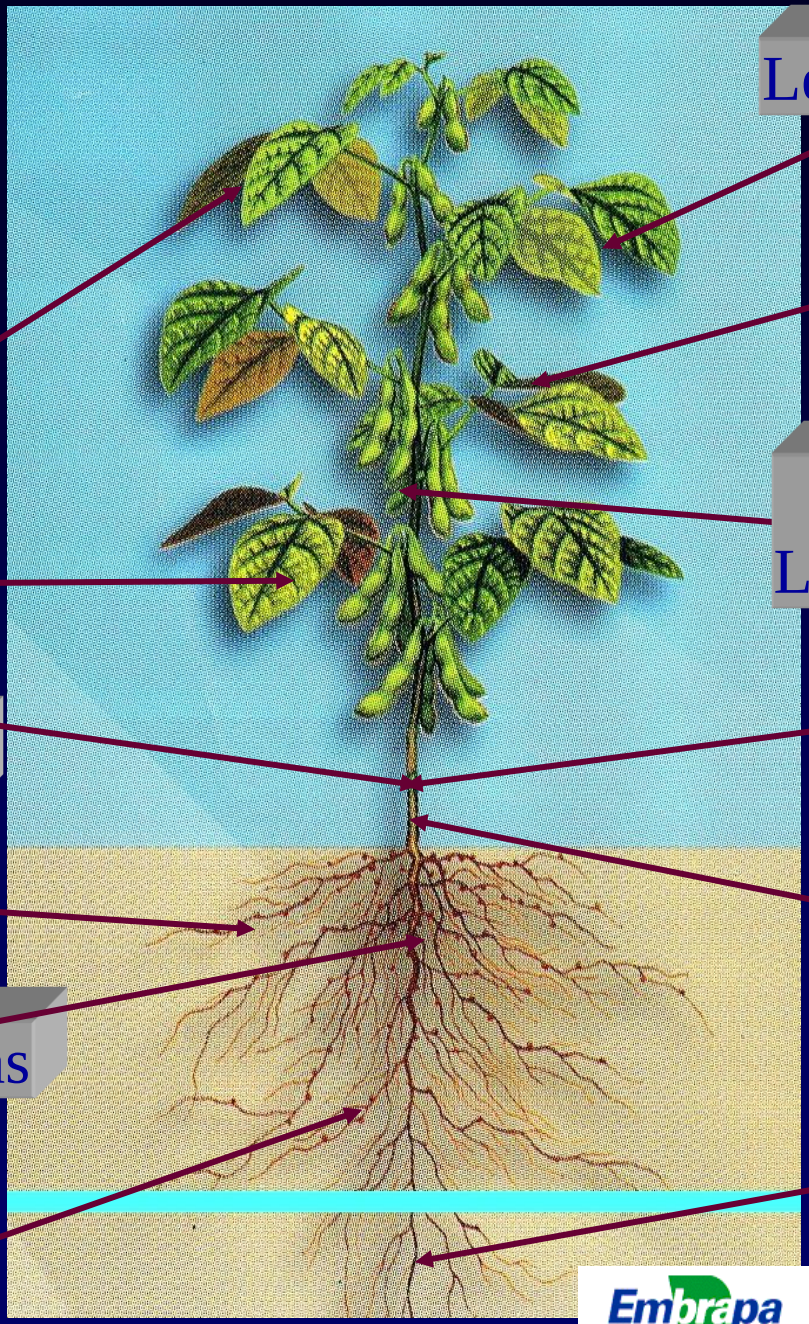
Increase soil water capture and Storage

Crop Vigor/Reduce evaporative loss

Canopy Management/Harvest Index

Complex Response Mechanisms

Agronomic and Physiological



Leaves Movement

Leaves Pubescence

Gas Exchange

Flowers and Legume Abscission

Leaves Color

Nutrient Translocation

Water Translocation

Photosyntates Translocation

Root Hairs

Root system profundity

Root system ramifications

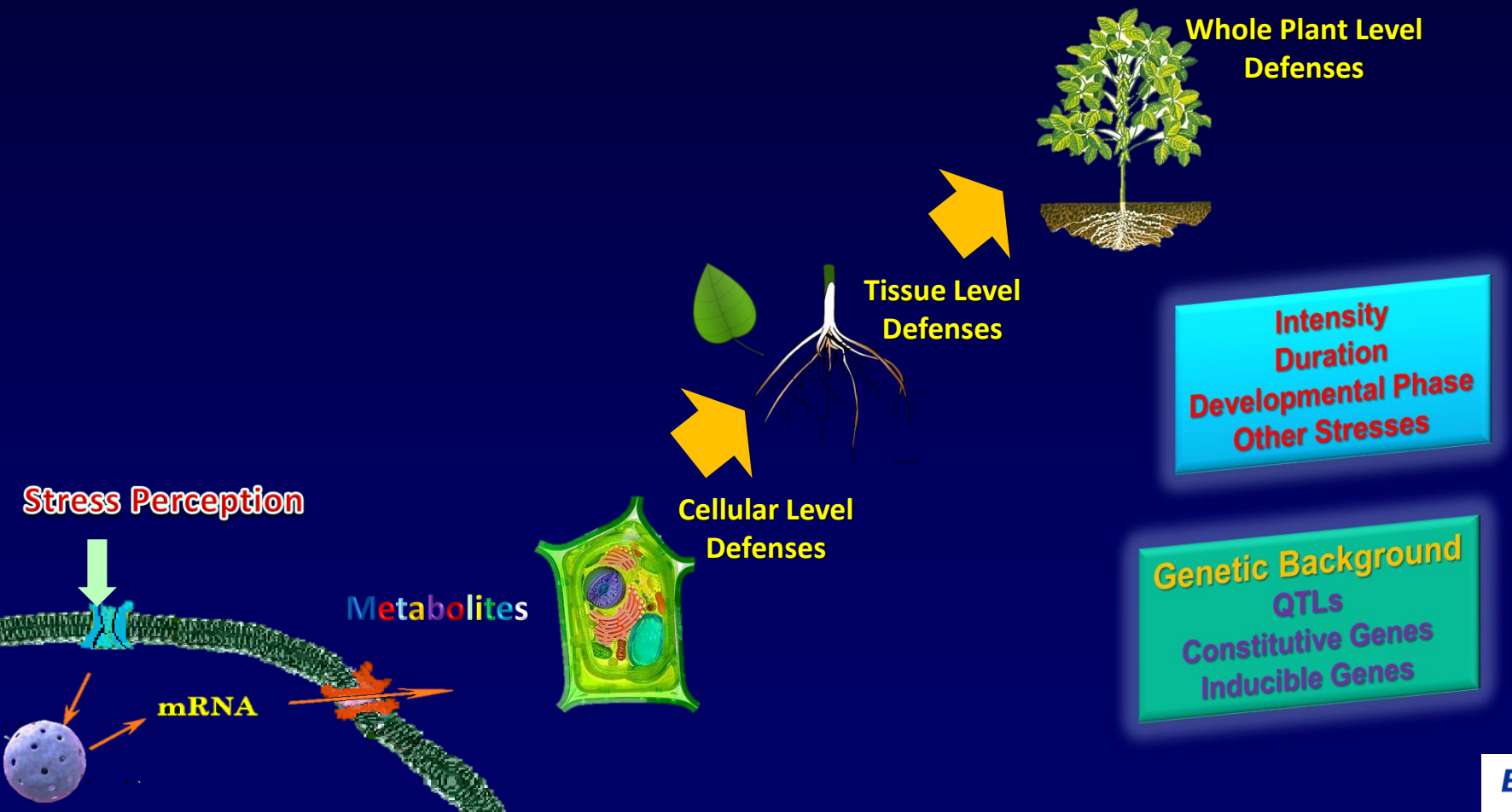
Nitrogen Fixation

Embrapa

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

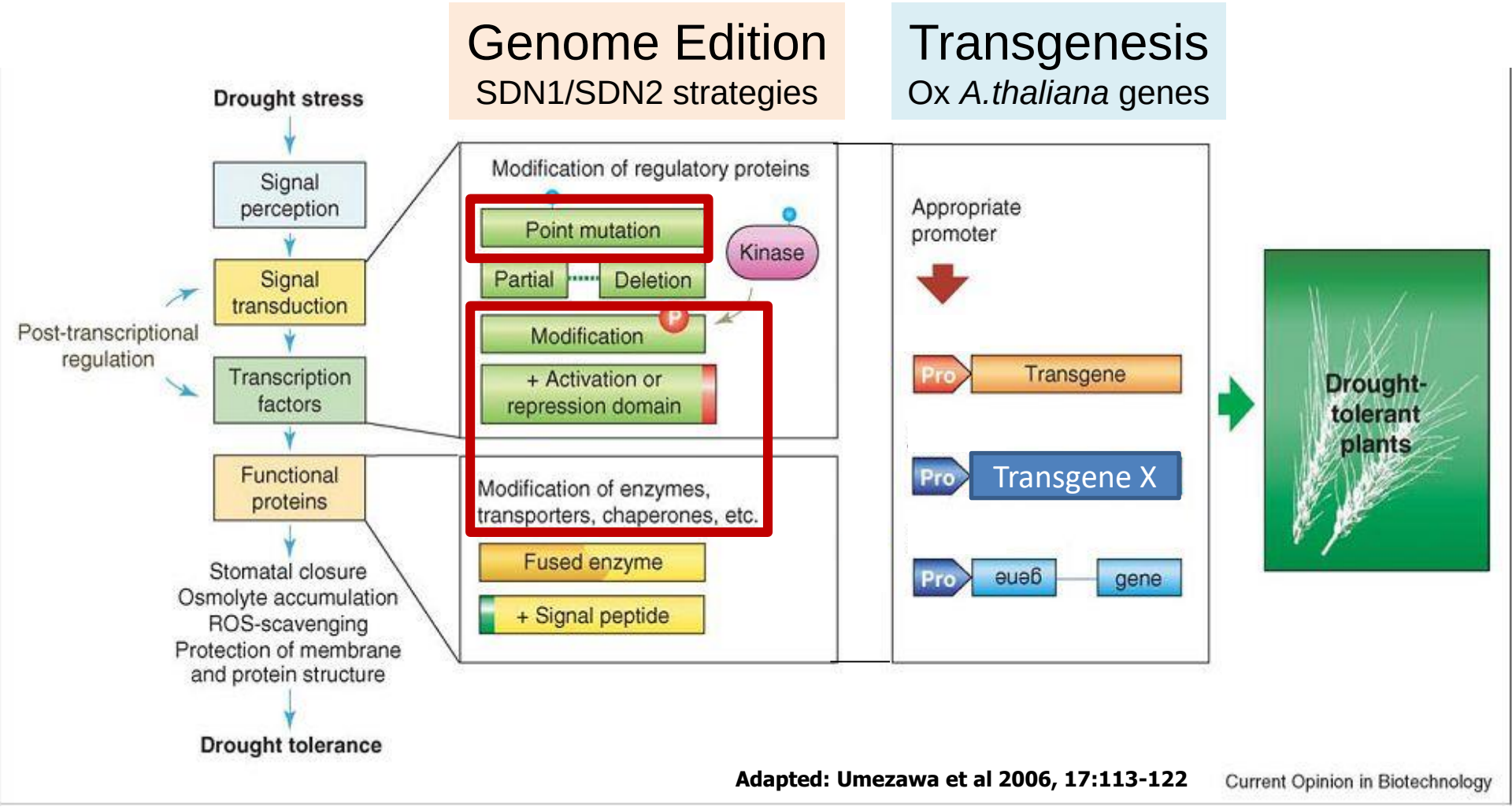


Intensity
Duration
Developmental Phase
Other Stresses

Genetic Background
QTLs
Constitutive Genes
Inducible Genes

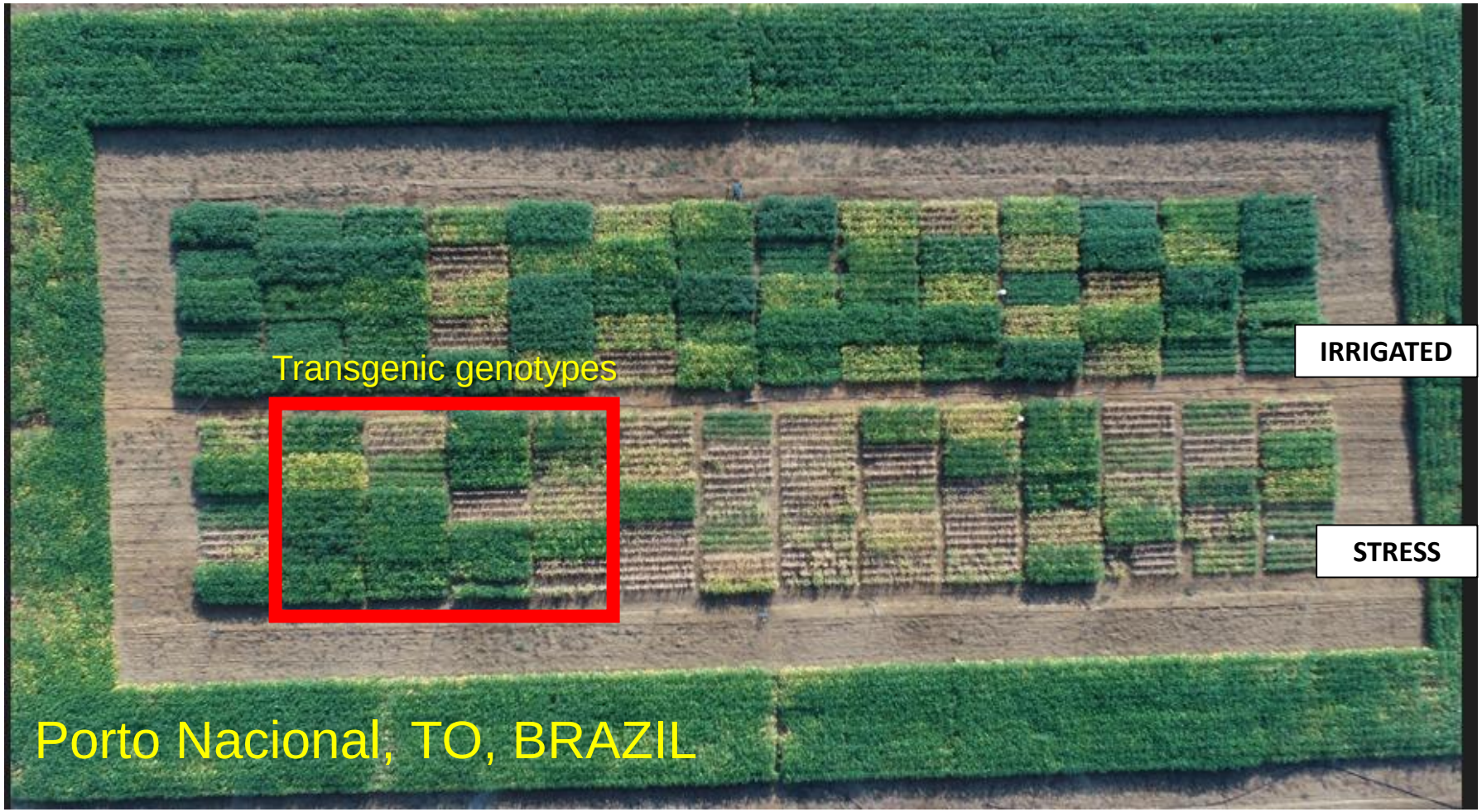
Embrapa

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



AUG/22

DROUGHT PHENOTYPING IN THE FIELD 26 DAYS OF STRESS



Conventional genotypes
x
Transgenic genotypes

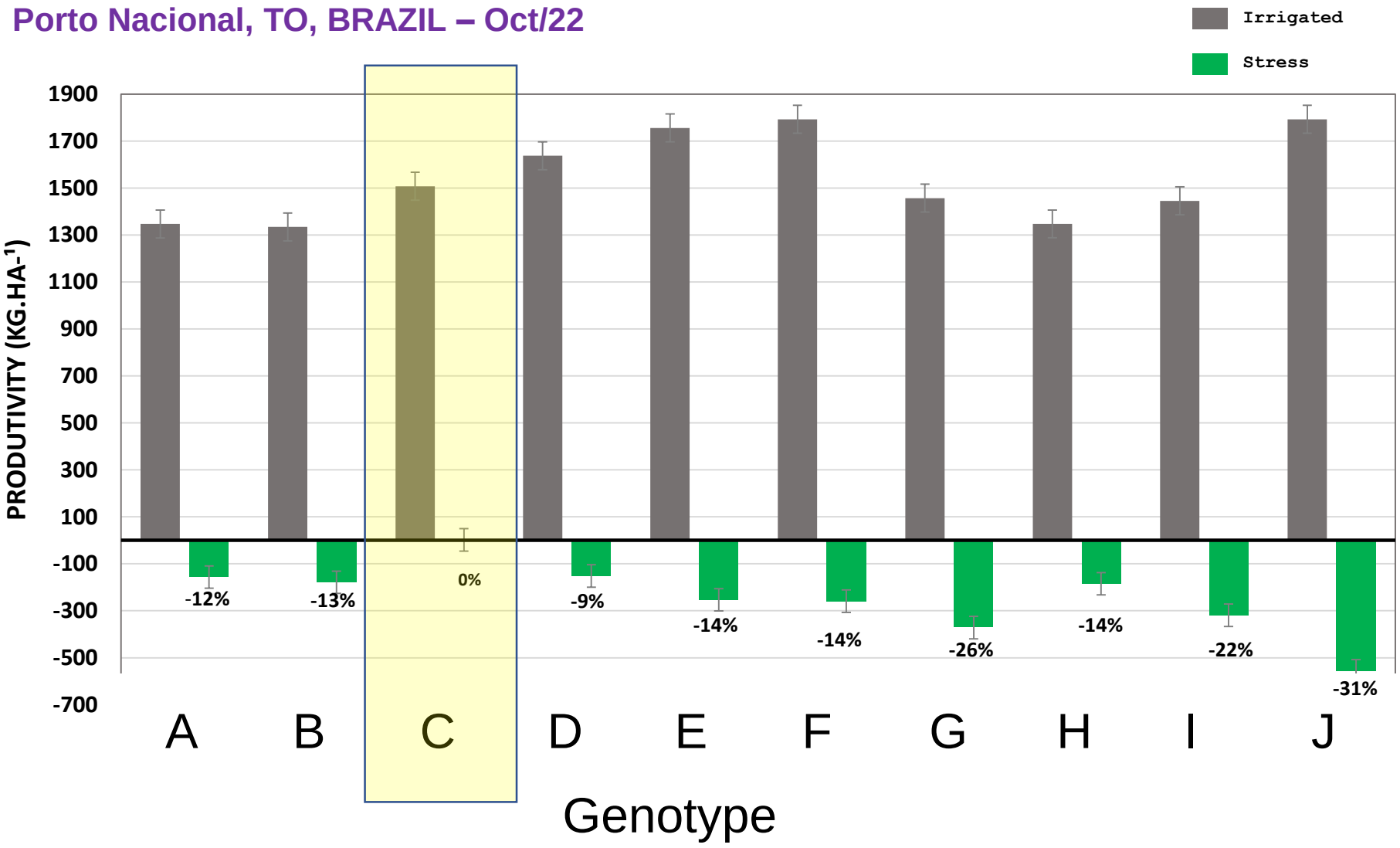
Embrapa

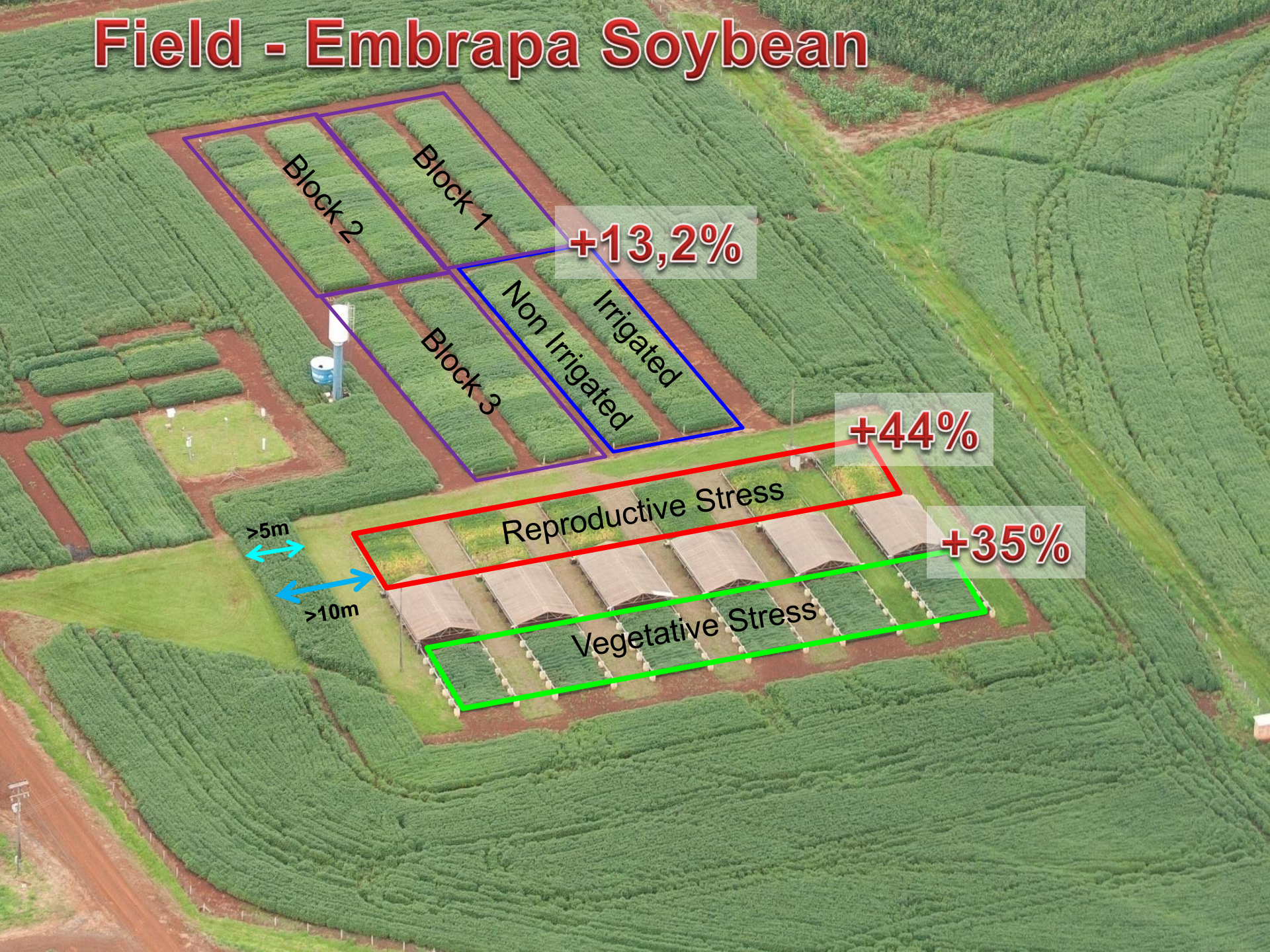
GDM

PRODUCTIVITY (KG.HA^{-1}): LOSSES UNDER WATER DEFICIT

FIELD TEST OF TRANSGENIC GENOTYPES FOR DROUGHT TOLERANCE

Porto Nacional, TO, BRAZIL – Oct/22




Field - Embrapa Soybean
Block 1
Block 2
Block 3
+13,2%
Irrigated
Non Irrigated
+44%
Reproductive Stress
+35%
Vegetative Stress
>5m
>10m

Publications

Plant Mol Biol Rep
DOI 10.1007/s11105-012-0541-4

ORIGINAL PAPER

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

Elton Gargioni Grisoste Barbosa · Juliana Paula Leite · Silvana Regina Rockenbach Marin · Juliane Prela Marinho · Josirley de Fátima Corrêa Carvalho · Renata Fuganti-Pagliarini · José Renato Bouças Farias · Norman Neumaier · Francismar Corrêa Marcelino-Guimarães · Maria Cristina Neves de Oliveira · Kazuko Yamaguchi-Shinozaki · Kazuo Nakashima · Kyonoshin Maruyama · Norihito Kanamori · Yasunari Fujita · Takuya Yoshida · Alexandre Lima Nepomuceno

Genetics and Molecular Biology, 36, 4, 556-565 (2013)

www.sbg.org.br

Research Article

Introduction of the *rd29A:AtDREB2A* CA gene into soybean (*Glycine max* L. Merril) and its molecular characterization in leaves and roots during dehydration

Cibelle Engels[1], Renata Fuganti-Pagliarini[2], Silvana Regina Rockenbach Marin[2], Francismar Corrêa Marcelino-Guimarães[2], Maria Cristina Neves Oliveira[2], Norihito Kanamori[3], Junya Mizoi[4], Kazuo Nakashima[3], Kazuko Yamaguchi-Shinozaki[3,4] and Alexandre Lima Nepomuceno[2]

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

ORIGINAL PAPER

Phenotyping soybean plants transformed with rd29A:AtDREB1A for drought tolerance in the greenhouse and field

Amanda Alves de Paiva Rolla · Josirley de Fátima Corrêa Carvalho · Renata Fuganti-Pagliarini · Cibelle Engels · Alexandre do Rio · Silvana Regina Rockenbach Marin · Maria Cristina Neves de Oliveira · Magda A. Beneventi · Francismar Corrêa Marcelino-Guimarães · José Renato Bouças Farias · Norman Neumaier · Kazuo Nakashima · Kazuko Yamaguchi-Shinozaki · Alexandre Lima Nepomuceno

Received: 13 March 2013 / Accepted: 8 June 2013

GMR Genetics and Molecular Research
Online Journal
ISSN: 1676-5680

Molecular, anatomical and physiological properties of a genetically modified soybean line transformed with *rd29A:AtDREB1A* for the improvement of drought tolerance

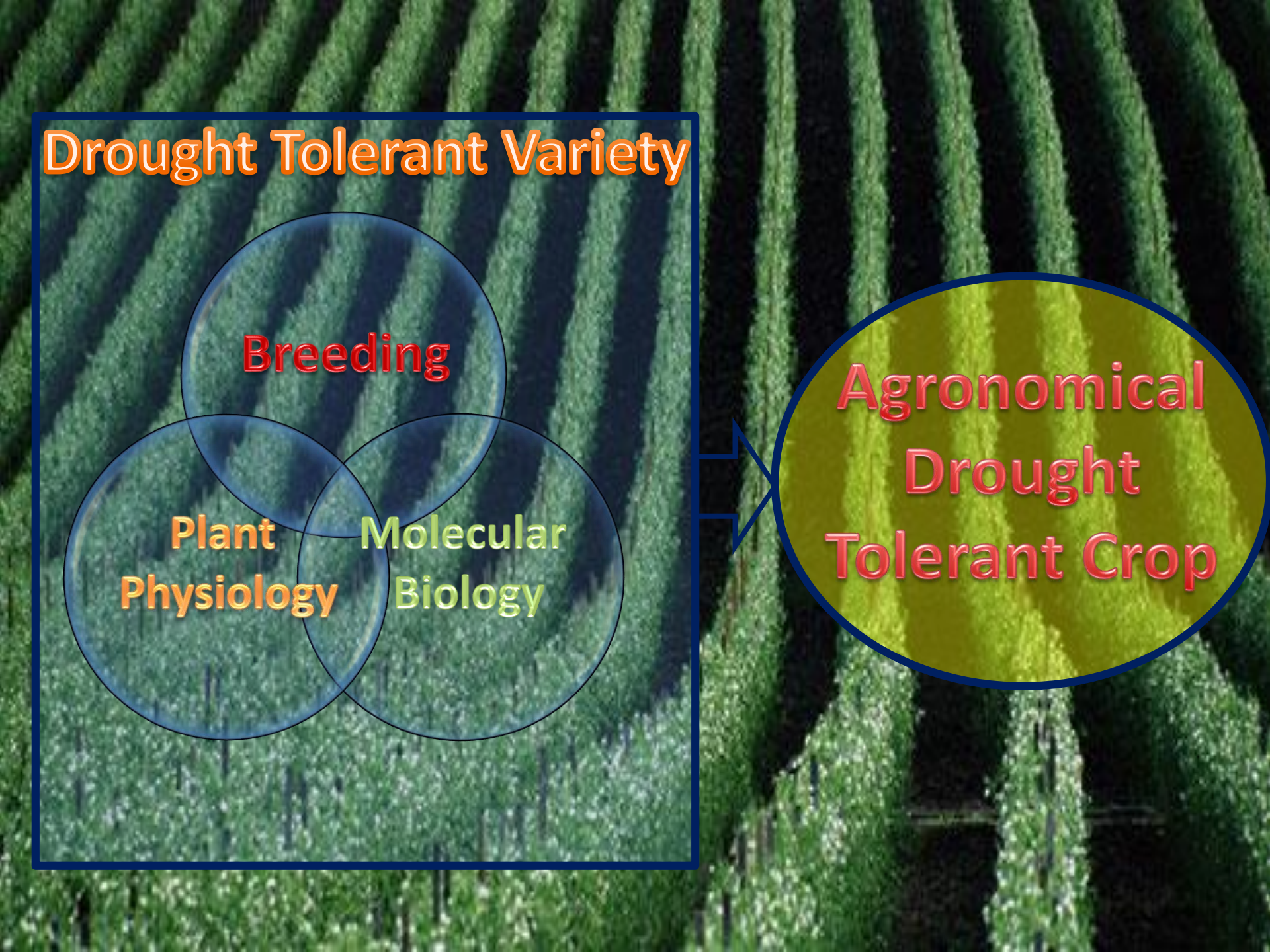
A.M. Polizel[1], M.E. Medri[1], K. Nakashima[2], N. Yamanaka[2], J.R.B. Farias[3], M.C.N. de Oliveira[3], S.R.R. Marin[3], R.V. Abdelnoor[3], F.C. Marcelino-Guimarães[3], R. Fuganti[3], F.A. Rodrigues[3], R. Stolf-Moreira[3], M.A. Beneventi[4], A.A.P. Rolla[1], N. Neumaier[3], K. Yamaguchi-Shinozaki[2], J.F.C. Carvalho[3] and A.L. Nepomuceno[3]

Plant Mol Biol Rep (2016) 34:410–426
DOI 10.1007/s11105-015-0928-0

ORIGINAL PAPER

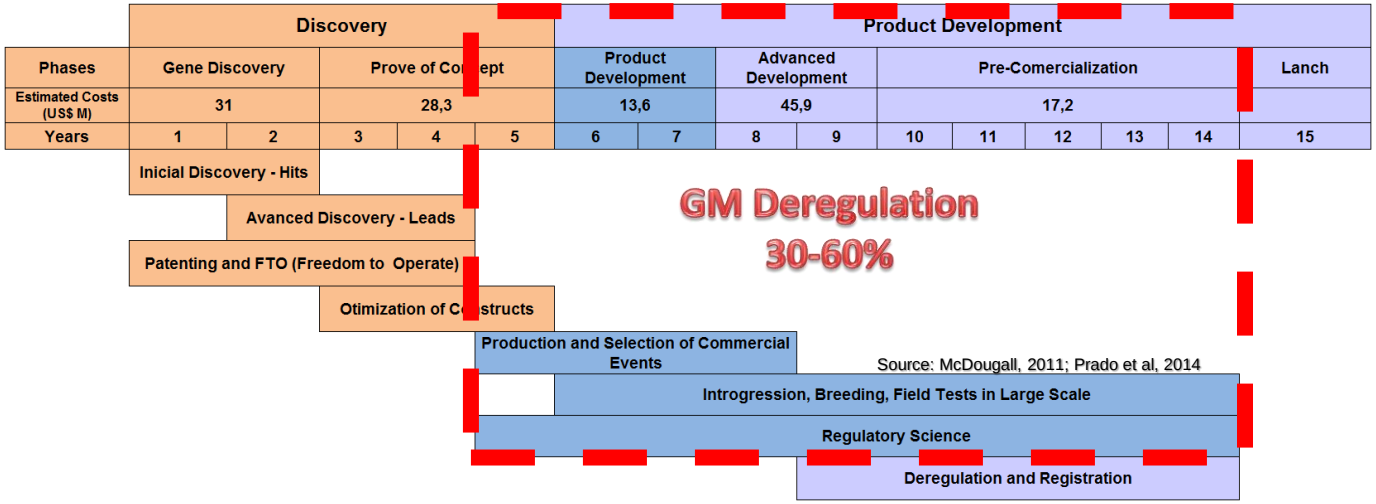
Characterization of Molecular and Physiological Responses Under Water Deficit of Genetically Modified Soybean Plants Overexpressing the *AtAREB1* Transcription Factor

Juliane Prela Marinho[1,2] · Norihito Kanamori[3] · Leonardo Cesar Ferreira[2] · Renata Fuganti-Pagliarini[2] · Josirley de Fátima Corrêa Carvalho[2] · Rafaela Alves Freitas[2,4] · Silvana Regina Rockenbach Marin[1,2] · Fabiana Aparecida Rodrigues[2] · Liliane Márcia Mertz-Henning[2] · José Renato Bouças Farias[2] · Norman Neumaier[2] · Maria Cristina Neves de Oliveira[2] · Francismar Corrêa Marcelino-Guimarães[2] · Takuya Yoshida[5] · Yasunari Fujita[3] · Kazuko Yamaguchi-Shinozaki[5] · Kazuo Nakashima[3] · Alexandre Lima Nepomuceno[2]


Drought Tolerant Variety
Breeding
Plant Physiology
Molecular Biology
Agronomical Drought Tolerant Crop

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: ~U$136 million

Estimated Costs of Deregulation Phase: ~U$75 million

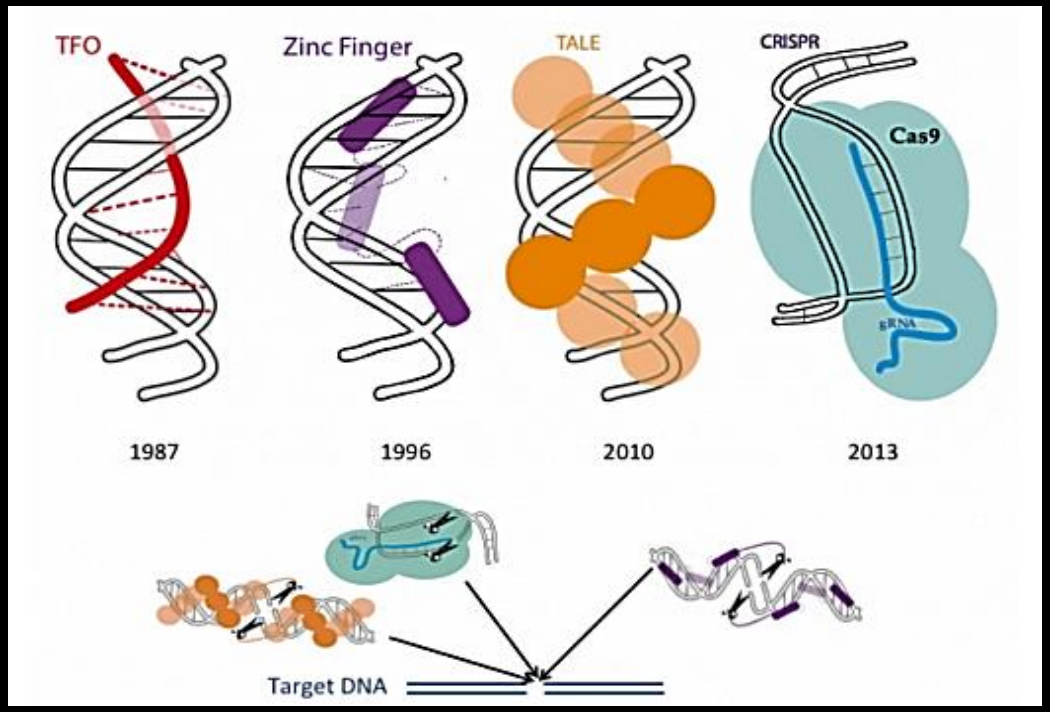
It can take ~12-20 years from discovering a gene(s) and placing a GM Commercial Variety in the Market.

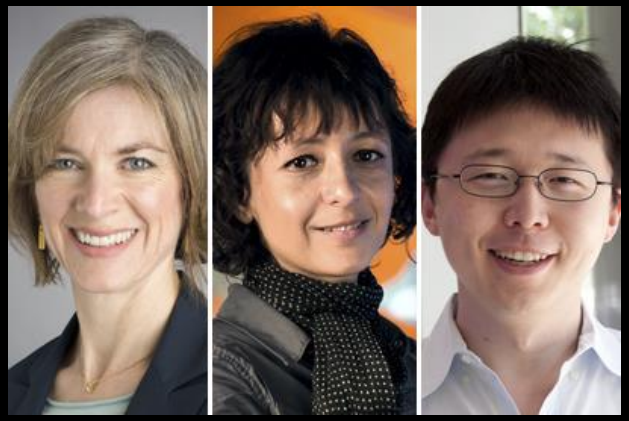
Also, limited the use of Biotech in Agriculture to major crops (Soybean, Cotton, Corn, Eucalyptus, Sugarcane, etc…)

Embrapa

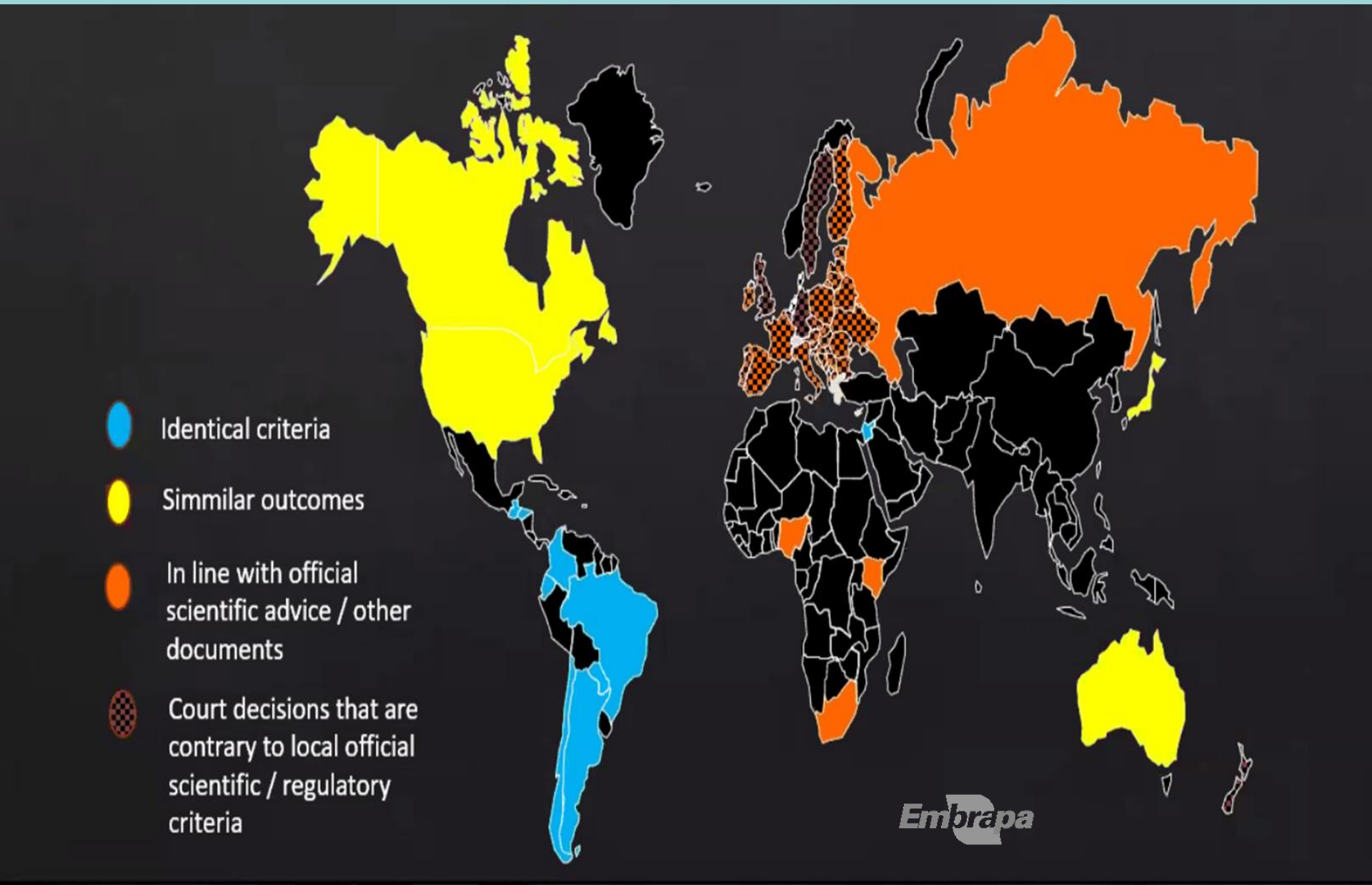
... but evolution on genetics keeps moving fast...

... 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.



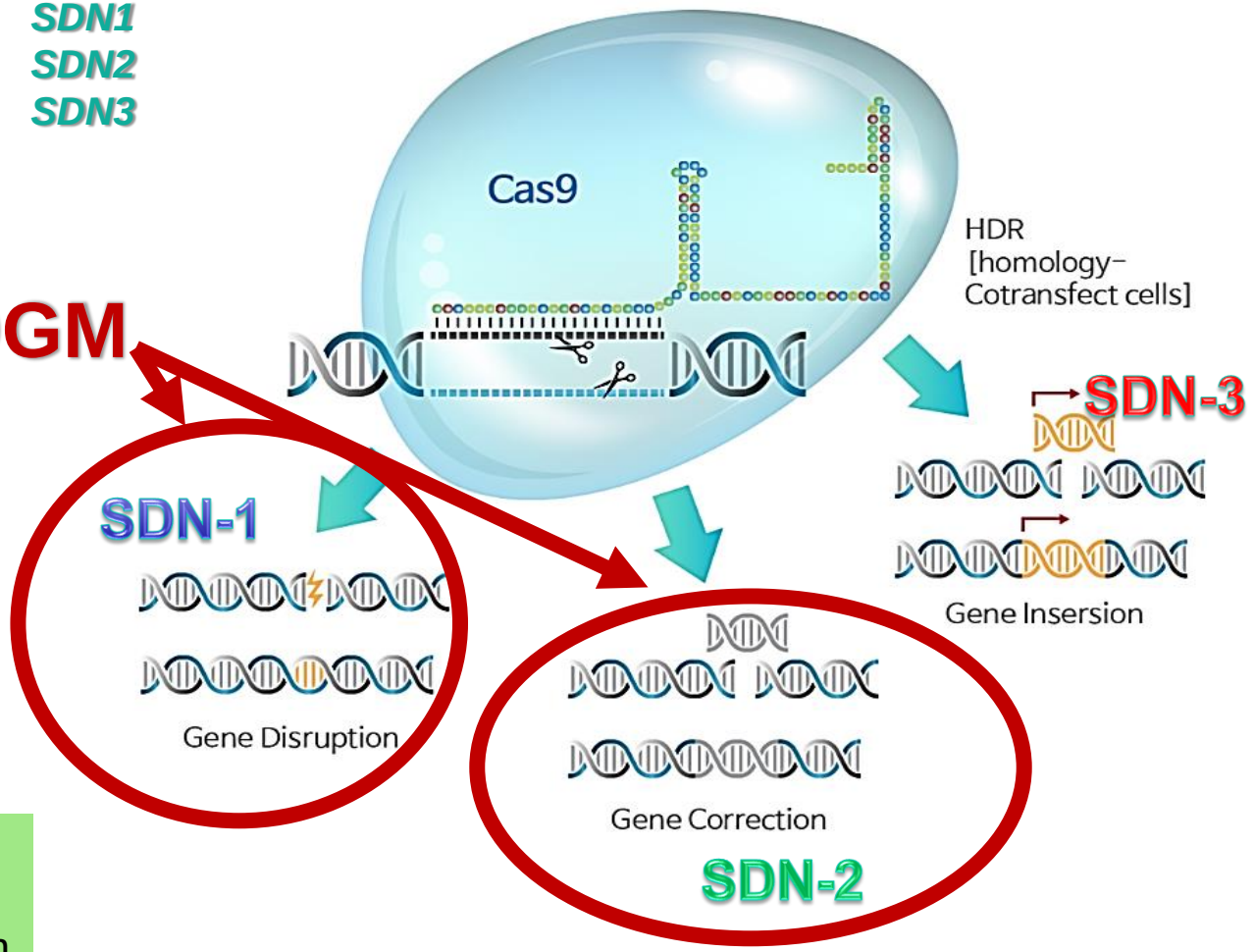
Genome Edition with CRISPR

Clustered
Regularly
Interspaced
Short
Palindromic
Repeats

Site Directed Mutagenesis type:

SDN1
SDN2
SDN3

Não OGM



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

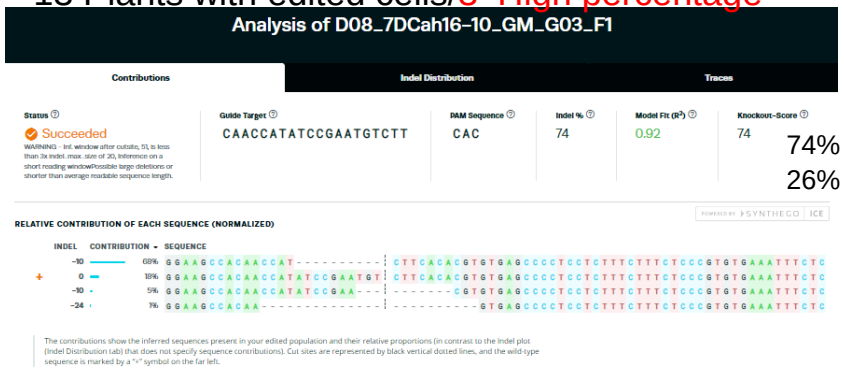
Similar to mutations that occur in nature and are responsible for evolution on planet earth

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*

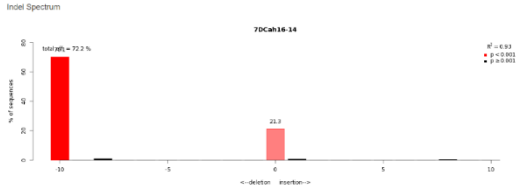
13 Plants with edited cells/3 High percentage



Analyzes using TIDE and ICE software

gRNA2 Glyma.XXXXXX

74% Edited
26% Wt



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

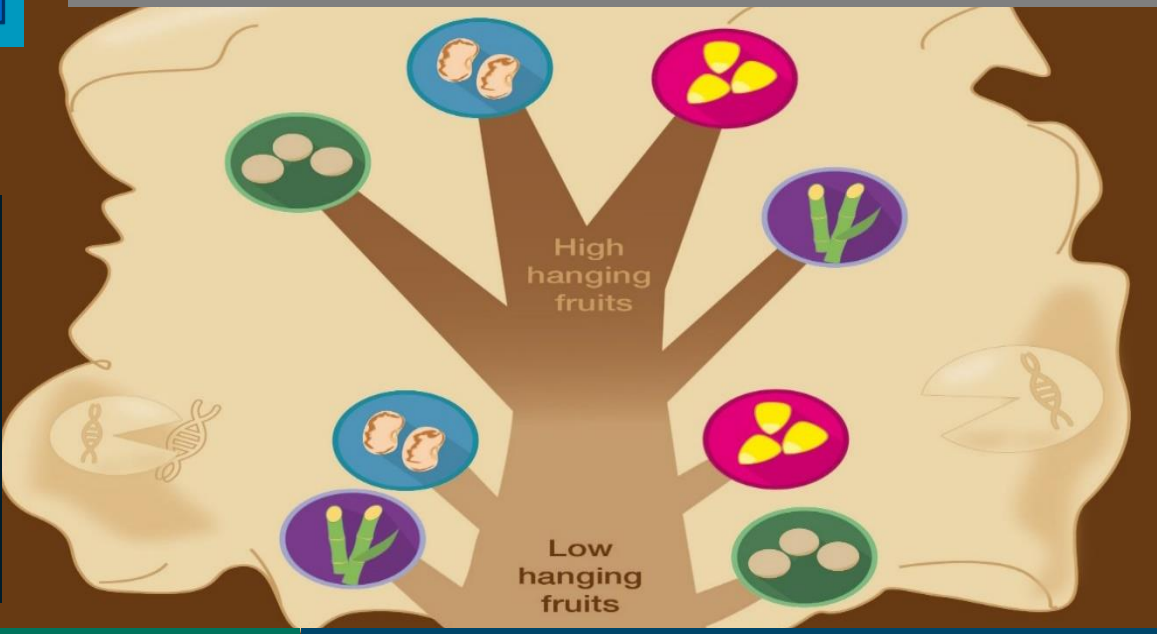
Embrapa

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



Soja

Geneticamente editado para aumento da digestibilidade da biomassa

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

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 GenClima

Embrapa

Embrapa Soybean first genome edited evaluated by CTNBio

Lectin (soybean antinutritional factor) - knockout by SDN1 strategy

Considered NON GM in 01 September, 2022

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA
PARECER TÉCNICO Nº 1069/2022/SEI-CTNBio - Membros

PARECER TÉCNICO: 8151/2022

Processo: 01245.009925/2022-20

Requerente: Embrapa Soja;

Assunto: Carta Consulta TIMP;

Data de Protocolo: 23/06/2022;

Presidente da CTBio: Liliane Marcia Mertz Henning;

Extrato Prévio: 8346/2022

Decisão: Deferido

Reunião: 254ª Reunião Ordinária ocorrida em 01/09/2022

Endereço: Rodovia Carlos João Strass, Acesso Orlando Amaral, Distrito de Warta - Caixa Postal 231, Londrina/PR;

Descrição: A Comissão Interna de Biossegurança do Centro Nacional de Pesquisa de Soja - Embrapa Soja - endereçou, a esta Comissão, uma Carta Consulta sobre a possível qualificação regulatória de uma soja geneticamente editada pela tecnologia CRISPR/Cas, visando o silenciamento do gene da lectina (LE1), em uma Tecnologia Inovadora de Melhoramento de Precisão, isto é, aspirando-se a afirmação de não se tratar de um Organismo Geneticamente Modificado, consoante a Resolução Normativa nº16 de 15 de janeiro de 2018;

Fundamentação Técnica: Como fato público e notório, o Brasil possui grande destaque na produção e exportação de carne e outros derivados de animais monogástricos - a citar, frango e porco, por exemplo - e a soja se consolidou como fonte protéica das rações de diversas práticas pecuárias. Apesar de seu elevado teor de proteína, a soja apresenta alguns fatores antinutricionais no grão, reduzindo, portanto, seu potencial nutritivo - menor aproveitamento da ração - sendo aqueles mais prejudiciais os inibidores de tripsina e lectina. A indústria, no geral, a fim de reduzir a concentração desses fatores antinutricionais no grão, realiza tratamento térmico da soja para a fabricação de ração. Não obstante, esse procedimento apresenta um custo elevado e pode resultar na perda de aminoácidos essenciais e na alteração das propriedades da soja. Decorrente do exposto, a eliminação genética desses compostos prejudiciais - antinutricionais -, recorrendo a edição genômica, torna-se uma estratégia notável. O sistema CRISPR/Cas de edição genômica se baseia em dois componentes importantes - uma nuclease que cliva o DNA dupla-fita e um pequeno RNA guia quimérico (gRNA) que dirige essa enzima a uma sequência de DNA-alvo no genoma. Por consequência, a consecução da edição se dá pela introdução da quebra da dupla-fita de

Parecer:

Diante da análise realizada pela CTNBio nos dados aportados pela requerente, considera-se que a edição genômica que resultou na soja geneticamente editada pela tecnologia CRISPR/Cas visando o silenciamento do gene da lectina (LE1) foi realizada utilizando técnicas inovadoras de melhoramento de precisão previstas na Resolução Normativa 16 da CTNBio. Portanto, soja geneticamente editada pela tecnologia CRISPR/Cas visando o silenciamento do gene da lectina (LE1) não se enquadra como um novo OGM nas definições do artigo 3o da Lei 11.105 de março de 2005.

Data: 05/09/2022

(assinado eletronicamente)
Dr. Paulo Augusto Vianna Barroso
Presidente da CTNBio

Documento assinado eletronicamente por **Paulo Augusto Vianna Barroso, Presidente da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança**, em 06/09/2022, às 10:17 (horário oficial de Brasília), com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

Lectina
Turn Off

DNA Genômico Editado

MENU CANAL RURAL ENTRE OU CADASTRE-SE

SÃO PAULO/SP 13°C / 23°C NOTÍCIAS PECUÁRIA LEILÕES TEMPO COTAÇÃO AGRICULTURA VER COTAÇÃO

MELHOR DIGESTIBILIDADE

Soja com redução de fatores antinutricionais é aprovada pelo CTNBio

Órgão considerou a variedade como não transgênica, o que evita o complexo processo de desregulamentação comercial

PUBLICADO EM 06/09/2022 ÀS 15H52 POR ESTADÃO CONTEÚDO

FOLHA DE S.PAULO

Vaivém das Commodities

A coluna é assinada pelo jornalista Mauro Zafalon, formado em jornalismo e ciências sociais, com MBA em derivativos na USP.

SEGUIR

TECNOLOGIA

A agricultura brasileira entra na fase da edição gênica, de menor custo

Novo sistema já coloca no mercado pelo menos três dezenas de empresas pequenas, médias e startups focadas na tecnologia

Thank you!

Alexandre.Nepomuceno@Embrapa.BR

General Head Embrapa Soybean

Cel/WhatsApp +55 (43) 99667 4425

BRAZIL

Embrapa

49 anos