



TC/50/27

ORIGINAL: Inglés

FECHA: 30 de enero de 2014

# UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES

Ginebra

## COMITÉ TÉCNICO

### Quincuagésima sesión Ginebra, 7 a 9 de abril de 2014

REVISIÓN DEL DOCUMENTO TGP/8: PARTE II: TÉCNICAS UTILIZADAS EN EL EXAMEN DHE,  
NUEVA SECCIÓN 12: EXAMEN DE CARACTERES MEDIANTE EL ANÁLISIS DE IMAGEN

*preparada 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 sobre la elaboración del 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 siguientes abreviaturas:

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:	Grupo de Trabajo Técnico
TWV:	Grupo de Trabajo Técnico sobre Hortalizas

#### ANTECEDENTES

3. En su cuadragésima octava sesión, celebrada en Ginebra del 26 al 28 de marzo de 2012, el TC examinó la propuesta relativa a una nueva sección 12 para el documento TGP/8: "Examen de caracteres mediante el análisis de imagen". El TC acordó que se redacte nuevamente el texto de la subsección 12.1 "Introducción" de la nueva sección: "Examen de caracteres mediante el análisis de imagen" para explicar que el análisis de imagen constituye un método alternativo, y no el método principal, de observación de un carácter. El TC convino en que el TWC elabore la subsección 12.3 "Orientaciones sobre el uso del análisis de imagen", y acordó que se prepare la nueva sección a partir de los debates sobre los documentos TWC/29/19 "Image Analysis for DUS in the United Kingdom" (Análisis de imagen para el DHE en el Reino Unido), TWC/29/21 "The Use of Image Tool in Measurements of Grain Length of Rye (*Secale Cereale* L.)" (Utilización de la herramienta de análisis de imagen en las mediciones de la longitud del grano del centeno (*Secale cereale* L.)), TWC/29/27 "Image Analysis in the Czech Republic" (Análisis de imagen en la República Checa) y TWC/29/29 "Image Analysis in the Netherlands" (Análisis de imagen en los Países Bajos). Sus redactores serán expertos de los Países Bajos (primer redactor), la República Checa, Finlandia y el Reino Unido (véanse los párrafos 56 a 58 del documento TC/48/22 "Informe sobre las conclusiones").

4. En su trigésima reunión, celebrada en Chisinau (República de Moldova) del 26 al 29 de junio de 2012, el TWC acordó que un experto de los Países Bajos, en colaboración con un experto de la Unión Europea, elabore un borrador de la nueva sección “Examen de caracteres mediante el análisis de imagen” del documento TGP/8 “Diseño de ensayos y técnicas utilizados en el examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad” para las sesiones de 2013 de los TWP [véase el párrafo 80 del documento TWC/30/41 “Report” (Informe)].

#### NOVEDADES ACAECIDAS EN 2013

5. En su cuadragésima novena sesión celebrada en Ginebra del 18 al 20 de marzo de 2013, el TC tomó nota de los planes de elaboración de la nueva sección: “Examen de caracteres mediante el análisis de imagen”, que se incluirá en el documento TGP/8, Parte II: Técnicas utilizadas en el examen DHE, según lo expuesto en los párrafos 8 y 9 del documento TC/49/33 “Revisión del documento TGP/8: Parte II: Técnicas utilizadas en el examen DHE, nueva sección: “Examen de caracteres mediante el análisis de imagen”.

6. Los expertos de los Países Bajos y la Unión Europea responsables de redactar la nueva sección propusieron que el primer borrador se presentara solo al TWC en 2013.

7. En su trigésima primera sesión, celebrada en Seúl (República de Corea) del 4 al 7 de junio de 2013, el TWC analizó el borrador de la nueva sección “Examen de caracteres mediante el análisis de imagen” propuesta para el documento TGP/8, que figura en el Anexo del documento TWC/31/20 Add., transmitido por un experto de la Unión Europea por medios electrónicos. El TWC convino en que el experto de la Unión Europea debía revisar el texto a fin de ofrecer las orientaciones sobre el uso del método en una versión textual adecuada para su inclusión en el documento TGP/8, que se presentará a los TWP en sus sesiones de 2014 [véase el párrafo 81 del documento TWC/31/32 “Report” (Informe)].

#### OBSERVACIONES DEL COMITÉ DE REDACCIÓN AMPLIADO FORMULADAS EN SU REUNIÓN DE ENERO DE 2014

8. En su reunión celebrada en Ginebra el 8 y el 9 de enero de 2014, el TC-EDC examinó el documento TC-EDC/Jan14/15 “Revision of Document TGP/8: Part II: Examining Characteristics Using Image Analysis” (Revisión del documento TGP/8: Parte II: Examen de caracteres mediante el análisis de imagen). En el anexo de este documento se facilita el texto propuesto para la nueva sección: “Examining Characteristics Using Image Analysis” (Examen de caracteres mediante el análisis de imagen), examinado por el TC-EDC. Las modificaciones del texto realizadas por Jean Maison (Unión Europea) tras el examen del TWC, en su trigésima primera sesión, se indican mediante resaltado y tachado para las supresiones y resaltado y subrayado para las adiciones.

9. Las observaciones del TC-EDC sobre el Anexo fueron las siguientes:

Observaciones generales	Volver a redactar en el estilo de discurso impersonal habitual de los TGP.
-------------------------	--

Introducción	<p>Iniciar el documento con la siguiente explicación tomada de la Sección III del documento TGP/12/1 Draft 7 “Orientación sobre ciertos caracteres fisiológicos” (puesta a disposición en el sitio Web de la cuadragésima quinta sesión del TC en: <a href="http://upov.int/meetings/es/details.jsp?meeting_id=17482">http://upov.int/meetings/es/details.jsp?meeting_id=17482</a>):</p> <p>“1. Introducción</p> <p>“Los caracteres que pueden examinarse mediante el análisis de la imagen deberían también poder examinarse mediante observación visual y/o medición manual, según corresponda. Las explicaciones sobre la observación de dichos caracteres, así como las explicaciones de las directrices de examen, cuando proceda, deberían redactarse de modo que los caracteres sean comprensibles y puedan ser examinados por los expertos en el examen DHE.”</p> <p>“2. Caracteres combinados</p> <p>“2.1 En la Introducción General (documento TG/1/3, Capítulo 4, sección 4) se establece que:</p> <p>‘4.6.3 <u>Caracteres combinados</u></p> <p>‘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 de anchura, a fin de producir dicho carácter combinado. Los caracteres combinados deben ser examinados a los fines de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad en la misma medida que los demás caracteres. En algunos casos, estos caracteres combinados se examinan por medio de técnicas como la del análisis de imagen. Para estos casos, los métodos apropiados de examen DHE se especifican en el documento TGP/12, ‘Caracteres especiales.’</p> <p>“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.”</p>
--------------	--

*10. Se invita al TC a considerar si está de acuerdo en que se vuelva a redactar el texto propuesto en el estilo de discurso impersonal habitual de los TGP y en añadir al texto propuesto la introducción a la orientación, recomendada en el párrafo 9 del presente documento.*

[Sigue el Anexo]

## EXAMEN DE CARACTERES MEDIANTE EL ANÁLISIS DE IMAGEN

## INTRODUCCIÓN

1. El análisis de imagen consiste en la extracción de información (p. ej., mediciones de las plantas) a partir de imágenes (digitales) por medio de un ordenador. 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. 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.

~~3. En 2012, la UPOV envió a todos los estados miembros un cuestionario sobre el uso del análisis de imagen. Los resultados de este cuestionario se reproducen en el documento TWC/31/20 [véanse los párrafos 3 y 4 del documento TWC/31/20 "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)]. El análisis de imagen se utiliza de manera habitual en más de 10 estados miembros para medir diversos caracteres relativos al tamaño, la forma, el color y los patrones de partes de plantas. Los caracteres para los que se emplea con mayor frecuencia son el tamaño y la forma de las semillas.~~

## REGISTRO DE IMÁGENES: CALIBRACIÓN Y NORMALIZACIÓN

~~3. 4.~~ 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.

~~4. 5.~~ Calibración del tamaño: 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.

~~5. 6.~~ Calibración de 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.

~~6. 7.~~ 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.

7. 8. 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.

8. 9. 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.



9. 40. 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 tanto, se recomienda encenderla aproximadamente 15 minutos antes de empezar a registrar. Si se emplean tubos fluorescentes, es preciso constatar con regularidad si 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 gráfico de calibración.

10. 44. 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.



11. 42. 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

12. 43. 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  $y=x$ .

13. 44. 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.

14. 45. 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.

15. 46. 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.

16. 47. 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

17. 48. 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

18. 49. 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.

19. 20. 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.

20. 21. 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]