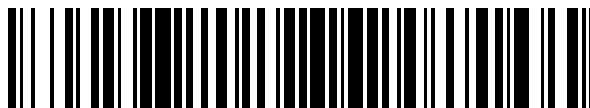


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 550 903**

21 Número de solicitud: 201500551

51 Int. Cl.:

G06T 7/00

(2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

15.07.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

12.11.2015

71 Solicitantes:

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA (100.0%)
Avda. de la Paz nº 93
26006 Logroño (La Rioja) ES

72 Inventor/es:

TARDÁGUILA LASO, Manuel Javier;
MILLÁN PRIOR, Borja y
DIAGO SANTAMARÍA, María Paz

54 Título: **Procedimiento para la estimación automática de la porosidad del viñedo mediante visión artificial**

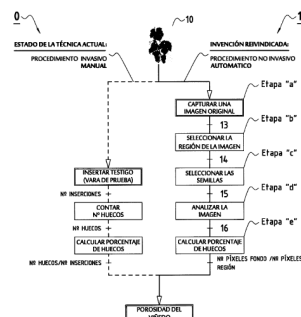
57 Resumen:

Procedimiento para la estimación automática de la porosidad del viñedo mediante visión artificial (1), que comprende las etapas siguientes:

a) Capturar una imagen RGB original (13) de una cepa (10) con una cámara digital (11) en campo;
b) Seleccionar en la imagen RGB original (13) la región de la imagen que corresponda a la zona de producción de la cepa (10) para obtener una imagen con la selección de la región productiva de la cepa (14);

c) Segmentar la imagen con la región productiva de la cepa (14) mediante selección de semillas para obtener una imagen con la selección de la cepa segmentada (15) con los píxeles que conforman la cepa (10) y con los que corresponden al fondo (12);
d) Analizar la imagen con la selección de la cepa segmentada (15) para identificar los huecos presentes en la misma para obtener una imagen binaria clasificada (16);
e) Calcular el porcentaje de huecos de la cepa (10).

FIG.2



DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la estimación automática de la porosidad del viñedo mediante visión
5 artificial.

Objeto de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento no invasivo que permite estimar de
10 forma automática, y sin empleo de un testigo manual, la porosidad del viñedo mediante visión artificial.

La presente invención resulta de gran interés para el sector vitivinícola en general, y especialmente para la gestión del cultivo y mejora de la calidad de uva.

15

Generalidades y estado de la técnica anterior más próximo

La superficie foliar expuesta de la vid es uno de los parámetros más importantes a controlar en la producción de uva de la más alta calidad. El manejo óptimo de la
20 superficie foliar expuesta busca encontrar el equilibrio entre la máxima captura de radiación solar para optimizar la fotosíntesis y la existencia de huecos que permitan el flujo de aire y la adecuada exposición de los frutos.

El número de capas foliares determina la eficiencia en la captación de la radiación de la
25 planta, ya que cada hoja absorbe en torno al 94% de la radiación incidente fotosintéticamente activa [1] por lo que sucesivas capas foliares van a recibir una proporción muy reducida de la misma, siendo ésta inferior al 1% en la tercera capa o posteriores. Esta reducción en la radiación recibida provoca que esas hojas no sean fotosintéticamente activas, por lo que la planta ha de gastar recursos en mantenerlas, que
30 no serán utilizados en la maduración de la uva.

La optimización de la superficie foliar de la vid se puede llevar a cabo con diversas estructuras que dividen la pared vegetal mediante sistemas de conducción [1], regulando el riego de forma que se controle el crecimiento de los pámpanos [2] o mediante el
35 deshojado manual o mecanizado [3, 4]. La configuración foliar ideal es la que tiene entre 1 y 1,5 capas foliares y un porcentaje de huecos situado entre el 20% y el 40% [5], lo que garantiza la adecuada captura de la radiación solar reduciendo al mismo tiempo las sombras.

La presencia de huecos en la pared vegetal del viñedo es importante para favorecer la
40 aireación del fruto, ya que una deficiente aireación favorece las infecciones fúngicas [6, 7]. En las variedades tintas, la exposición a la radiación solar induce la síntesis de antocianos [4, 8], compuestos clave en el vino de alta calidad. Sin embargo la exposición excesiva de los racimos puede generar quemaduras en los mismos y reducción de calidad
45 en el color de la uva [9, 10]. Optimizar la captura de la radiación solar por parte de las

hojas y a la vez la exposición de los racimos es uno de los retos de la viticultura a nivel mundial; la diversidad de climas con diferentes regímenes de lluvia y temperatura requieren de diferentes estrategias para maximizar la calidad.

- 5 El método más utilizado para determinar la porosidad de la superficie foliar es el “*Point Quadrat Analysis*” (PQA) [1]. Esta técnica se basa en la utilización de una vara de prueba que se inserta a intervalos regulares en la pared o dosel vegetativo del viñedo. Contando el número de veces y partes de la vid con la que la punta de prueba entra en contacto (hojas, racimos, pámpanos o huecos) se obtiene la proporción de los diferentes
- 10 elementos. La porosidad del viñedo puede cuantificarse como la división del número de huecos dividido entre el total de las inserciones del testigo. Se recomienda un mínimo de 50 pasadas para identificar adecuadamente la porosidad [1]. El PQA requiere gran cantidad de mano de obra y tiempo para ser llevado a cabo en un número limitado de cepas, por lo que su uso en la industria vitícola es reducido. La realización de la prueba
- 15 completa con 50 inserciones requiere de diez a quince minutos para completarse, por lo que el número de cepas evaluadas por unidad de tiempo es limitado. Para conseguir mayor implantación entre los viticultores y la industria es necesario encontrar un método que permita la estimación de la porosidad de la pared vegetativa de una manera más rápida.
- 20 Aunque por los condicionantes descritos anteriormente no es ampliamente utilizado, el PQA es el estándar en viticultura a nivel mundial. Un método más rápido y sencillo para evaluar la porosidad de la pared vegetativa de la cepa permitiría su uso generalizado y con ello la mejora en el manejo de la superficie vegetativa redundando en una mayor
- 25 calidad del fruto.

No existen métodos disponibles sobre la evaluación de la porosidad del viñedo utilizando el análisis de imagen.

- 30 La ventaja técnica de la presente invención es la de un procedimiento no invasivo, que permite determinar de forma automática la porosidad de una cepa mediante visión artificial.

Referencias bibliográficas

- 35 [1] Smart RE, Influence of light on composition and quality of grapes. Acta Hort. 206:37-47 (1987).
- [2] Intrigliolo DS and Castel JR, Response of grapevine cv. ‘Tempranillo’ to timing and
- 40 amount of irrigation: water relations, vine growth, yield and berry and wine composition. Irrig Sci 28:113-125 (2010).
- [3] Tardaguila J, de Toda FM, Poni S and Diago MP, Impact of early leaf removal on yield and fruit and wine composition of *Vitis vinifera* L. Graciano and Carignan. Am J
- 45 Enol Vitic 61:372-381 (2010).

- [4] Tardaguila J, Blanco J, Poni S and Diago M, Mechanical yield regulation in winegrapes: comparison of early defoliation and crop thinning. Aust J Grape Wine Res 18:344-352 (2012).
- 5 [5] Smart R and Robinson M, Sunlight Into Wine; A Handbook for Winegrape Canopy Management. Winetitles, Adelaide, pp. 88 (1991).
- [6] English J, Thomas C, Marois J and Gubler W, Microclimates of grapevine canopies associated with leaf removal and control of Botrytis bunch rot. Phytopathology 79:395-401 (1989).
- 10 [7] Diago MP, Vilanova M and Tardaguila J, Effects of timing of manual and mechanical early defoliation on the aroma of *Vitis vinifera* L. Tempranillo wine. Am J Enol Vitic 15 61:382-391 (2010).
- [8] Diago MP, Ayestarán B, Guadalupe Z, Garrido Á and Tardaguila J, Phenolic composition of Tempranillo wines following early defoliation of the vines. J Sci Food Agric 92:925-934 (2012).
- 20 [9] Kliewer WM, Influence of temperature, solar radiation and nitrogen on coloration and composition of Emperor grapes. Am J Enol Vitic 28:96-103 (1977).
- [10] Mori K, Goto-Yamamoto N, Kitayama M and Hashizume K, Loss of anthocyanins 25 in red-wine grape under high temperature. J Exp Bot 58:1935-1945 (2007).
- [11] McLachlan G, Mahalanobis distance. Resonance 4:20-26 (1999).

Breve descripción de las figuras

30

Glosario de referencias

- (0) Procedimiento para la obtención manual de la porosidad.
- (1) Procedimiento para la estimación automática de la porosidad del viñedo mediante visión artificial.
- 35 (10) Cepa.
- (11) Cámara digital.
- (12) Fondo.
- (13) Imagen RGB original.
- 40 (14) Imagen con la selección de la región productiva de la cepa.
- (15) Imagen con la selección de la cepa segmentada en sus clases constitutivas (hojas, racimos, madera y huecos).
- (16) Imagen binaria clasificada.

Figura 1 (Fig.1).- muestra una configuración esquemática de la ubicación de una cámara digital (11) para capturar una imagen RGB original (13) de una cepa (10), en condiciones de campo.

5 **Figura 2 (Fig.2).**- muestra un diagrama de bloques con los flujos de movimiento según el estado de la técnica actual (0) y según la presente invención (1). El estado de la técnica actual se encuentra reflejado mediante línea de trazos discontinuos, mientras que el flujo de acuerdo a la presente invención se muestra mediante línea de trazo continuo.

10 **Figura 3 (Fig.3).**- muestra un conjunto de imágenes (14, 15, 16) obtenidas al aplicar el procedimiento que preconiza la invención (1) a una imagen RGB original (13).

En Fig.3A puede verse una imagen RGB original (13).

15 En Fig.3B puede verse una imagen con la selección de la región productiva de la cepa (14).

En Fig.3C puede verse una imagen con la selección de la cepa segmentada (15) en sus clases constituyentes (hojas, racimos, pámpanos o huecos).

En Fig.3D puede verse una imagen binaria clasificada (16).

20 **Figura 4 (Fig.4).**- muestra un gráfico, que se presenta a modo de ejemplo, donde se aprecian distintos valores de " % huecos medidos por cepa " frente a sus valores correspondientes de " % huecos estimados por cepa ", así como la correlación lineal entre dichos valores.

25 **Descripción detallada de la invención y exposición de un modo de realización preferente de la invención**

La presente invención permite determinar la porosidad de la pared o dosel vegetativo del viñedo. Es decir, permite evaluar el porcentaje de huecos de la zona foliar de una
30 cepa (10) de forma cuantitativa mediante una solución rápida, precisa y objetiva. La cepa (10) es de una vid tanto de variedad tinta como blanca. El método se basa en el análisis de imagen de una fotografía de vid tomada en campo

El procedimiento para la estimación automática de la porosidad del viñedo mediante
35 visión artificial (1) de acuerdo a la presente invención comprende las etapas o pasos siguientes:

Etapas "a". Capturar una imagen RGB original (13) de una cepa (10) con una cámara digital (11) en campo.

40

Se captura una imagen RGB original (13) por cada cepa (10).

Una configuración preferente de la cámara digital (11) es la siguiente: situar la cámara digital (11) a la misma altura que la cepa (10) con el fin de obtener una imagen RGB
45 original (13) de alzado o perfil de la cepa (10). Con el fin de evitar la interferencia de

las filas situadas detrás de la fotografiada, y que serían visibles a través de los huecos de la misma, se utiliza un fondo (12) de color uniforme que contraste con la cepa (10). Este fondo se situará detrás de la cepa a fotografiar, permitiendo identificar los huecos por su diferente color. De manera alternativa, también se podrá evitar la interferencia de la fila posterior mediante la toma de imágenes de manera nocturna, con el uso de una luz calibrada para iluminar únicamente la fila que se encuentra en frente y no las posteriores. De manera alternativa se utilizarán ópticas fotográficas configuradas de forma que enfoquen la fila objetivo, desenfocando las filas posteriores, lo que permite su filtrado posterior. Un modelo y distancia focal preferente de la cámara digital (11) es la siguiente: una cámara Nikon 5300D con objetivo Nikon 16-85 (Nikon Corp., Japan) con la distancia focal adecuada para enfocar la cepa.

Una configuración preferente de los parámetros de captura de la cámara digital (11) para una luminosidad típica es: velocidad de obturación 200 ms, sensibilidad ISO 800, enfoque manual y balance de blancos 'Sunlight', y una resolución de las imágenes originales 24 mpix.

Etapas "b". Seleccionar en la imagen RGB original (13) la región de la imagen que corresponda a la zona de producción de la cepa (10) para obtener una imagen con la selección de la región productiva de la cepa (14).

La imagen suele contener más área que la sometida a estudio, por lo que ésta debe seleccionarse o se podrían inducir errores en el análisis. La selección del área de la imagen la realiza un operador marcando los vértices de la zona a analizar de forma manual.

Etapas "c". Segmentar la imagen con la región productiva de la cepa (14) mediante selección de semillas para obtener una imagen con la selección de la cepa segmentada (15) con los píxeles que conforman la cepa (10) y con los que corresponden al fondo (12).

El proceso de identificación de los huecos en la zona foliar de la cepa se realiza a partir del análisis del color de los diferentes elementos presentes en la imagen. Para diferenciar los elementos presentes en la imagen a partir de su color se ha utilizado la segmentación por distancia de Mahalanobis [11], que permite agrupar los píxeles de la imagen en torno a un valor, seleccionado como definitorio de ese conjunto. El valor utilizado para generar los grupos se denomina semilla y se obtiene mediante selección directa sobre la imagen. Esta selección solo es necesario realizarla una vez para el total de las imágenes que se pretenden analizar, capturadas bajo condiciones similares de iluminación.

Etapas "d". Analizar la imagen con la selección de la cepa segmentada (15) para identificar los huecos presentes en la misma para obtener una imagen binaria clasificada (16).

- 5 Utilizando las semillas seleccionadas en el paso "b" se realiza la clasificación de los píxeles presentes en región a analizar seleccionada en el paso "c". Los valores de las componentes de color RGB se utilizan para clasificar cada pixel en función de la cercanía de los mismos a los de las semillas seleccionadas. Se utilizan varios grupos: madera (tronco/pámpano), hojas, racimos (si los hubiera) y huecos/fondo.

10

Etapas "e". Calcular el porcentaje de huecos de la cepa (10).

- Se calcula el porcentaje de huecos mediante el cociente entre el número de píxeles etiquetados como fondo, dividido entre el número de píxeles que corresponden a la
15 región de interés.

- Se determina la correlación lineal existente entre el porcentaje de huecos obtenidos por el método invasivo manual de campo, y el porcentaje de huecos estimados en la imagen, obteniendo $y = Ax + B$, y su R^2 ; siendo A y B los coeficientes de la recta de regresión
20 lineal. A modo de ejemplo no limitativo de la invención, en la Fig.4, se muestra un gráfico de regresión con $y=0,979 \cdot x - 1,115$, $R^2=0,932$.

Ventaja técnica que aporta la invención

- 25 Se ha desarrollado un nuevo método, basado en el análisis de imagen, para estimar el porcentaje de huecos en la superficie foliar de una cepa. Este nuevo método ha sido analizado en varios ensayos vitícolas y países, demostrándose que es un método robusto y preciso. El costo relativamente bajo del método, su precisión, su fiabilidad y la velocidad relativa en comparación con los métodos de medición manuales actuales
30 hacen que sea una gran alternativa a los métodos tradicionales. Es decir, este método puede constituir una nueva herramienta para estimar el porcentaje de huecos del viñedo de una forma rápida, fiable y precisa.

- La ventaja técnica de la presente invención es la de un procedimiento no invasivo, que
35 permite determinar o estimar de forma automática, la porosidad de una cepa mediante visión artificial.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la estimación automática de la porosidad del viñedo mediante visión artificial (1), **caracterizado porque** comprende las etapas siguientes:
 - a) Capturar una imagen RGB original (13) de una cepa (10) con una cámara digital (11) en campo;
 - b) Seleccionar en la imagen RGB original (13) la región de la imagen que corresponda a la zona de producción de la cepa (10) para obtener una imagen con la selección de la región productiva de la cepa (14);
 - c) Segmentar la imagen con la región productiva de la cepa (14) mediante selección de semillas para obtener una imagen con la selección de la cepa segmentada (15) con los píxeles que conforman la cepa (10) y con los que corresponden al fondo (12);
 - d) Analizar la imagen con la selección de la cepa segmentada (15) para identificar los huecos presentes en la misma para obtener una imagen binaria clasificada (16);
 - e) Calcular el porcentaje de huecos de la cepa (10).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la cepa (10) es de una vid tanto de variedad tinta como blanca.

FIG.1

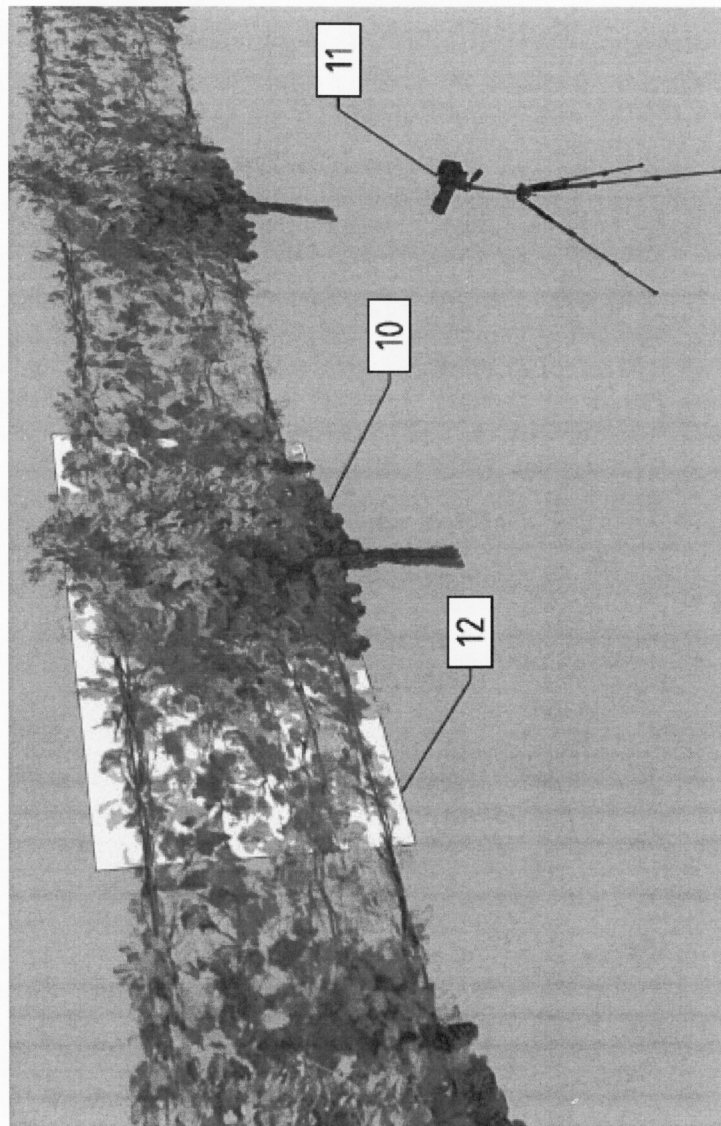


FIG.2

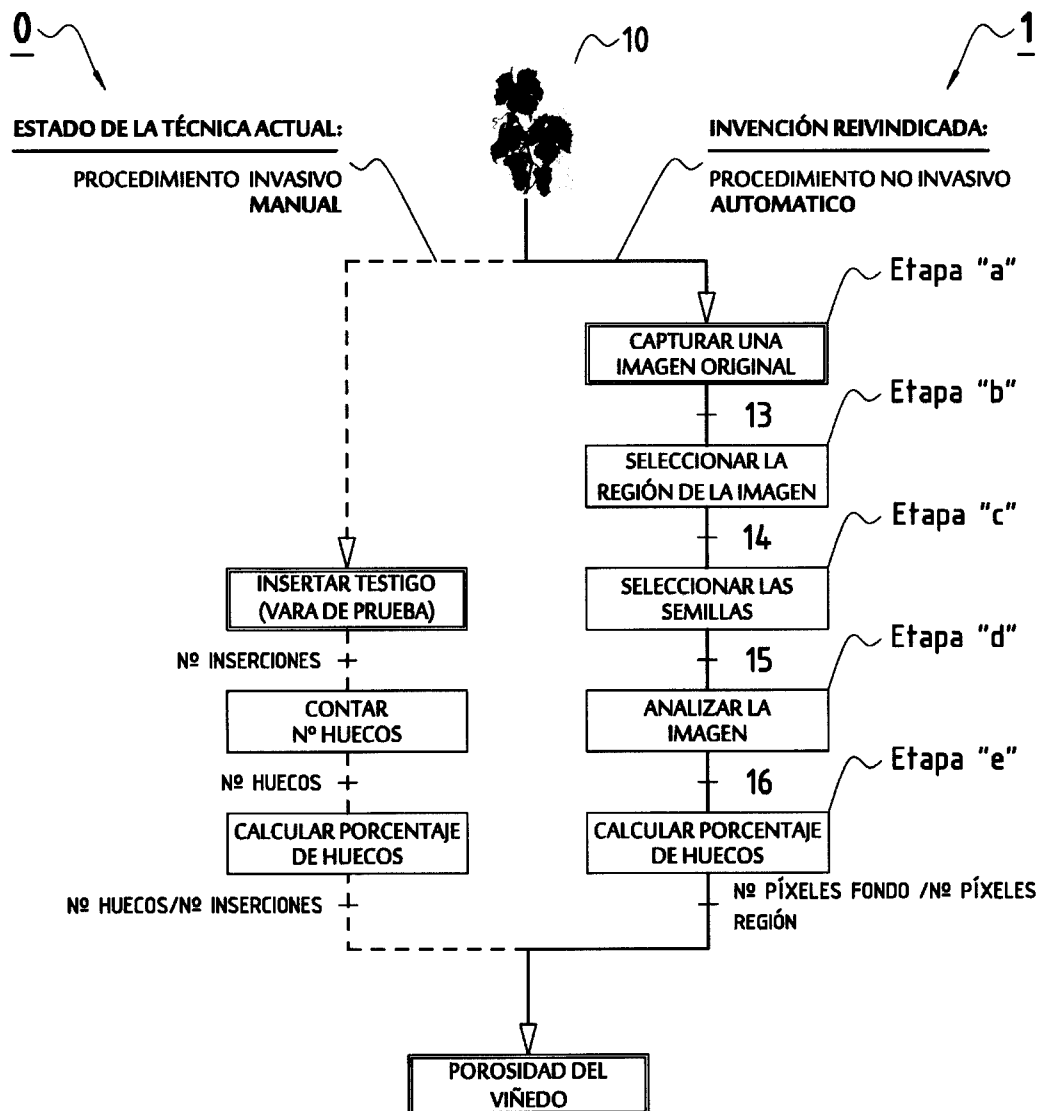


FIG.3

FIG.3A

13

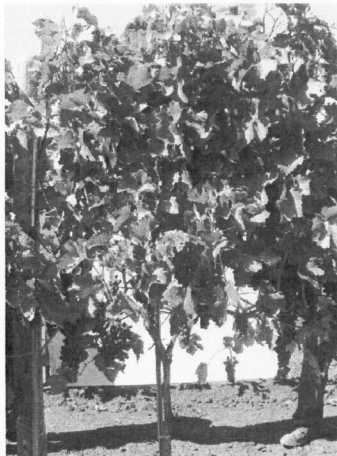


FIG.3B

14

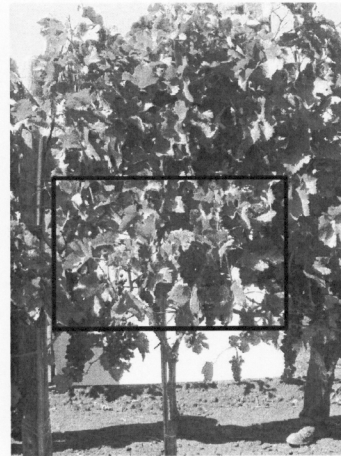


FIG.3C

15

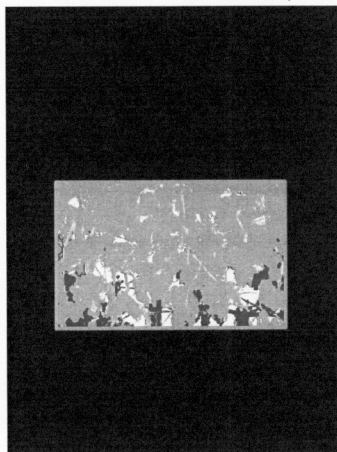


FIG.3D

16

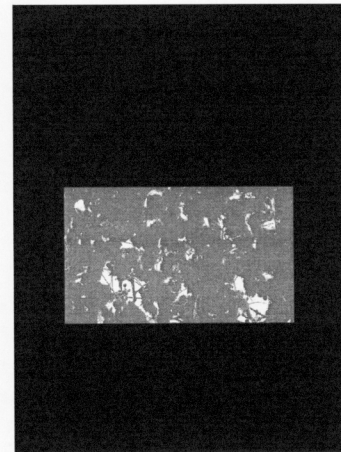
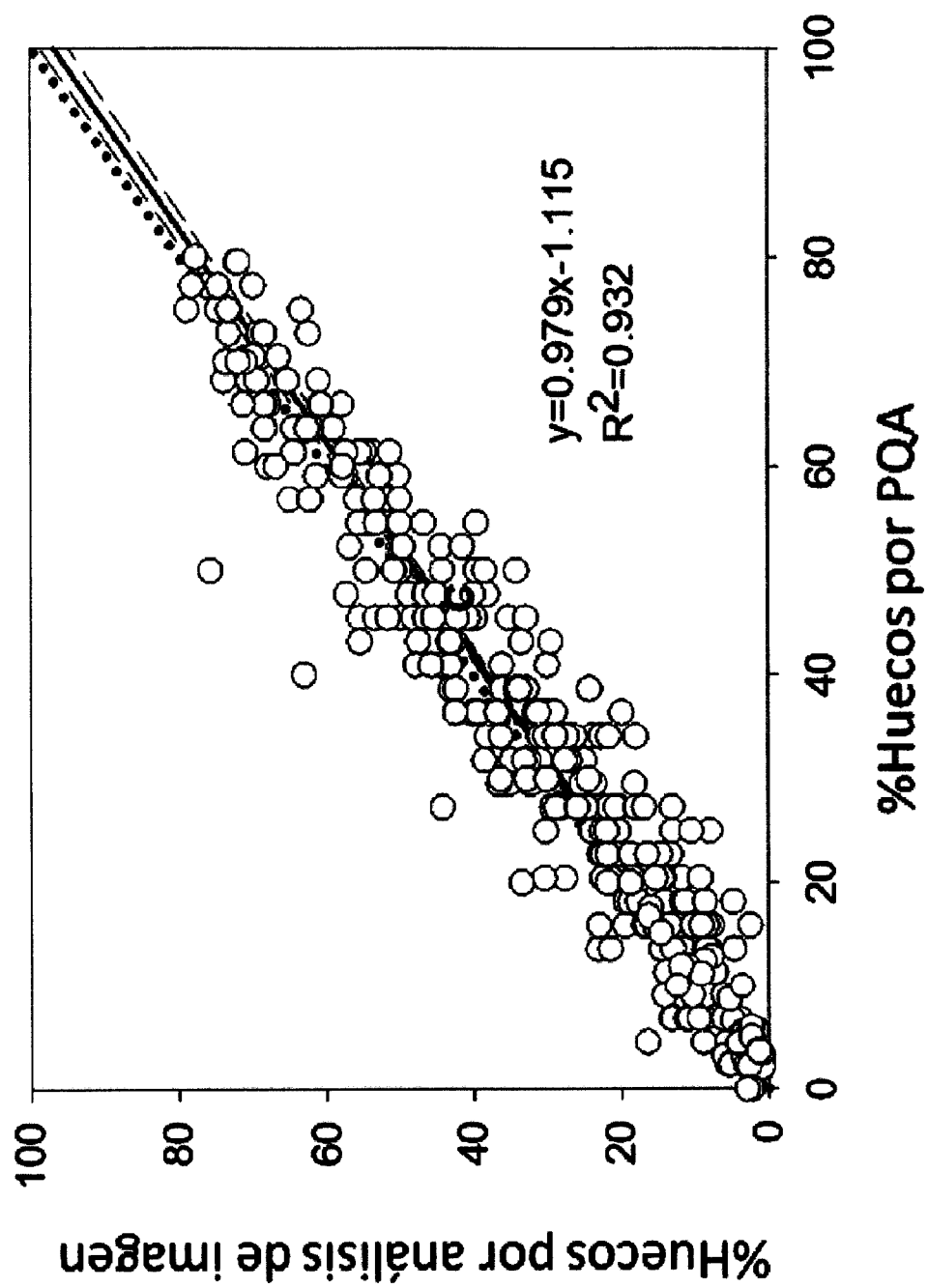


FIG.4





- ②① N.º solicitud: 201500551
②② Fecha de presentación de la solicitud: 15.07.2015
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **G06T7/00** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	ES 2523390 A1 (UNIV LA RIOJA; UNI POLITÈCNICA DE VALÈNCIA) 25.11.2014, página 1, líneas 8-12; página 4, líneas 20-30, página 6, líneas 19-30,40-45; página 7, líneas 1-17,28-37; reivindicaciones; figuras.	1,2
A	ES 2505330 A1 (UNIV LA RIOJA; UNI POLITÈCNICA DE VALÈNCIA et al.) 09.10.2014	1
A	ES 2470065 A1 (UNIV LA RIOJA) 20.06.2014	1
A	US 2008123945 A1 (ANDREW JAMES PHILIP et al.) 29.05.2008	1

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
04.11.2015

Examinador
M. C. González Vasserot

Página
1/4

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

G06T, A01H, G06K

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

INVENES, EPODOC, WPI

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 04.11.2015

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1,2	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1,2	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	ES 2523390 A1 (UNIV LA RIOJA; UNI POLITÈCNICA DE VALÈNCIA)	25.11.2014
D02	ES 2505330 A1 (UNIV LA RIOJA; UNI POLITÈCNICA DE VALÈNCIA et al.)	09.10.2014
D03	ES 2470065 A1 (UNIV LA RIOJA)	20.06.2014
D04	US 2008123945 A1 (ANDREW JAMES PHILIP et al.)	29.05.2008

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

Contraste de la solicitud con el documento D1

Reivindicaciones independientes:

Reivindicación 1

Procedimiento para la estimación automática de la porosidad del viñedo mediante visión artificial, que comprende las etapas siguientes (mirar en la página 1, líneas 8-12):

a) Capturar una imagen RGB original de una cepa con una cámara digital en campo (ver reivindicación 1 del documento D1 y la página 4, líneas 20-30);

b) Seleccionar en la imagen RGB original la región de la imagen que corresponda a la zona de producción de la cepa para obtener una imagen con la selección de la región productiva de la cepa (ver reivindicación 1 del documento D1 y observar en la página 6, líneas 19-30) ;

c) Segmentar la imagen con la región productiva de la cepa mediante selección de semillas para obtener una imagen con la selección de la cepa segmentada con los píxeles que conforman la cepa y con los que corresponden al fondo (ver reivindicación 1 del documento D1 y se indica en la página 6, líneas 19-21,40-45);

d) Analizar la imagen con la selección de la cepa segmentada para identificar los huecos presentes en la misma para obtener una imagen binaria clasificada (ver reivindicación 1 del documento D1 y se hace referencia en la página 6, líneas 40-45);

e) Calcular el porcentaje de huecos de la cepa (ver reivindicación 1 del documento D1 y mirar en la página 7, líneas 1-17,28-37 del documento D1).

La reivindicación 1 no tiene actividad inventiva (Art. 8.1 LP 11/1986) al ser afectada por D1

Reivindicación dependiente:

Reivindicación 2

Procedimiento donde la cepa es de una vid tanto de variedad tinta como blanca (ver reivindicación 2 del documento D1, tiene en cuenta la variedad).

Por tanto la reivindicación 2 no tiene actividad inventiva (Art. 8.1 LP 11/1986)

La diferencia entre la solicitud y el documento D1 es que la fotografía se toma en campo y en D1 en la bodega con una cámara digital, el procedimiento en lo demás es el mismo. Esta diferencia, no se considera que requiera ningún esfuerzo inventivo para un experto en la materia realizar el procedimiento en el campo en lugar de la bodega. Por tanto ambas reivindicaciones carecen de actividad inventiva al ser afectadas por D1.