

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 470 065**

21 Número de solicitud: 201400006

51 Int. Cl.:

G06T 7/00 (2006.01)
A01D 91/04 (2006.01)
A01D 91/00 (2006.01)
A01B 79/00 (2006.01)
A01D 46/28 (2006.01)
B07C 5/34 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

18.12.2013

43 Fecha de publicación de la solicitud:

20.06.2014

71 Solicitantes:

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA (100.0%)
Avenida de la Paz 93
26006 Logroño (La Rioja) ES

72 Inventor/es:

DIAGO SANTAMARÍA, María Paz;
TARDÁGUILA LASO, Manuel Javier;
MILLÁN PRIOR, Borja;
SANZ GARCÍA, Andrés y
CUBERO GARCÍA, Sergio

54 Título: **Sistema y procedimiento para determinar automáticamente el número de flores de una inflorescencia**

57 Resumen:

Sistema y procedimiento para determinar automáticamente el número de flores de una inflorescencia. El procedimiento comprende:

- capturar una imagen original (100) de la inflorescencia sobre un fondo (104) que contraste con la inflorescencia;

- convertir la imagen original (100) al espacio de color CIELAB;

- segmentar dicha imagen convertida aplicando un umbral de segmentación (200) en los valores de los ejes de colores complementarios a^* o b^* , para obtener los píxeles que representan la inflorescencia (202);

- filtrar los grupos de píxeles encadenados que representan la inflorescencia (202) en función de su situación como valores de intensidad que representan máximos locales;

- agrupar en diferentes áreas brillantes (302) los píxeles filtrados que estén interconectados;

- realizar un filtrado sobre las áreas brillantes (302) para eliminar aquellas que no corresponden a flores, incluyendo un filtrado por tamaño del área brillante (302) y un filtrado en función de la distancia con otras áreas brillantes (302).

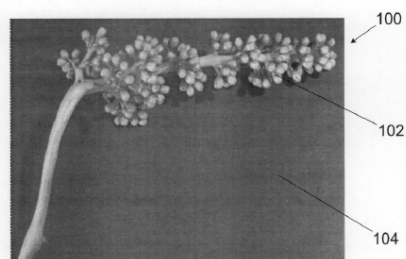


Fig. 1

SISTEMA Y PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR AUTOMÁTICAMENTE EL NÚMERO DE FLORES DE UNA INFLORESCENCIA

DESCRIPCIÓN

5

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un sistema que proporciona una estimación del número de flores de vid mediante visión artificial. Esta evaluación permite predecir de forma robusta, fiable y muy temprana (cuatro meses antes de la vendimia) la producción de uva del viñedo.

10

Antecedentes de la invención

La determinación del número de flores de una inflorescencia de una especie vegetal en condiciones de pleno campo tiene interés científico, biológico, agronómico y económico. Aplicado al viñedo, la determinación fiable y robusta del número de flores de vid supondría dar un paso significativo en la estimación de la producción de uva de forma temprana y automatizada, lo cual permitiría a la industria vitivinícola optimizar la gestión del viñedo de forma objetiva (i.e. regular el aclareo de uva...) y realizar las predicciones de la cosecha de uva final, tiempo y jornaleros necesarios para la vendimia, así como del precio final de la uva.

20

Actualmente no se conoce ningún sistema en el mercado que permita determinar de forma automática el número de flores de una inflorescencia de una especie vegetal en condiciones de pleno campo. Es importante resaltar que el sistema es válido para todas aquellas plantas de fruto que tienen las flores agrupadas en una inflorescencia, que son la mayoría. Por ejemplo, una aplicación concreta y muy útil es la aplicación al conteo de flores en vid. Hasta la fecha, en el sector vitícola solo se realizan estimaciones de la producción de uva de forma manual y no objetiva. El sistema tradicional de estimación de los componentes de la producción de uva del viñedo se realiza mediante el pesaje de los racimos y el conteo de bayas en laboratorio. Esto requiere que los racimos han de ser desgranados manualmente para después, pesar las bayas o colocarlas en una bandeja y ser fotografiadas en condiciones de luz controladas para el posterior procesamiento de la imagen. Por lo tanto, este método es manual y destructivo, requiriendo la vendimia del racimo a muestrear y su traslado al laboratorio donde se toman las imágenes. Además, por su laboriosidad, estos métodos manuales requieren una elevada mano de obra y tiempo de ejecución, por lo que los muestreos suelen ser pequeños, insuficientes y generalmente no representativos.

35

Otros sistemas permiten la estimación en campo del número de bayas o granos de uva (no de flores) mediante análisis de imagen. Estos sistemas están desarrollados para ser utilizados después del cuajado, en épocas más cercanas a la vendimia, cuando ya están totalmente formados los granos de uva y los racimos. Además, estos sistemas requieren la toma de imágenes por la noche (oscuridad total), para evitar la influencia de la luz solar.

Por lo tanto, los sistemas actuales requieren instrumentos específicamente contruidos, la destrucción de las muestras tomadas y horarios de toma de imágenes no habituales para los trabajos en la agricultura, no permitiendo además una estimación temprana de la producción de uva del viñedo.

Existe también bastante literatura científica en relación a la importancia de la determinación del número de flores de vid. La floración y tasa de cuajado son los factores de mayor importancia en la producción del viñedo [1]. Estos dos procesos fisiológicos definen el número de bayas por racimo, que junto con el peso de la baya determinan la arquitectura y compacidad del racimo (racimos sueltos o compactos), considerados como indicadores de la calidad de la uva y el vino [2]. La eficiencia reproductiva, que condiciona la tasa de cuajado, es dependiente de la variedad y del clon de vid seleccionado ([1], [3], [4]) e influenciada por factores fisiológicos, ambientales y patológicos [5].

La tasa de cuajado ha sido estimada en varios trabajos que evaluaban los efectos de las prácticas de cultivo en la viticultura desde el siglo XIX ([1], [6]), incluyendo la poda en verde [7], despuntado ([8], [9]) deshojado precoz [10], anillado [11] y aplicación de reguladores de crecimiento ([9], [12]) y nutrientes ([13], [14]). En la mayoría de estos estudios, se utilizó el número de bayas por racimo para estimar el cuajado bajo el supuesto de que el número de flores por inflorescencia inicial era constante. Sin embargo, el número de flores por inflorescencia muestra una fuerte variación entre cepas y entre inflorescencias de una misma planta [1]. Por lo tanto, la determinación o conteo del número de flores por inflorescencia es esencial para la evaluación precisa de la tasa de cuajado.

Multitud de métodos se han desarrollado para determinar el número de flores por inflorescencia. May [15] y Keller et al. [16] propusieron envolver la inflorescencia con una bolsa de malla tupida atada al pedúnculo de la misma desde la antesis hasta el cuajado completo, para después contar los cálices florales recolectados y con ellos estimar el

número de flores total por racimo. Este método, aunque efectivo, requiere mucho tiempo y esfuerzo para cada una de las inflorescencias. En Poni et al. [10] un conjunto de 20 inflorescencias se fotografiaron individualmente con una cámara digital perpendicular a la misma y utilizando un fondo negro. Posteriormente el número de flores en la fotografía se contaba manualmente en una impresión de la misma con el objetivo de determinar la relación directa o lineal entre número de flores contadas y total presente en la inflorescencia.

Los sistemas de visión por ordenador se utilizan para la inspección automatizada en agricultura y procesamiento de alimentos ([17], [18], [19]). Además del análisis de color o daños superficiales, la forma, tamaño y textura son características que pueden ser valoradas objetivamente por un sistema de análisis de imagen, lo que lo convierte en una herramienta precisa para el control de la calidad, reconocimiento automático o estimación de la producción ([20], [21], [22]). Sin embargo, la eficiencia de un sistema de visión por ordenador basado únicamente en el análisis del color está altamente influenciada por las condiciones de iluminación, ángulo de captura y composición del objeto. En viticultura se han realizado algunos trabajos en análisis de imagen RGB, con el objetivo de estimar el número de bayas por racimo en el momento de cosecha utilizando únicamente segmentación por color [23]. Grossetête et al. [24] desarrollaron una aplicación capaz de contar el número de bayas (en tamaño guisante), de imágenes RGB tomadas durante la noche con un teléfono móvil con cámara, mediante un sistema que identifica un punto brillante en el centro de las bayas creado por la reflexión de la luz del flash de la cámara. Sin embargo, este método no es técnicamente válido para la detección de flores, porque la forma de las mismas no genera el punto brillante anteriormente mencionado.

Por tanto, no existe actualmente ningún sistema que permita la estimación automática del número de flores de vid por inflorescencia en condiciones de pleno campo sin iluminación controlada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. May P, *Flowering and fruitset in grapevines*. Lythrum Press, Adelaide (2004).
2. Matthews MA and Nuzzo V, Berry size and yield paradigms on grapes and wines quality. *Acta Hort* 754:423-436 (2007).
3. Dry PR, Longbottom ML, McLoughlin S, Johnson TE and Collins C, Classification of reproductive performance of ten winegrape varieties. *Austr J Grape Wine Res* 16:47-55 (2010).

4. Galet P, *Precis De Viticulture*. Dehan, Montpellier (1983).
5. Carbonneau A, Deloire A and B. J, *La Vigne : Physiologie, Terroir, Culture*. Éditions Dunod Paris (2007).
6. Coombe BG, The effect of removing leaves, flowers, and shoot tips on fruit-set. in
5 *Vitis vinifera* L. *J Hort Sci* 37::1-15 (1962).
7. Friend AP and Trought MCT, Delayed winter spur-pruning in New Zealand can alter yield components of Merlot grapevines. *Austr J Grape Wine Res* 13:157-164 (2007).
8. Skene KGM, A comparison of the effects of "cycocel" and tipping on fruit set in vitis vinifera l. *Austr J Biol Sci* 22:1305-1311 (1969).
- 10 9. Collins C and Dry PR, Response of fruitset and other yield components to shoot topping and 2-chlorethyltrimethyl-ammonium chloride application. *Austr J Grape Wine Res* 15:256-267 (2009).
10. Poni S, Casalini L, Bernizzoni F, Civardi S and Intrieri C, Effects of early defoliation on shoot photosynthesis, yield components, and grape composition. *Am J Enol Vitic* 57:397-
15 407 (2006).
11. Brown K, Jackson DI and Steans GF, Effects of Chlormequat, girdling, and tipping on berry set in *Vitis vinifera* L. *Am J Enol Vitic* 39:91-94 (1988).
12. Coombe BG, Fruit set in grape vines:the mechanism of the CCC effect. *J Hort Sci* 45 (1970).
- 20 13. Christensen P, Timing of Zinc Foliar Sprays. I. Effects of application intervals preceding and during the bloom and fruit-set stages. II. Effects of day vs. night application. *Am J Enol Vitic* 31:53-59 (1980).
14. Longbottom ML, Dry PR and Sedgley M, A research note on the occurrence of 'star' flowers in grapevines: Observations during the 2003–2004 growing season. *Austr J Grape
25 Wine Res* 10:199-202 (2004).
15. May P, From bud to berry, with special reference to inflorescence and bunch morphology in *Vitis vinifera* L. *Austr J Grape Wine Res* 6:82-98 (2000).
16. Keller M, Kummer M and Vasconcelos MC, Reproductive growth of grapevines in response to nitrogen supply and rootstock. *Austr J Grape Wine Res* 7:12-18 (2001).
- 30 17. Cubero S, Aleixos N, Moltó E, Gómez-Sanchis J and Blasco J, Advances in machine vision applications for automatic inspection and quality evaluation of fruits and vegetables. *Food Bioprocess Tech* 4:487-504 (2011).
18. Ji W, Zhao D, Cheng F, Xu B, Zhang Y and Wang J, Automatic recognition vision system guided for apple harvesting robot. *Comput Electr Eng* 38:1186-1195 (2012).

19. Lorente D, Aleixos N, Gómez-Sanchis J, Cubero S, García-Navarrete OL and Blasco J, Recent advances and applications of hyperspectral imaging for fruit and vegetable quality assessment. *Food Bioprocess Tech* 5:1121-1142 (2012).
20. Blasco J, Aleixos N, Cubero S, Gómez-Sanchis J and Moltó E, Automatic sorting of
5 satsuma (*Citrus unshiu*) segments using computer vision and morphological features. *Comput Electron Agr* 66:1-8 (2009).
- 21 López-García F, Andreu-García G, Blasco J, Aleixos N and Valiente J-M, Automatic detection of skin defects in citrus fruits using a multivariate image analysis approach. *Comput Electron Agr* 71:189-197 (2010).
- 10 22. Cubero S, Diago MP, Blasco J, Tardaguila J, Millan B and Aleixos N, A new method for pedicel/peduncle detection and size assessment of grapevine berries and other fruits by image analysis. *Biosyst Eng* (2013)
23. Dunn GM and Martin SR, Yield prediction from digital image analysis: A technique with potential for vineyard assessments prior to harvest. *Aust J Grape Wine Res* 10:196-198
15 (2004).
24. Grossetête M, Berthoumieu Y, Da-Costa JP and Germain C, Early estimation of vineyard yield: site specific counting of berries by using a smartphone, in *International Conference of Agricultural Engineering (CIGR-AgEng2012)*, Ed, Valencia, Spain (2012).
25. Lorenz DH, Eichhorn KW, Bleiholder H, Klose R, Meier U and Weber E, Phenological
20 growth stages of the grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*) - Codes and descriptions according to the extended BBCH scale. *Aust J Grape Wine Res* 1:100-110 (1995).
26. CIE Colorimetry, Second Edition. Publication C.I.E. no. 15.2 (1986).
27. Soille P, *Morphological image analysis: Principles and applications*, Springer-Verlag, Berlin (1999).
- 25 28. Witten IH, Frank E and Holmes G, *Data mining: Practical machine learning tools and techniques*. Publisher Morgan Kaufmann, Burlington, pp 650 (2011)
29. Nuske S, Achar S, Bates T, Narasimhan S and Singh S, Yield estimation in vineyards by visual grape detection, in *Intelligent Robots and Systems (IROS), 2011 IEEE/RSJ International Conference on*, Ed. IEEE, pp 2352-2358 (2011).

30

Descripción de la invención

La presente invención permite resolver los problemas anteriormente mencionados, mediante una solución simple, económica, rápida, precisa y robusta basada en visión artificial, por la que se analizan fotografías en color tomadas durante el día en condiciones de campo que
35 no conlleve la destrucción de racimo, y se estimen automáticamente el número de flores por

inflorescencia.

Un primer aspecto de la presente invención se refiere a un procedimiento para determinar automáticamente el número de flores de una inflorescencia, preferiblemente de una vid. El

5 procedimiento comprende:

- capturar una imagen original de la inflorescencia sobre un fondo homogéneo que contraste con el color de la inflorescencia;

- convertir la imagen original al espacio de color CIELAB;

10 de un umbral de segmentación en los valores de los denominados ejes de colores complementarios a^* o b^* , para obtener los píxeles que representan la inflorescencia;

- filtrar los grupos de píxeles encadenados que representan la inflorescencia en función de su situación como valores de intensidad que representan máximos locales;

15 - agrupar en diferentes áreas brillantes los píxeles filtrados que estén interconectados;

- realizar un filtrado sobre las áreas brillantes para eliminar aquellas que no corresponden a flores, donde dicho filtrado incluye un filtrado por tamaño del área brillante (302) y un filtrado en función de la distancia con otras áreas brillantes.

20 La captura de la imagen original de la inflorescencia se realiza preferentemente en condiciones de campo con iluminación no controlada.

El umbral de segmentación se puede seleccionar automáticamente para cada imagen en función de las agrupaciones de valores presentes en el histograma de la coordenada a^* o b^*

25 indistintamente. El umbral de segmentación es preferiblemente el valor mínimo local posterior al máximo global en el histograma de la coordenada a^* o b^* .

En una realización preferente los píxeles que representan la inflorescencia son aquellos cuyo nivel de intensidad en la coordenada b^* supere el umbral de segmentación. En otra

30 realización, los píxeles que representan la inflorescencia son aquellos cuyo nivel de intensidad en la coordenada a^* sea inferior al umbral de segmentación.

El filtrado realizado sobre las áreas brillantes incluye preferentemente un filtrado en función de la forma del área brillante. El filtrado por forma de las áreas brillantes puede incluir el

35 cálculo de la relación entre el eje mayor y el eje menor de cada área brillante.

El filtrado de los grupos interconectados de píxeles que representan la inflorescencia se puede realizar en función de su consideración como máximos locales en sus valores de luminosidad.

5

Un segundo aspecto de la presente invención se refiere a un sistema para determinar automáticamente el número de flores de una inflorescencia. El sistema se implementa preferiblemente en un dispositivo móvil y comprende:

- medios de captura de imágenes configurados para capturar una imagen original de la inflorescencia sobre un fondo homogéneo que contraste con el color de la inflorescencia;
- medios de procesamiento de datos configurados para:
 - convertir la imagen original al espacio de color CIELAB;
 - segmentar la imagen convertida al espacio de color CIELAB mediante la aplicación de un umbral de segmentación en la coordenada a^* o b^* , para obtener unos píxeles que representan la inflorescencia;
 - filtrar los píxeles que representan la inflorescencia en función de sus valores de luminosidad;
 - agrupar en diferentes áreas brillantes los píxeles filtrados que estén interconectados;
 - realizar un filtrado sobre las áreas brillantes para eliminar aquellas que no corresponden a flores, donde dicho filtrado incluye un filtrado por tamaño del área brillante y un filtrado en función de la distancia con otras áreas brillantes.

Los medios de procesamiento de datos están preferiblemente configurados para seleccionar el umbral de segmentación automáticamente para cada imagen en función de las agrupaciones de valores presentes en el histograma de la coordenada a^* o b^* .

El filtrado realizado por los medios de procesamiento de datos sobre las áreas brillantes incluye preferiblemente un filtrado en función de la forma del área brillante, pudiendo incluir el cálculo de la relación entre el eje mayor y el eje menor de cada área brillante.

Como ventajas de la invención destacar que el sistema empleado para la detección de flores es robusto y permite el análisis de imágenes fotográficas obtenidas en condiciones de pleno campo. Además, es posible implementarlo en dispositivos móviles (smartphones, tablets, etc) que incorporan un procesador y una cámara para la adquisición de imágenes.

En resumen, la presente invención presenta las siguientes ventajas:

- Las fotos se pueden tomar en condiciones de pleno campo, con luz solar, y con la única restricción de utilizar una cartulina de color negro como fondo.
- 5 ▪ No es necesaria una distancia fija desde el dispositivo de toma de imágenes a la inflorescencia. El sistema se auto-ajusta a la distancia tomada.
- No es necesaria la destrucción de la inflorescencia, se puede tomar la fotografía sin separarla de la vid.
- Aplicación simple y robusta con posible uso de dispositivos de bajo coste.
- 10 ▪ Permite la implementación en dispositivos móviles, como smartphones.

Breve descripción de los dibujos

A continuación se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

15

La Figura 1 muestra una imagen original RGB tomada en condiciones de campo para ser procesada por el sistema propuesto, donde se pueden observar la existencia de zonas con iluminación variable.

20

Las Figuras 2A, 2B y 2C muestran diferentes histogramas del número de píxeles en una imagen de la variedad Tempranillo en el espacio de color RGB (fila superior), espacio de color CIELAB (fila intermedia) y espacio de color CIELAB filtrado.

25 La Figura 3 muestra la imagen original de la Figura 1 después de aplicarle el proceso de segmentación en función de la luminosidad de los píxeles.

La Figura 4 muestra el resultado del procesamiento de la imagen original de la Figura 1, con las flores detectadas señaladas en puntos negros.

30

La Figura 5 muestra la imagen original de la Figura 1 con las flores marcadas manualmente con una "X".

Las Figuras 6A, 6B, 6C y 6D muestran la relación entre el número de flores presentes en la inflorescencia y las detectadas manual y automáticamente en las fotografías para tres variedades distintas de *Vitis vinífera* L. (Graciano, Mazuelo y Tempranillo).

5 Descripción detallada de la invención

El sistema de evaluación del número de flores presentes en una inflorescencia de vid está basado en el análisis por computador de imágenes fotográficas de inflorescencias de vid tomadas en condiciones de pleno campo (sin iluminación controlada), con único uso de una cartulina negra utilizada como fondo, siendo posible utilizar otros materiales como láminas plásticas u otros colores con el suficiente contraste con la inflorescencia. No es necesario regular la distancia de la cámara al objeto, siendo los únicos condicionantes que la inflorescencia aparezca íntegra en la imagen y que no se observen objetos extraños en la misma.

El sistema desarrollado permite determinar el número de flores visibles en la imagen y, a partir de ellas, el total de flores presentes en la inflorescencia, para lo cual se ha generado un modelo a partir de un conjunto de imágenes que después se ha validado sobre otro conjunto distinto e independiente. La segmentación de la inflorescencia se produce de manera automática, mediante la detección de umbrales para cada imagen en el espacio de color CIELAB, lo que ofrece una gran inmunidad frente a la influencia de la iluminación externa.

El procesamiento de la imagen comprende tres etapas:

1. Pre-procesado de imagen: La primera fase incluye la conversión de la imagen desde el espacio de color RGB a CIELAB y la segmentación de la inflorescencia con respecto del fondo. El umbral de la segmentación se calcula en función del histograma de la coordenada a^* o b^* del espacio de color CIELAB filtrado. El espacio de color CIELAB [26] es un estándar internacional para la definición del color. Desarrollado por la "Commission Internationale d'Eclairage" (CIE) en 1976, es usado ampliamente en el análisis de color, que se representa por 3 coordenadas denominadas L^* , a^* y b^* . La componente L^* define la luminosidad, comprendida entre cero y cien, que se combina con los otros dos componentes cromáticos o coordenadas: a^* que representa la variación de verde a rojo (posición entre verde y rojo, donde valores negativos indican verde y valores positivos indican rojo) y b^* que representa la variación de azul a amarillo (posición entre azul y amarillo, donde valores negativos indican azul y valores positivos indican amarillo).

La **Figura 1** muestra, a modo de ejemplo, una imagen original 100 de la inflorescencia 102 de una vid (de la variedad de uva Tempranillo) tomada sobre un fondo 104 homogéneo, por ejemplo una cartulina gris oscura o negra, en condiciones de campo para ser procesada por el sistema propuesto. Las **Figuras 2A, 2B y 2C** muestran los histogramas de color utilizados para la segmentación de la primera etapa (pre-procesado). Representa el número de píxeles (eje y) con un determinado valor de intensidad (eje x) para la imagen original 100 de la variedad Tempranillo:

- Figura 2A: Histogramas A), B), y C) representan los canales rojo, verde y azul del espacio de color RGB respectivamente.
- Figura 2B: Histogramas D), E), y F) representan las componentes L^* , a^* y b^* del espacio de color CIELAB respectivamente.
- Figura 2C: Histogramas G), H), e I) representan las componentes filtradas o suavizadas L^* , a^* y b^* del espacio de color CIELAB respectivamente, mediante la aplicación de un filtro (e.g. filtro de Savitzky-Golay) que suaviza la forma de la señal reduciendo los picos inherentes al ruido del sensor fotográfico, facilitando la posterior selección automática de un umbral de segmentación 200.

Se observan dos agrupaciones en las coordenadas a^* (histograma E y H) y b^* (histograma F e I) del espacio de color CIELAB, lo que indica que es posible separar el fondo 104 con respecto a la inflorescencia 102. En el histograma de la coordenada b^* (histograma I), el mínimo local después del máximo global corresponde al valor del umbral de segmentación 200 seleccionado para la segmentación de la imagen. La distribución de valores correspondiente al fondo 204 es mayor que la de la inflorescencia 202 debido al mayor número de píxeles que componen el mismo. En los histogramas A, B, y C correspondientes al espacio de color RGB no se aprecian agrupaciones diferenciadas, por lo que no es posible la segmentación basada en los valores de este espacio de color. Aunque el sistema utiliza la componente b^* para la segmentación, se puede observar que el histograma de la componente a^* (histograma H) también permite la separación en dos grupos.

Por tanto, estos histogramas sirven para la segmentación adaptativa de la inflorescencia 102 con respecto del fondo 104. Para ello se utiliza preferentemente el canal b^* del espacio de color CIELAB en donde se encuentran dos agrupaciones que

corresponden respectivamente al fondo y a la inflorescencia. Una vez detectadas las agrupaciones se establece un umbral de segmentación (200) que permite la separación en la imagen de la inflorescencia para su posterior análisis de forma automática.

5

El umbral para la segmentación de la imagen (ver Histograma I) se selecciona automáticamente para cada imagen en función de las agrupaciones de valores presentes en el histograma de la coordenada b^* (también se puede emplear el histograma de la coordenada a^*). Los píxeles que corresponden al fondo 204 tienen un color similar y por ello valores similares en la coordenada b^* . Lo mismo ocurre para los píxeles que corresponden a la inflorescencia 202.

10

2. Conteo de flores: Una vez se ha aplicado el pre-procesado en la imagen original 100, se trabaja únicamente con aquellos píxeles cuyo nivel de intensidad supere el umbral de segmentación 200, que son los píxeles 202 que representan la inflorescencia. Las flores presentan una mayor capacidad para reflejar la luz que otras zonas de la imagen. El objetivo de esta etapa es contar las áreas de mayor brillo, que generalmente corresponden a flores. Específicamente se desarrollan los siguientes pasos:

15

20

a. Cálculo de la transformada "extended-maxima" que es el máximo de la región - agrupaciones de píxeles con un valor de intensidad constante rodeados de píxeles con valores de intensidad menores- de la "transformada H" [27] (eliminación de los valores máximos por debajo de un umbral), con el fin de encontrar e identificar los puntos más brillantes de la luminosidad de la imagen (coordenada L^*). En este paso la imagen original 100 se convierte en una imagen binaria 300, tal y como se muestra en la **Figura 3**, donde se representan en negro los píxeles que no superen un umbral de luminosidad determinado en función de los valores de los píxeles vecinos y en blanco aquellos píxeles (áreas brillantes 302) que superen dicho umbral de luminosidad. El umbral de luminosidad puede ser seleccionado manualmente en función del análisis realizado sobre un conjunto de imágenes.

25

30

b. Búsqueda de los componentes conectados en la imagen binaria 300 para etiquetarlos como flores; para ello se agrupan los píxeles identificados en el paso

anterior que se encuentran en la vecindad de las áreas brillantes 302, ya que se considera que pertenecen a la misma flor.

- c. Medida del tamaño, forma e identificación del centroide de las regiones candidatas a ser identificadas como flores (áreas brillantes 302).

3. Post-procesado de la imagen: La tercera etapa se centra en la eliminación de las áreas brillantes 302 que no corresponden a flores. El filtrado se lleva a cabo como un proceso secuencial de tres pasos consecutivos:

- a. Filtrado por tamaño de región: En este paso se filtran las áreas brillantes 302 en función de su tamaño. Se procede a la eliminación (filtrado) de aquellas áreas que tienen un tamaño superior a 2,5 veces la mediana del tamaño de las áreas brillantes 302.

- b. Filtrado por distancia: Este proceso requiere el cálculo (y ordenación) de las distancias entre los centroides con las que posteriormente se construye un histograma. Como las flores en la inflorescencia se presentan en agrupaciones, entre ellas se presentarán con una distancia similar en el histograma de distancias, lo que permite el filtrado de aquellas áreas que tienen valores alejados de la mayoría. De esta forma se logra filtrar los falsos positivos sin la necesidad de fijar una distancia para la toma de imágenes, ya que el valor a partir del cual se realiza el filtrado se calcula para cada una de las imágenes.

- c. Filtrado por forma: Este filtrado incluye el cálculo del ratio del eje mayor entre el menor para cada área brillante 302. La forma de las áreas brillantes 302 que corresponden a flores tienen valores similares entre ellas y diferentes a áreas brillantes de otras zonas como el tallo de la inflorescencia o reflejos en el fondo, por lo que las áreas brillantes que corresponden a flores se presentarán agrupadas en el histograma de la relación eje mayor/eje menor, siendo posible filtrar automáticamente para cada imagen las que no corresponden a flores.

Una vez aplicada las tres etapas de procesamiento sobre la imagen original 100, se puede obtener una imagen procesada 400 donde se muestran las flores detectadas resaltadas con puntos negros que corresponderían a las áreas brillantes 302 resultantes, una vez filtradas.

Figura 4 muestra las flores detectadas sobreimpresionadas en la imagen original 100 tras aplicar el método descrito. Como se aprecia, el sistema desarrollado permite determinar el número de flores visibles en la imagen.

- 5 Para validar el presente procedimiento automático de conteo de flores, a continuación se comparan los resultados obtenidos mediante dicho procedimiento automático con un conteo realizado manualmente. La **Figura 5** muestra, a modo de ejemplo, la imagen original 100 de la Figura 1 con las flores manualmente marcadas con una "X". Con el fin de realizar la validación de la presente invención, 90 imágenes de inflorescencias de *Vitis vinifera* L. variedad Graciano, Mazuelo y Tempranillo fueron tomadas en un viñedo con una cámara digital compacta antes de la floración y utilizadas para validar el sistema de conteo de flores.

15 El objetivo principal de esta comparación es determinar la relación lineal entre las mediciones experimentales, el conteo manual, y el conteo automático con el sistema descrito. Para validar el sistema se contó el número de flores presente en la inflorescencia de forma manual, desgranando las flores tras la captura de la fotografía y también sobre la imagen impresa para obtener el número de flores por imagen.

20 La eficiencia del sistema presentado se evaluó principalmente con el coeficiente de correlación de Pearson (r), y el coeficiente de determinación (R^2). También se valoró manualmente la eficiencia del sistema en cinco imágenes de cada variedad, de las que se extrajeron tres medidas: *Resultado conteo* (RC), que representa el número de flores contadas por el sistema descrito, *verdadero positivo* (VP), flores identificadas por el sistema que corresponden con flores reales, *falso positivo* (FP), que representa el número de flores identificadas por el sistema que no corresponden a flores reales y *falso negativo* (FN) que corresponde a las flores presentes en la imagen que no fueron detectadas. Se calculó la *sensibilidad*, que se define como el porcentaje de flores reales detectadas [28]:

$$Sensibilidad = \frac{VP}{VP + FN} \quad (1)$$

30 y *precisión*, que representa el porcentaje de flores detectadas correctamente, y se define como:

$$Precision = \frac{VP}{VP + FP} \quad (2)$$

Se realizaron análisis estadísticos utilizando R-project v.3.0.1. (RCore Team: 'R: a language and environment for statistical computing'; 2012, Vienna, R Foundation for Statistical Computing).

- 5 Los resultados del análisis de imagen son coherentes para todas las imágenes utilizadas, con variaciones ligeras en el valor del umbral de segmentación 200 utilizado para separar la inflorescencia 102 del fondo 104, debidas a fluctuaciones en la iluminación durante la toma de las fotografías.
- 10 La efectividad del sistema presentado se validó frente al número de flores obtenidas desgranando y contando manualmente cada inflorescencia, y también contando de forma manual el número de flores presentes en cada imagen sobre una impresión de la misma, El método desarrollado era capaz de distinguir las flores frente a otras partes de la inflorescencia o el fondo.

15

Las Figuras 6A, 6B, 6C y 6D muestran la relación entre el número total de flores presentes en la inflorescencia, las contadas manualmente (○, línea de trazos) y automáticamente (●, línea continua) a partir de la fotografía de la inflorescencia:

- Figura 6A: Variedad Graciano (manual: $y=1.75x+0.93$, $R^2=0.81$ at $p<0.001$; automático: $y=2.44x-59.5$, $R^2=0.83$ at $p<0.001$).
- Figura 6B: Mazuelo (manual: $y=2.46x-89.1$, $R^2=0.89$ at $p<0.001$; automático: $y=2.96x-81.2$, $R^2=0.84$ at $p<0.001$).
- Figura 6C: Tempranillo (manual: $y=1.56x+17.1$, $R^2=0.87$ at $p<0.001$; automático: $y=1.82x+18.1$, $R^2=0.83$ at $p<0.001$).
- Figura 6D: Todas las variedades (manual: $y=1.68x+16.2$, $R^2=0.81$ at $p<0.001$; automático: $y=2.08x+5.4$, $R^2=0.76$ at $p<0.001$).

La relación entre el número de flores contadas manual y automáticamente a partir de las imágenes, y las contadas al desgranar la inflorescencia, se observan para Graciano (Figura 6A), Mazuelo (Figura 6B), Tempranillo (Figura 6C) y las tres variedades juntas (Figura 6D). Para estas tres variedades, se muestran para cada una de ellas de forma independiente, el coeficiente de determinación (R^2) de la relación entre el número de flores estimadas, tanto manual como automáticamente por el método desarrollado, con las flores totales contadas al desgranar la inflorescencia, siendo en cualquier caso mayor de 0,8 ($p<0.001$). No se encontraron diferencias significativas en el valor del R^2 del conteo manual y el conteo

automático, aunque el valor de R^2 bajó hasta 0,76 cuando las tres variedades se evaluaron de forma conjunta con el método automático.

- En contraste con estos resultados, Grossetête et al. [24] obtuvo una fuerte relación no lineal ($R^2=0,92$ con un modelo polinómico) para la estimación del número de bayas por racimo a partir de imágenes tomadas entre el cuajado (estado fenológico BBCH 71: los frutos empiezan a engrosar y aun se aprecian restos de flores) y envero (estado fenológico BBCH 79: bayas completamente desarrolladas). A diferencia de la invención presentada, Grossetête et al. [24] capturaban las fotografías de noche, usando un flash integrado en la propia cámara. Su algoritmo se basa en la reflexión de la luz en la superficie de la baya, que tiene un máximo o reflexión especular en el centro de la misma, un pico único y distintivo, cuyo valor disminuye rápidamente según se aleja del centro. Esta metodología no puede ser aplicada a las flores en pre-floración, debido a que la forma de los botones florales no es esférica. El cuajado de las flores de la vid no suele superar el 50% [1], lo que significa que solamente una proporción de las flores se convertirá finalmente en una baya, por lo que la posibilidad de oclusión de las bayas en una imagen es diferente a la de las flores. Esto explicaría el mejor ajuste a un modelo no lineal [24] en lugar del lineal presentado en esta invención, y las diferencias en los valores de R^2 .
- La sub-estimación de las flores presentes en la inflorescencia ocurre para todas las variedades, independientemente del método utilizado (manual o automático) para contarlas a partir de la imagen, pero ocurre con mayor intensidad con el conteo automático. Como el número de flores se estima a partir de una única imagen en 2D, la sub-estimación era previsible, ya que las flores que se sitúan en la cara opuesta de la inflorescencia no serán visibles, ni para el algoritmo automático, ni para el ojo humano, por lo que no podrán ser contadas. La sub-estimación del método automático es mayor, debido a su diseño conservativo, ya que una de las prioridades en el desarrollo del algoritmo fue la de minimizar el número de falsos positivos, evitando el conteo de aquello que no fuera una flor. Es por ello que la aplicación de los tres filtrados consecutivos -tamaño, distancia y forma- a las áreas brillantes que representan flores es muy exigente, lo que elimina el número de falsos positivos incrementando el de verdaderos positivos.

En contraste con implementaciones anteriores [24], no es necesaria la luz artificial para la captura de imágenes, pese a la alta variabilidad en la posición del brillo en el fondo negro debido a la luz natural. Otra mejora del algoritmo desarrollado es que no es preciso fijar el

tamaño de las flores, por lo que la distancia entre la cámara y la inflorescencia no está predefinida, lo que facilita la toma de imágenes.

5 No es necesaria la calibración previa del sistema, y los parámetros fijados son válidos para cualquier rango de distancias entre la cámara y la inflorescencia. Esta es una ventaja clara frente a otros sistemas, en los que los valores de los umbrales del rojo, verde y azul deben ajustarse de forma manual para cada imagen [23].

10 El bajo coste, simplicidad y facilidad de uso de la toma de imágenes en campo, y posterior procesamiento mediante el método descrito, para la estimación del número de flores por inflorescencia en viñedos (por ejemplo por la implementación del presente método en dispositivos como "tablets" o "smartphones") puede ser de gran ayuda para la industria vitivinícola y la estimación de la producción a partir de los datos del número de flores por inflorescencia.

15 Como resumen, los resultados de los ensayos demuestran, que el algoritmo desarrollado para analizar imágenes tomadas con cámara digital en condiciones de campo no controladas es capaz de estimar de forma automática el número de flores por inflorescencia de la viña en fases tempranas de floración. Esto puede ayudar a los responsables de los
20 viñedos a tomar decisiones con información sobre la tasa de cuajado o producción. El algoritmo desarrollado puede ser implementado en un dispositivo móvil como un "smartphone" o incluso utilizar computación en la nube ("cloud computing"), para mostrar datos del número de flores georreferenciadas para cada viña o incluso mediante mapas.

25 El algoritmo desarrollado demuestra que el análisis de imágenes capturadas con cámaras compactas, bajo condiciones de campo no controladas, es capaz de generar una estimación del número de flores por inflorescencia de vides en fases tempranas de la floración.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para determinar automáticamente el número de flores de una inflorescencia, caracterizado por que comprende:
 - capturar una imagen original (100) de la inflorescencia sobre un fondo (104) homogéneo que contraste con el color de la inflorescencia;
 - convertir la imagen original (100) al espacio de color CIELAB;
 - segmentar la imagen convertida al espacio de color CIELAB mediante la aplicación de un umbral de segmentación (200) en los valores de los denominados ejes de colores complementarios a^* o b^* , para obtener los píxeles que representan la inflorescencia (202);
 - filtrar los grupos de píxeles encadenados que representan la inflorescencia (202) en función de su situación como valores de intensidad que representan máximos locales;
 - agrupar en diferentes áreas brillantes (302) los píxeles filtrados que estén interconectados;
 - realizar un filtrado sobre las áreas brillantes (302) para eliminar aquellas que no corresponden a flores, donde dicho filtrado incluye un filtrado por tamaño del área brillante (302) y un filtrado en función de la distancia con otras áreas brillantes (302).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la inflorescencia es de una vid.
3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la captura de la imagen original (100) de la inflorescencia se realiza en condiciones de campo con iluminación no controlada.
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el umbral de segmentación (200) se selecciona automáticamente para cada imagen en función de las agrupaciones de valores presentes en el histograma de la coordenada a^* o b^* indistintamente.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado por que el umbral de segmentación (200) es el valor mínimo local posterior al máximo global en el histograma de la coordenada a^* o b^* .

6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los píxeles que representan la inflorescencia (202) son aquellos cuyo nivel de intensidad en la coordenada b^* supere el umbral de segmentación (200).
- 5 7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que los píxeles que representan la inflorescencia (202) son aquellos cuyo nivel de intensidad en la coordenada a^* sea inferior al umbral de segmentación (200).
- 10 8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el filtrado realizado sobre las áreas brillantes (302) incluye un filtrado en función de la forma del área brillante (302).
- 15 9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por que el filtrado por forma de las áreas brillantes (302) incluye el cálculo de la relación entre el eje mayor y el eje menor de cada área brillante (302).
- 20 10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el filtrado de los grupos interconectados de píxeles que representan la inflorescencia (202) se realiza en función de su consideración como máximos locales en sus valores de luminosidad.
11. Sistema para determinar automáticamente el número de flores de una inflorescencia, caracterizado por que comprende:
- medios de captura de imágenes configurados para capturar una imagen original (100) de la inflorescencia sobre un fondo (104) homogéneo que contraste con el color de la inflorescencia;
 - medios de procesamiento de datos configurados para:
 - convertir la imagen original (100) al espacio de color CIELAB;
 - segmentar la imagen convertida al espacio de color CIELAB mediante la aplicación de un umbral de segmentación (200) en la coordenada a^* o b^* , para obtener unos píxeles que representan la inflorescencia (202);
 - filtrar los píxeles que representan la inflorescencia (202) en función de sus valores de luminosidad;
 - agrupar en diferentes áreas brillantes (302) los píxeles filtrados que estén interconectados;
- 35

- realizar un filtrado sobre las áreas brillantes (302) para eliminar aquellas que no corresponden a flores, donde dicho filtrado incluye un filtrado por tamaño del área brillante (302) y un filtrado en función de la distancia con otras áreas brillantes (302).

- 5 12. Sistema según la reivindicación 11, caracterizado por que los medios de procesamiento de datos están configurados para seleccionar el umbral de segmentación (200) automáticamente para cada imagen en función de las agrupaciones de valores presentes en el histograma de la coordenada a^* o b^* .
- 10 13. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 12, caracterizado por que se implementa en un dispositivo móvil.
14. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, caracterizado por que el filtrado realizado por los medios de procesamiento de datos sobre las áreas brillantes (302)
- 15 incluye un filtrado en función de la forma del área brillante (302).
15. Sistema según la reivindicación 14, caracterizado por que el filtrado por forma de las áreas brillantes (302) incluye el cálculo de la relación entre el eje mayor y el eje menor de cada área brillante (302).
- 20 16. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 15, caracterizado por que los medios de procesamiento de datos están configurados para realizar el filtrado de los grupos interconectados de píxeles que representan la inflorescencia (202) en función de su consideración como máximos locales en sus valores de luminosidad.
- 25

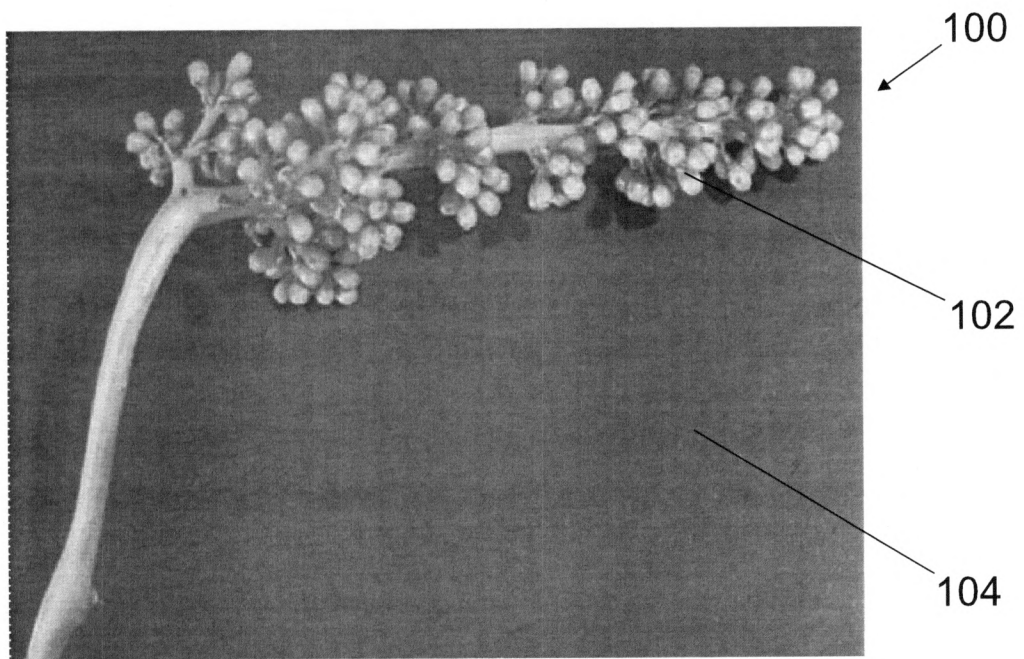


Fig. 1

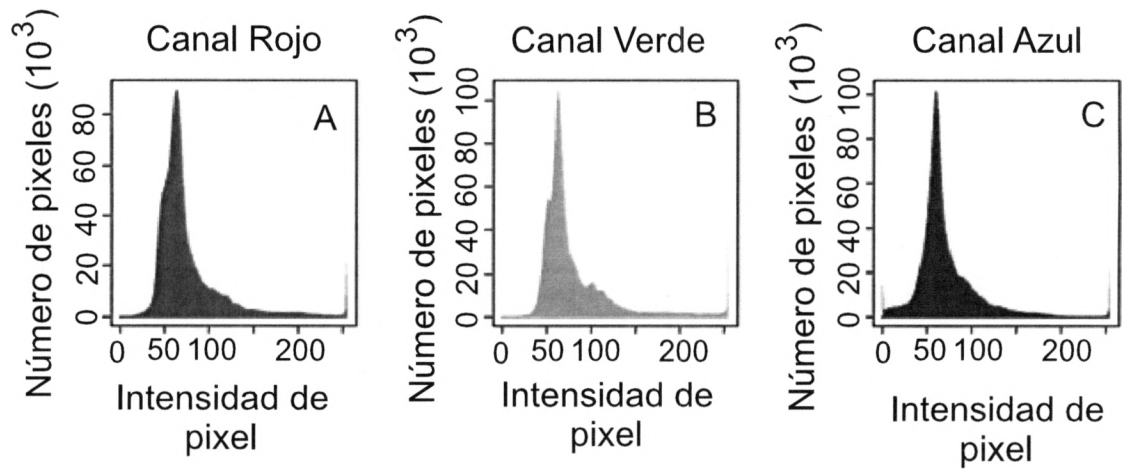


Fig. 2A

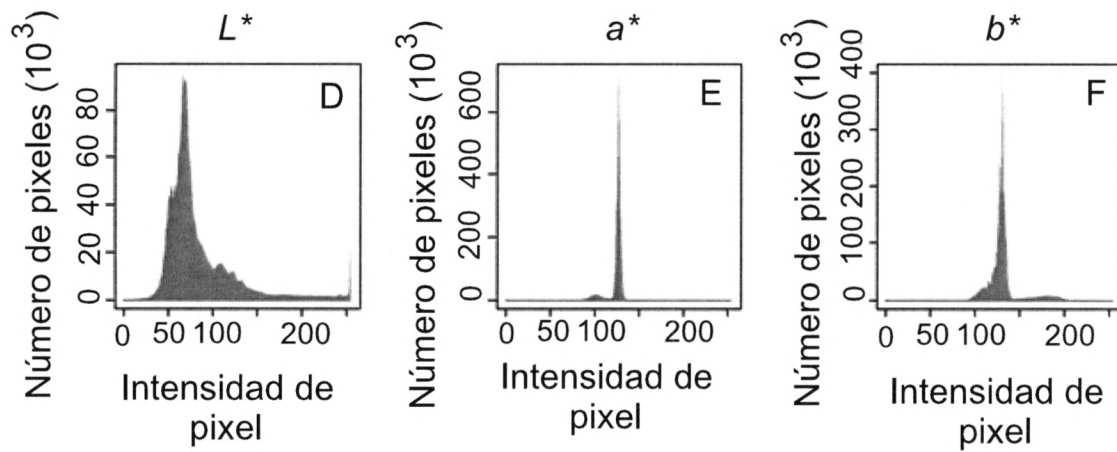


Fig. 2B

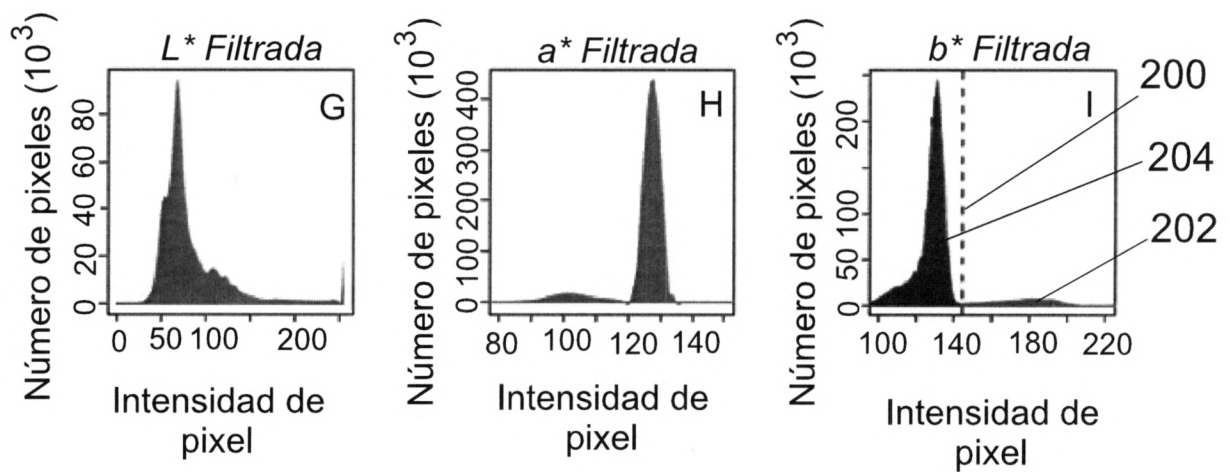
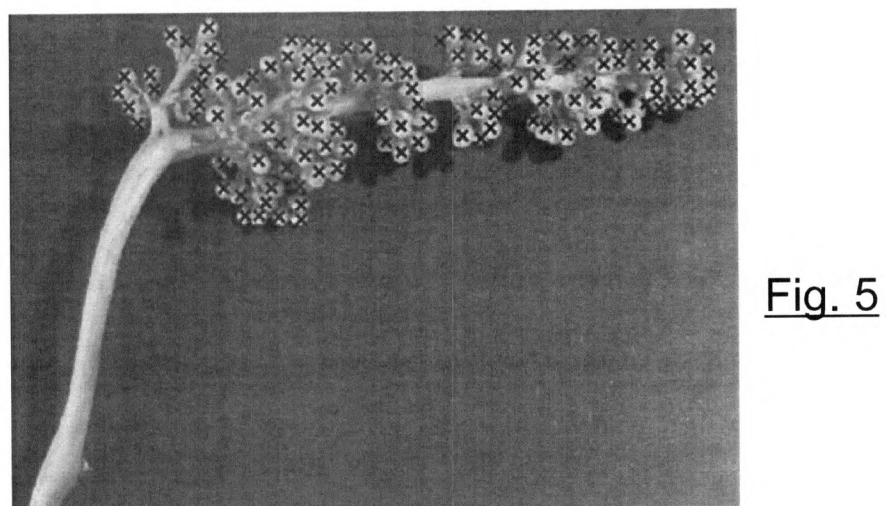
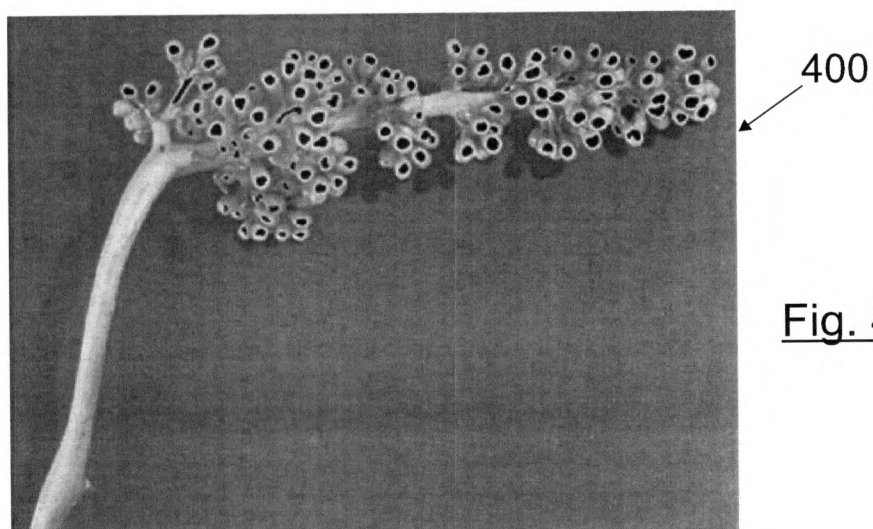
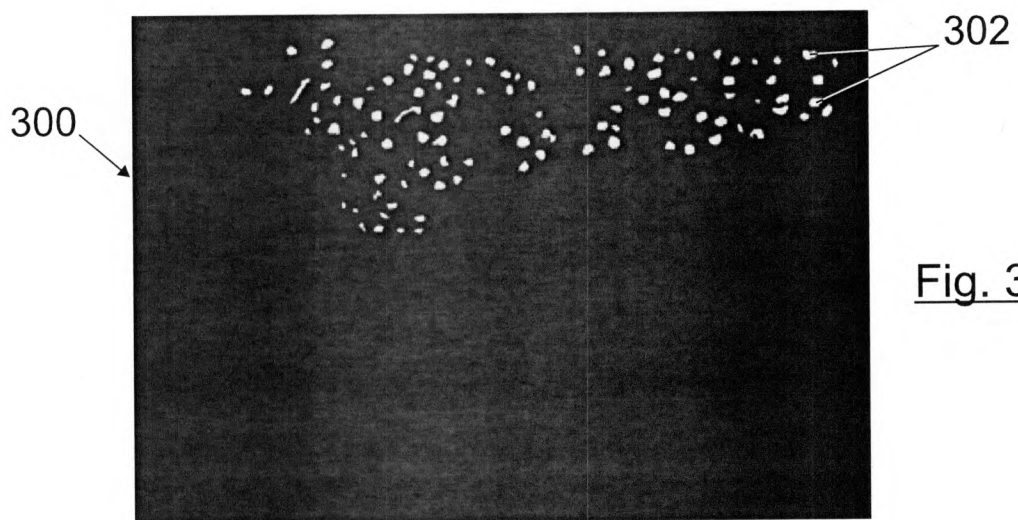


Fig. 2C



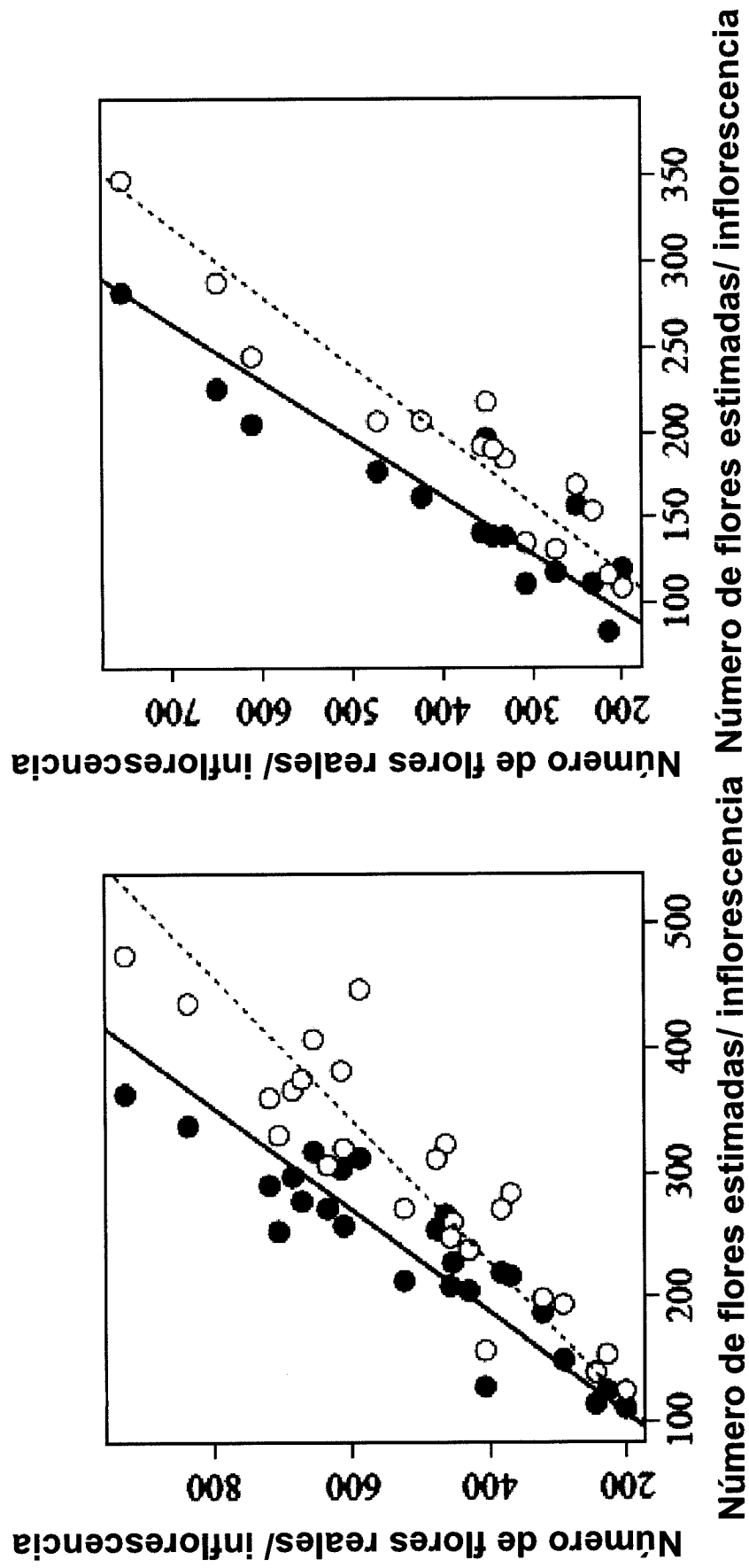


Fig. 6B

Fig. 6A

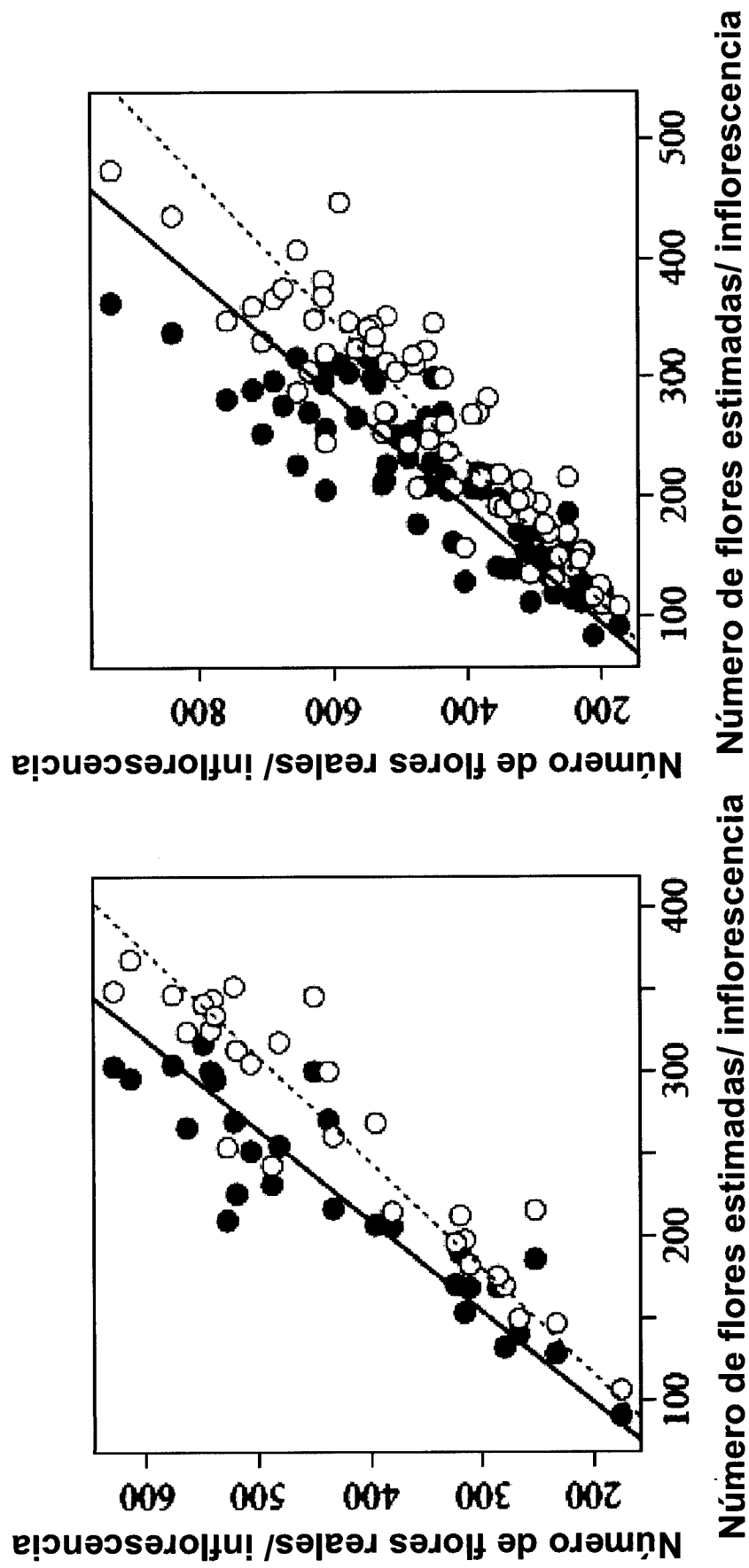


Fig. 6D

Fig. 6C



- ②① N.º solicitud: 201400006
②② Fecha de presentación de la solicitud: 18.12.2013
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	CN 103440672 A (UNIV NANJING AGRICULTURAL) 11.12.2013	1,11
A	JP 2013037539 A (JAPAN BROADCASTING CORP) 21.02.2013	1,11
A	EP 0826959 A1 (NEW HOLLAND BRAUD S A CNH FRANCE SA) 04.03.1998	1,11
A	JP 2005100012 A (PENTAX CORP) 14.04.2005	1,11

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
11.06.2014

Examinador
M. C. González Vasserot

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

G06T7/00 (2006.01)
A01D91/04 (2006.01)
A01D91/00 (2006.01)
A01B79/00 (2006.01)
A01D46/28 (2006.01)
B07C5/34 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G06T, A01D, A01B, B07C

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 11.06.2014

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-18	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-18	SI
	Reivindicaciones	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	CN 103440672 A (UNIV NANJING AGRICULTURAL)	11.12.2013
D02	JP 2013037539 A (JAPAN BROADCASTING CORP)	21.02.2013
D03	EP 0826959 A1 (NEW HOLLAND BRAUD S A CNH FRANCE SA)	04.03.1998
D04	JP 2005100012 A (PENTAX CORP)	14.04.2005

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

Los documentos citados solo muestran el estado general de la técnica, y no se consideran de particular relevancia. Así, la invención reivindicada se considera que cumple los requisitos de novedad, actividad inventiva y aplicación industrial.

1.- El objeto de la presente solicitud de patente consiste en un sistema que proporciona una estimación del número de flores de vid mediante visión artificial. Esta evaluación permite predecir de forma robusta, fiable y muy temprana (cuatro meses antes de la vendimia) la producción de uva del viñedo. Supondría dar un paso significativo en la estimación de la producción de uva de forma temprana y automatizada, lo cual permitiría a la industria vitivinícola optimizar la gestión del viñedo de forma objetiva (i.e. regular el aclareo de uva...) y realizar las predicciones de la cosecha de uva final, tiempo y jornaleros necesarios para la vendimia, así como del precio final de la uva.

2.- El problema planteado por el solicitante es un sistema y procedimiento para determinar automáticamente el número de flores de una inflorescencia. El procedimiento comprende:

- capturar una imagen original (100) de la inflorescencia sobre un fondo (104) que contraste con la inflorescencia;
- convertir la imagen original (100) al espacio de color CIELAB;
- segmentar dicha imagen convertida aplicando un umbral de segmentación (200) en los valores de los ejes de colores complementarios a^* o b^* , para obtener los píxeles que representan la inflorescencia (202);
- filtrar los grupos de píxeles encadenados que representan la inflorescencia (202) en función de su situación como valores de intensidad que representan máximos locales;
- agrupar en diferentes aéreas brillantes (302) los píxeles filtrados que estén interconectados;
- realizar un filtrado sobre las áreas brillantes (302) para eliminar aquellas que no corresponden a flores, incluyendo un filtrado por tamaño del área brillante (302) y un filtrado en función de la distancia con otras áreas brillantes (302).

Con ello se trata de conseguir:

- Las fotos se pueden tomar en condiciones de pleno campo, con luz solar, y con la única restricción de utilizar una cartulina de color negro como fondo.
- No es necesaria una distancia fija desde el dispositivo de toma de imágenes a la inflorescencia. El sistema se auto-ajusta a la distancia tomada.
- No es necesaria la destrucción de la inflorescencia, se puede tomar la fotografía sin separarla de la vid.
- Aplicación simple y robusta con posible uso de dispositivos de bajo coste.
- Permite la implementación en dispositivos móviles, como smartphones.

El documento D1 puede considerarse como el representante del estado de la técnica más cercano ya que en este documento confluyen la mayoría de las características técnicas reivindicadas.

Análisis de las reivindicaciones independientes 1,11

D1 se diferencia del documento de solicitud de patente en que no es un procedimiento que determina automáticamente el número de flores de una inflorescencia. Tampoco realiza un filtrado sobre las áreas brillantes para eliminar aquellas que no corresponden a flores, donde el filtrado incluye un filtrado por tamaño del área brillante ni tampoco un filtrado en función de la distancia con otras áreas brillantes.

La reivindicación 1 es nueva (Art. 6.1 LP 11/1986) y tiene actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986).

D1 es un sistema que determina automáticamente el número de flores de una inflorescencia.

Por tanto la reivindicación 11 de la solicitud es nueva (Art. 6.1 LP 11/1986) y tiene actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986).

Análisis del resto de los documentos

De este modo, ni el documento D1, ni ninguno del resto de los documentos citados en el Informe del Estado de la Técnica, tomados solos o en combinación, revelan la invención en estudio tal y como es definida en las reivindicaciones independientes, de modo que los documentos citados solo muestran el estado general de la técnica, y no se consideran de particular relevancia. Además, en los documentos citados no hay sugerencias que dirijan al experto en la materia a una combinación que pudiera hacer evidente la invención definida por estas reivindicaciones y no se considera obvio para una persona experta en la materia aplicar las características incluidas en los documentos citados y llegar a la invención como se revela en la misma.