



TC/51/21

ORIGINAL: Inglés

FECHA: 2 de febrero de 2015

UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES

Ginebra

COMITÉ TÉCNICO

Quincuagésima primera sesión Ginebra, 23 a 25 de marzo de 2015

REVISIÓN DEL DOCUMENTO TGP/8: PARTE II: TÉCNICAS UTILIZADAS EN EL EXAMEN DHE,
NUEVA SECCIÓN: EXAMEN DE CARACTERES MEDIANTE EL ANÁLISIS DE IMAGEN

Documento preparado por la Oficina de la Unión

*Descargo de responsabilidad: el presente documento no constituye
un documento de política u orientación de la UPOV*

1. El propósito del presente documento es informar acerca de las novedades relativas al documento TGP/8: Parte II: Técnicas utilizadas en el examen DHE, nueva sección: "Examen de caracteres mediante el análisis de imagen".
2. En el presente documento se utilizan las abreviaturas siguientes:

TC:	Comité Técnico
TC-EDC:	Comité de Redacción Ampliado
TWA:	Grupo de Trabajo Técnico sobre Plantas Agrícolas
TWC:	Grupo de Trabajo Técnico sobre Automatización y Programas Informáticos
TWF:	Grupo de Trabajo Técnico sobre Plantas Frutales
TWO:	Grupo de Trabajo Técnico sobre Plantas Ornamentales y Árboles Forestales
TWP:	Grupos de Trabajo Técnico
TWV:	Grupo de Trabajo Técnico sobre Hortalizas

ANTECEDENTES

3. Los antecedentes de esta cuestión figuran en el documento TC/50/27 "Revisión del documento TGP/8: Parte II: Técnicas utilizadas en el examen DHE, nueva sección: Examen de caracteres mediante el análisis de imagen".

NOVEDADES ACAECIDAS EN 2014

Comité Técnico

4. En su quincuagésima sesión, celebrada en Ginebra del 7 al 9 de abril de 2014, el TC examinó el documento TC/50/27 "Revisión del documento TGP/8: Parte II: Técnicas utilizadas en el examen DHE, nueva sección: Examen de caracteres mediante el análisis de imagen".
5. El TC convino en que un experto de la Unión Europea redacte nuevamente el texto propuesto en el estilo de discurso impersonal habitual y en añadir la siguiente introducción al texto propuesto, tal como se expone en el párrafo 9 del documento TC/50/27:

“1. Introducción

Los caracteres que pueden examinarse mediante el análisis de imagen también deben ser susceptibles de examen mediante observación visual o medición manual, según proceda. Las explicaciones para la observación de tales caracteres, incluidas, cuando corresponda, las que figuran en las directrices de examen, deben formularse en términos tales que permitan a todos los expertos en el examen DHE comprender y examinar los caracteres.

2. Caracteres combinados

2.1 En la Introducción General (documento TG/1/3, Capítulo 4, sección 4) se establece que:

4.6.3 Caracteres combinados

4.6.3.1 El carácter combinado es una simple combinación de un pequeño número de caracteres. Siempre que la combinación tenga sentido desde el punto de vista biológico, podrán combinarse posteriormente los caracteres observados por separado, por ejemplo, el índice de longitud y anchura, a fin de producir dicho carácter combinado. Los caracteres combinados deberán ser examinados a los fines de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad en la misma medida que otros caracteres. En algunos casos estos caracteres combinados se examinan por medio de técnicas como la del análisis de imagen. En estos casos, los métodos apropiados de examen DHE se especifican en el documento TGP/12, “Caracteres especiales”.

2.2 Así, en la Introducción General se aclara que el análisis de la imagen es uno de los métodos posibles para examinar los caracteres que satisfacen los requisitos básicos de utilización en el examen DHE (véase el documento TG/1/3, Capítulo 4.2), entre los cuales está la necesidad de homogeneidad y estabilidad de tales caracteres. Por lo que respecta a los caracteres combinados, en la Introducción General se explica también que dicha combinación deberá ser biológicamente pertinente.”

Grupos de Trabajo Técnico

6. En sus sesiones de 2014, el TWO, el TWF, el TWC, el TWV y el TWA examinaron, respectivamente, los documentos TWO/47/20, TWF/45/20, TWC/32/20, TWV/48/20, TWV/48/20 Add. y TWA/43/20 “Revisión del documento TGP/8: Parte II: Técnicas utilizadas en el examen DHE, nueva sección: Examen de caracteres mediante el análisis de imagen”.

7. El TWO, el TWF, el TWC, el TWV y el TWA tomaron nota de la propuesta del experto de la Unión Europea de elaborar un nuevo proyecto de la nueva sección “Examen de caracteres mediante el análisis de imagen” con el objeto de incluirlo en el documento TGP/8 para que el TC y los TWP lo examinaran en sus sesiones de 2015 (véanse los documentos TWO/47/28 “Report”, párrafo 55; TWF/45/32 “Report”, párrafo 46; TWC/32/28 “Report”, párrafo 41; TWV/48/43 “Report”, párrafo 56; y TWA/43/27 “Report”, párrafo 51).

8. El TWO y el TWC convinieron en solicitar al redactor que contemplara la posibilidad de incluir ejemplos típicos de los caracteres que se podrían examinar mediante el análisis de imagen, tales como la superficie foliar y la relación longitud/anchura del grano (véanse los documentos TWO/47/28, párrafo 56, y TWC/32/28, párrafo 42).

9. El TWC tomó nota de que se presentarían experiencias sobre el uso del análisis de imagen al TWV (véase el párrafo 43 del documento TWC/32/28).

10. El TWV atendió a las ponencias de expertos de la República Checa, Francia, los Países Bajos y el Reino Unido sobre su uso del análisis de imagen para el examen DHE, que se reproducen en los anexos del documento TWV/48/20 Add. “*Addendum to Revision of Document TGP/8: Part II: Selected Techniques used in DUS Examination, New Section: Examining Characteristics using Image Analysis*” (Adenda a la Revisión del documento TGP/8: Parte II: Técnicas utilizadas en el examen DHE, nueva sección: Examen de caracteres mediante el análisis de imagen) (véase el párrafo 57 del documento TWV/48/43).

11. El TWV convino en que algunos de los programas informáticos utilizados para el análisis de imagen debían mencionarse en el documento UPOV/INF/22 “Programas informáticos y equipos utilizados por los miembros de la Unión” (véase el párrafo 58 del documento TWV/48/43).

12. El TWV convino en que expertos de la República Checa, Francia, los Países Bajos, Polonia y el Reino Unido colaboraran con el redactor de la Unión Europea en la elaboración de un nuevo proyecto para que el TC y los TWP lo examinaran en sus sesiones de 2015 (véase el párrafo 59 del documento TWV/48/43).

13. El TWA convino en la importancia de definir con precisión los caracteres que han de examinarse mediante el análisis de imagen (véase el párrafo 49 del documento TWA/43/27).

14. El TWA tomó nota del uso del análisis de imagen: en Australia, para la medición de la longitud y la anchura de la hoja de plantas ornamentales; en Dinamarca, para la medición de los pétalos, los cotiledones y las silicuas de la colza y la longitud de las espigas y las aristas de la cebada; en el Reino Unido, para la medición de los pétalos, los cotiledones y las silicuas de la colza y de diversos caracteres de la remolacha azucarera y el haboncillo; y en Francia para el examen de los cotiledones de la colza (véase el párrafo 50 del documento TWA/43/27).

15. En el Anexo de este documento, se reproduce un nuevo proyecto propuesto por un experto de la Unión Europea.

Comité de Redacción Ampliado

16. En su reunión celebrada en Ginebra el 7 y el 8 de enero de 2015, el TC-EDC examinó el documento TC-EDC/Jan15/11 *“Revision of Document TGP/8: Part II: Techniques Used in DUS Examination, New Section: Examining Characteristics Using Image Analysis”* (Revisión del documento TGP/8: Parte II: Técnicas utilizadas en el examen DHE, nueva sección: Examen de caracteres mediante el análisis de imagen) e hizo las siguientes recomendaciones:

Anexo, Introducción y párrafo 19	El TC-EDC tomó nota de la contradicción entre la Introducción y el párrafo 19 del proyecto de orientación y recomendó eliminar dicho párrafo
Párrafo 5 del Anexo	añadir “en los casos en que el análisis de imagen sea automático” al final de la primera frase
Párrafo 14 del Anexo	eliminar el título anterior al párrafo
Párrafo 18 del Anexo	corríjase la ortografía de: “RHS <u>colour</u> Chart” (en la versión inglesa)
Párrafo 22 del Anexo	el texto debe ser “... posible utilizarlo para una variedad más amplia de caracteres estándar de la UPOV en el futuro”.

17. *Se invita al TC a examinar el proyecto de orientación propuesto sobre el “Examen de caracteres mediante el análisis de imagen”, que se presenta en el Anexo de este documento, junto con los comentarios efectuados por el TC-EDC en su reunión de 2015, que se indican en el párrafo 16.*

[Sigue el Anexo]

Documento preparado por expertos de la Unión Europea

EXAMEN DE CARACTERES MEDIANTE EL ANÁLISIS DE IMAGEN

INTRODUCCIÓN

1. La sección III del documento TGP/12/1 Draft 7 “Caracteres especiales” dice lo siguiente:

“Los caracteres que pueden examinarse mediante el análisis de imagen también deben ser susceptibles de examen mediante observación visual o medición manual, según proceda. Las explicaciones para la observación de tales caracteres, incluidas, cuando corresponda, las que figuran en las directrices de examen, deben formularse en términos tales que permitan a todos los expertos en el examen DHE comprender y examinar los caracteres.”

2. Caracteres combinados

2.1 En la Introducción General (documento TG/1/3, Capítulo 4, sección 4) se establece que:

4.6.3 Caracteres combinados

4.6.3.1 El carácter combinado es una simple combinación de un pequeño número de caracteres. Siempre que la combinación tenga sentido desde el punto de vista biológico, podrán combinarse posteriormente los caracteres observados por separado, por ejemplo, el índice de longitud y anchura, a fin de producir dicho carácter combinado. Los caracteres combinados deberán ser examinados a los fines de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad en la misma medida que otros caracteres. En algunos casos estos caracteres combinados se examinan por medio de técnicas como la del análisis de imagen. En estos casos, los métodos apropiados de examen de DHE se especifican en el documento TGP/12, “Caracteres especiales”.

2.2 Así, en la Introducción General se aclara que el análisis de la imagen es uno de los métodos posibles para examinar los caracteres que satisfacen los requisitos básicos de utilización en el examen DHE (véase el documento TG/1/3, Capítulo 4.2), entre los cuales está la necesidad de homogeneidad y estabilidad de tales caracteres. Por lo que respecta a los caracteres combinados, en la Introducción General se explica también que dicha combinación deberá ser biológicamente pertinente.”

1-3. El análisis de imagen consiste en la extracción de información (p. ej., mediciones de las plantas) a partir de imágenes (digitales) por medio de una computadora. Se utiliza en el examen de variedades vegetales para facilitar la evaluación de sus caracteres. Se lo puede considerar como un dispositivo de medición inteligente (regla avanzada). El propósito del presente documento es ofrecer orientación sobre el empleo del análisis de imagen para el examen de variedades vegetales.

2-4. El análisis de imagen se puede utilizar de manera totalmente automática o semiautomática. En la modalidad totalmente automática, el experto solo registra imágenes de partes de la planta con una cámara o un escáner y la computadora calcula automáticamente los caracteres relevantes sin interferencia humana. En la modalidad semiautomática, la computadora muestra las imágenes en una pantalla y el usuario puede interactuar con el *software* para medir partes específicas de la planta, por ejemplo, haciendo doble clic con un ratón.

REGISTRO DE IMÁGENES: CALIBRACIÓN Y NORMALIZACIÓN

3-5. Un aspecto importante que se debe considerar cuando se registran y analizan imágenes digitales es la normalización y la calibración. La normalización se efectúa, en la medida de lo posible, utilizando el mismo equipo (iluminación, cámara, ajustes de la cámara, lente, perspectiva y distancia entre la cámara y el objeto) para todos los registros. Es importante constatar que los registros se efectúen conforme a un protocolo establecido, ya que es posible que el *software* se base en ello. Por ejemplo, puede que las vainas deban orientarse horizontalmente en las imágenes, con el pico apuntando hacia la izquierda. Es necesario calibrar el sistema para que los registros sean independientes, en la medida de lo posible, de cualquier condición variable, corrigiendo por las variaciones, por ejemplo de tamaño o de color.

5-6. Es necesario calibrar el tamaño. Dado que la unidad de medida de las imágenes es el píxel, es preciso establecer una relación entre los píxeles de la imagen y los milímetros: para evaluar la longitud, por ejemplo de una semilla, es necesario conocer el tamaño de un píxel (elemento de la imagen digital) en la realidad (p. ej., mm/píxel), ya que la computadora mide todos los objetos de una imagen en píxeles. Una manera habitual de hacer esta calibración es incluir, en cada imagen registrada, una regla colocada a la misma distancia de la cámara que la parte de planta que se desea registrar. De este modo, el usuario puede relacionar el tamaño de la regla con el número de píxeles y hacer manualmente la calibración. No obstante, la manera preferida de hacerlo es utilizar un objeto de dimensiones conocidas (como por ejemplo una moneda), que el *software* pueda analizar automáticamente y luego emplear para una calibración de tamaño implícita. Una moneda también permite comprobar si los píxeles son cuadrados (es decir, si la relación entre las dimensiones de cada píxel es de 1:1). El objeto de referencia debe estar siempre tan cerca del objeto de calibración y tan lejos de la cámara como sea necesario para reducir al mínimo el efecto de la variación del aumento con la distancia. Como alternativa, para minimizar este efecto se puede utilizar una lente telecéntrica.

4-7. También es necesario calibrar la iluminación: es preciso segmentar la imagen en el objeto y el fondo. Una manera simple y habitual de hacerlo es establecer un umbral (*thresholding*): un píxel con un valor (gris) superior a cierto umbral se considera un píxel del objeto y otro inferior al umbral, un píxel del fondo (o viceversa). Si la iluminación no es constante, es posible que la segmentación no sea óptima para todas las imágenes y que parte de los píxeles se asignen a una clase (objeto/fondo) errónea, aun cuando el valor establecido como umbral se determine de manera automática. En consecuencia, es posible que las mediciones sean erróneas. Por lo tanto, se aconseja comprobar los resultados de la segmentación examinando rápidamente las imágenes binarias segmentadas.

5-8. En muchas situaciones, solo se necesita una silueta o contorno del material vegetal, por ejemplo para examinar el tamaño y la forma. En estos casos, con frecuencia es aconsejable utilizar iluminación de fondo, por ejemplo mediante una cajeta de iluminación. La iluminación de fondo aumenta el contraste entre el fondo y el objeto y hace que el resultado de la segmentación dependa mucho menos del valor umbral.

9. Se debe comprobar que la luz se distribuya de manera homogénea en la imagen. Las partes más oscuras de la imagen pueden dar lugar a una segmentación errónea y, por lo tanto, a mediciones incorrectas y no comparables, en especial cuando se registran varios objetos en la misma imagen.

10. Para los colores y los patrones (variegación o encarnado) es esencial que la iluminación se realice correctamente y que se compruebe con regularidad, preferiblemente para cada imagen. En ese caso, la iluminación puede calibrarse registrando en la imagen (parte de) una carta de colores normalizada. Se dispone de algoritmos especiales para corregir los cambios de color debidos a condiciones de iluminación diferentes, pero en muchas situaciones esta corrección causa cierta pérdida de precisión.



11. La fuente de luz tiene una gran incidencia en el color observado de la imagen. En especial para el color, es importante el tipo de fuente de luz. En muchos casos, el color y la intensidad cambian durante el calentamiento de la lámpara y, por lo que ésta debe estar lo suficientemente caliente tanto, se recomienda encenderla aproximadamente 15 minutos antes de empezar a registrar. Si se emplean tubos fluorescentes, es preciso comprobar con regularidad que se conservan, aproximadamente, la misma intensidad y el color, ya que es posible que cambien con bastante rapidez con el paso del tiempo. Para la notificación se puede utilizar un *Se pueden emplear con ese fin* gráficos de calibración.

12.40.En especial, cuando se registran objetos brillantes como las manzanas o ciertas flores, es preciso tener en cuenta la reflexión especular. Las mediciones de objetos con manchas especulares no son fiables. En ese caso, es preciso procurar una iluminación uniforme e indirecta, mediante cajetas de iluminación especiales ~~como la que se muestra a continuación.~~



13.44.Para registrar las imágenes se pueden utilizar tanto cámaras como escáneres (color). La opción depende de la aplicación y la preferencia del usuario. En el examen corriente de variedades vegetales todavía no se utilizan otros sistemas más avanzados como las cámaras 3D o las cámaras hiperespectrales.

ANÁLISIS DE CARACTERES ESTÁNDAR DE LA UPOV

14.42.En general, el análisis de imagen se utiliza para automatizar la medición de los caracteres descritos en las directrices de la UPOV. En ese caso, el propósito es reemplazar una medición manual por una medición informática. Este reemplazo exige una calibración complementaria a la calibración del registro de la imagen. Luego se puede cotejar si las mediciones obtenidas concuerdan con las mediciones manuales, por ejemplo, mediante un gráfico de dispersión de la medición manual en función de la medición informática, con una línea de regresión y la línea $y=x$.

15.43.En algunos casos, el análisis de imagen exige una definición más precisa y matemática del carácter que la que necesitan los expertos humanos. Por ejemplo, la longitud de la vaina se puede redefinir como la longitud del eje medial de la vaina, sin incluir el pedúnculo. Cuando esto sucede, es especialmente importante comprobar las diferencias de comportamiento entre los diferentes genotipos (sesgo). La medida puede ser exactamente la misma para algunos genotipos y, en cambio, otros pueden presentar una diferencia sistemática. Un buen ejemplo es la determinación de la altura del bulbo de la cebolla (van der Heijden, Vossepoel and Polder, 1996), en la que se definió el extremo superior del bulbo como el punto de inflexión del “hombro”. Siempre que se conozca y se justifique el cambio o la mejora de la definición, no representa un problema. En general, es aconsejable consultar a los expertos en cultivos para redefinir un carácter y ~~a la UPOV~~ si fuera necesario modificar ligeramente la directriz.

16.44.En ocasiones el objeto consta de diferentes partes que se deben medir por separado, por ejemplo, la vaina, el pico y el pedúnculo de la vaina de una judía común. Para hacerlo se necesita un algoritmo especial que separe las diferentes partes (distinguir el pedúnculo y el pico de la vaina) y este algoritmo se debe probar exhaustivamente en un gran número de genotipos de la colección de referencia, para estar seguros de que su aplicación sea fiable en todo el intervalo de expresión.

17.45.El análisis de imagen también permite medir caracteres de forma; pero, en general, su uso se limita a los caracteres ya incluidos en la directriz, como por ejemplo, la forma como ~~relación~~ relación entre la longitud y la anchura.

18.46.Aunque el color es un carácter estándar de la UPOV y se puede medir mediante análisis de imagen, no es frecuente su uso para este fin. ~~Las mediciones de color por medio de análisis de imagen se describen en el documento TWC/24/15 “Image Analysis of Ornamentals, with Emphasis to Rose and Alstroemeria” (Análisis de imagen de las variedades ornamentales, con énfasis en el rosal y la alstroemeria).~~ En la

mayoría de los casos, los expertos en cultivos se siguen basando en la observación visual con cartas de colores RHS.

ANÁLISIS DE CARACTERES NO ESTÁNDAR

19.17 Además de los caracteres estándar, el análisis de imagen ofrece la posibilidad de evaluar caracteres más complejos que pueden ser más difíciles de observar visualmente o de medir. Por ejemplo, la distribución total de la forma de una cebolla se puede describir mediante la anchura de la cebolla para las diferentes posiciones del eje de longitud, la cobertura del suelo por el follaje se puede observar con más precisión que por medio de una observación visual, la resistencia a las enfermedades se puede determinar midiendo la superficie infectada de una hoja o la curvatura del perímetro de las hojas se puede determinar evaluando la finura del follaje.

CONCLUSIONES

20.18 El análisis de imagen se emplea para tomar mediciones y para automatizar, al menos en parte, la evaluación de caracteres. Exige una definición correcta y precisa de los caracteres, la informatización con *software* existente o desarrollado especialmente, una preparación adecuada de las muestras, el contraste con los procedimientos existentes, una calibración esmerada y una normalización. Por lo tanto, con frecuencia se necesita una inversión que solo puede ser rentable, en comparación con la evaluación manual de los caracteres, si afecta a un número considerable de mediciones o a mediciones que son dificultosas y llevan tiempo al examinador. Para los caracteres de órganos de pequeño tamaño (como por ejemplo el tamaño de las semillas) el análisis de imagen es más preciso y fiable.

21.19 El análisis de imagen ofrece la posibilidad de almacenar información: las imágenes se pueden registrar y analizar en otro momento, para evitar que haya períodos de intenso trabajo, y pueden utilizarse en una etapa posterior para comparar variedades, por ejemplo, en caso de duda.

22.20 En la actualidad se utiliza principalmente para los caracteres de tamaño y forma, pero en el futuro será posible utilizarlo para una gama más amplia de caracteres.

BIBLIOGRAFÍA

van der Heijden, G., A. M. Vossepoel & G. Polder (1996) Measuring onion cultivars with image analysis using inflection points. *Euphytica*, 87, 19-31.

[Fin del anexo y del documento]