

19

OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 385 756**

21 Número de solicitud: 200930893

51 Int. Cl.:

G06K 9/00 (2006.01)**G01N 21/84** (2006.01)**G06T 7/00** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación: **22.10.2009**43 Fecha de publicación de la solicitud: **31.07.2012**43 Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
31.07.201271 Solicitante/s:
**CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS (CSIC)**
Serrano nº 117
28006 Madrid, ES72 Inventor/es:
ZARCO TEJADA, PABLO;
FERERES CASTIEL, ELÍAS;
JIMÉNEZ BERNI, JOSÉ ANTONIO;
GONZÁLEZ DUGO, VICTORIA y
SUÁREZ BARRANCO, MARÍA DOLORES74 Agente/Representante:
Pons Ariño, Ángel54 Título: **MÉTODO DE SEGMENTACIÓN DE CULTIVOS.**

57 Resumen:

Método de segmentación de cultivos.

Se describe un método de distribución espacial continua de la calidad del fruto dentro de una parcela de cultivo o una finca comercial que permite la segmentación de dicha finca en sectores de distinta calidad, por lo tanto las zonas con mayor precio de mercado pueden ser recolectadas independientemente; permitiendo al agricultor obtener un mapa de calidad completo de sus cultivos previo a la organización de la recolección del fruto.

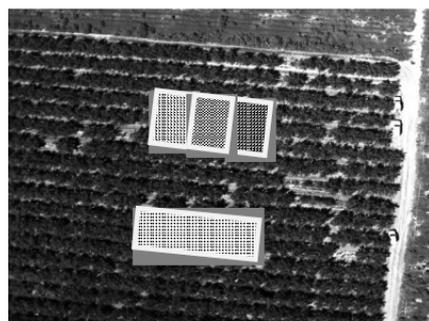


FIG. 1

DESCRIPCIÓN

Método de segmentación de cultivos

OBJETO DE LA INVENCION

5 La presente invención se refiere a obtener una distribución espacial continua de la calidad del fruto dentro de una finca comercial que permite la segmentación de dicha finca en sectores de distinta calidad.

El objeto de la invención consiste en la fragmentación de parcelas de cultivos comerciales de acuerdo a los parámetros de calidad de fruto usando técnicas de teledetección.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 La recolección constituye una de las tareas más críticas y vulnerables porque dependiendo de cómo se realiza la recolección y su posterior manejo dependerá la calidad y la duración del producto recolectado.

La fecha de recolección se determina por cambios en el color de fondo de la piel, al existir una amplia gama de variedades se utiliza una guía de colores para determinar la madurez. Como no todos los frutos maduran simultáneamente, deberán efectuarse varias pasadas.

15 Por otra parte el uso de técnicas de detección de estrés hídrico en vegetación es ampliamente conocido mediante la determinación del mismo usando espectrómetros a nivel de suelo tal y como se describe en Idso, S. B., Jackson, R. D., Pinter, P. J., Jr., Reginato, R. J., and Hatfield, J. L. (1981), Normalizing the stress-degree-day parameter for environmental variability, Agric. Meteorol. 24:45-55. en Jackson, R. D., Reginato, R. J., and Idso, S. B. (1977a), Wheat canopy temperature: a practical tool for evaluating water requirements, Water Resour. Res. 13:651-656. O en Jackson, R. D., Idso, S. B., Reginato, R. J., and Ehler, W. L. (1977b) Crop temperature reveals stress, Crop Soils 29:10-13. A pesar de que la relación entre estrés hídrico y calidad del fruto ha sido ampliamente estudiada, no existen actualmente indicadores fiables que determinen la calidad o estado del fruto.

20

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

25 El método objeto de la invención permite determinar el estado de fruto para proceder a determinar y delimitar aquellas zonas en las que se encuentren los frutos listos para su recolección, permitiendo identificar las zonas en las que se ubican sólo árboles donde se encuentren, permitiendo así una mejor planificación de la recogida con la consecuente optimización de recursos.

30 Para realizar la determinación del estado de fruto el método objeto de la invención se basa en el estado de epoxidación del ciclo xantofílico durante el desarrollo del fruto, el cual se encuentra ampliamente documentado para cada tipo de fruto y cada especie. Asimismo el nivel de azúcares en el fruto es otro indicador del estado del mismo, y puede ser utilizado a su vez para determinar el momento de la recolección del fruto dependiendo de dicho índice de nivel de azúcares.

El índice de reflectancia fotoquímica (PRI) es un indicador que se puede obtener mediante imagen directa o teledetección y que está ligado a distintos parámetros de la vegetación, entre ellos indicadores de los efectos que puede tener el estrés hídrico en dicha vegetación.

35 Existe una relación entre el estado de epoxidación de las xantofilas y el índice de reflectancia fotoquímica (PRI); y a su vez existe una relación entre los niveles de azúcares y de acidez y su ratio (TSS/TA) en el fruto de las plantaciones de las que se ha obtenido dicho PRI, que se ven influenciados por el nivel de estrés hídrico y el PRI.

Con estos parámetros, y sus correspondencias entre ellos, se hace posible establecer el nivel de azúcares y de acidez determinantes del grado de calidad del fruto y el estado en el que se encuentra dicho fruto a partir del PRI obtenido.

40 El índice de reflectancia fotoquímica (PRI) se puede obtener mediante teledetección, haciendo posible la obtención de dicho índice a partir de vuelos no tripulados equipados con cámaras multispectrales. Estas últimas permiten obtener el valor de reflectancia en las bandas que se utilizan para calcular el PRI, centradas a 530nm y a 570nm.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

45 Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no

limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Muestra una vista aérea de las parcelas segmentadas.

Figura 2.- Muestra una gráfica de la correlación del PRI medido en hoja con los niveles de epoxidación de las xantofilas.

Figura 3.- Muestra una gráfica de la correlación del PRI de copa con el cociente azúcares/acidez (TSS/TA).

5 REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCIÓN

A la vista de las figuras se describe a continuación un modo de realización preferente del método objeto de esta invención.

10 Se determina el estado de unos frutos de una plantación, para ello se sobrevuela unas parcelas de la plantación de melocotones con una aeronave no tripulada equipada con una cámara multiespectral mediante la cual se captan imágenes multiespectrales de la plantación.

A partir de dichas imágenes captadas se determina el índice de reflectancia fotoquímica (PRI) de cada uno de los árboles de la plantación.

15 Tal y como se observa en la figura 2 el PRI tiene una correspondencia con el estado de epoxidación de las xantofilas. El estado de epoxidación de las xantofilas está relacionado con la respuesta fotosintética de la vegetación alterada por situaciones de estrés hídrico. Esta respuesta fotosintética durante la maduración del fruto está a su vez relacionada con el contenido en azúcares y acidez, determinantes del estado y la calidad de dicho fruto. Se utiliza el ratio azúcares/acidez (TSS/TA) como parámetro que describe la calidad de cada fruto. La relación PRI obtenido de cada copa a partir de las imágenes multiespectrales y el ratio TSS/TA se puede apreciar en la figura 3.

20 Una vez realizada la correlación de los datos se puede determinar, a partir de dicha correlación, las zonas donde se encuentran frutos de distinta calidad y en estado de madurez adecuado que deben ser recolectados separadamente debido a su mayor valor comercial, tal y como se observa en la figura 1.

REIVINDICACIONES

- 1.- Método de segmentación de cultivos frutales caracterizado porque comprende los siguientes pasos:
- determinar un índice de reflectancia fotoquímica PRI a partir imágenes multiespectrales captadas mediante teledetección del cultivo a segmentar,
 - 5 - utilizar una correlación entre el PRI obtenido con un ratio de azúcar y acidez en fruto (TSSA/TA),
 - determinar el estado y grado de calidad de fruto a partir del ratio acidez en fruto (TSSA/TA) obtenida en el paso anterior, y
 - delimitar diferentes zonas de cultivo correspondientes a distintos grados de calidad del fruto donde dicho grado de calidad viene determinado por el citado ratio azúcares/acidez (TSS/TA).
- 10 2.- Método de segmentación de parcelas de cultivo según reivindicación 1 caracterizado porque las cámaras multiespectrales se ajustan en una banda centrada a 530 nm y a 570 nm.
- 3.- Método de segmentación de parcelas de cultivo según reivindicación 1 donde la correlación entre el índice de reflectancia fotoquímica PRI y el nivel de azúcar y acidez en fruto (TSSA/TA), se realiza mediante:
- 15 - captación de imágenes multiespectrales del cultivo mediante cámaras multiespectrales mediante teledetección del cultivo a segmentar,
 - determinación del índice de reflectancia fotoquímica (PRI) a partir de las imágenes captadas en el paso anterior, y
 - determinación unos niveles de azúcares en fruto para calcular el calcular el ratio azúcares/acidez (TSS/TA) mediante medición in-situ de dichos niveles de azúcares en fruto.
- 20 4.- Método de segmentación de parcelas de cultivo según reivindicación 1 donde la correlación entre el índice de reflectancia fotoquímica PRI y ratio de azúcar y acidez en fruto (TSSA/TA) se obtiene a partir del contenido de bases de datos.

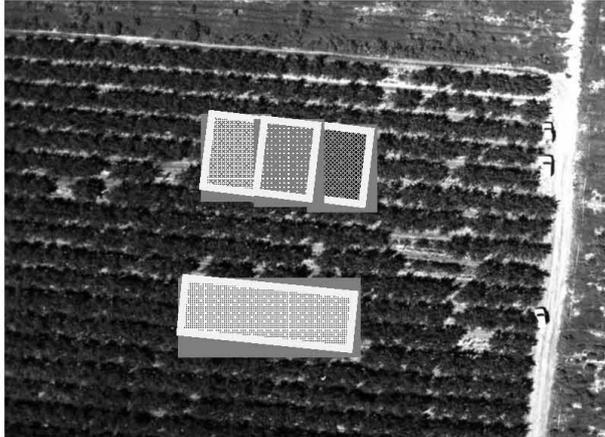


FIG. 1

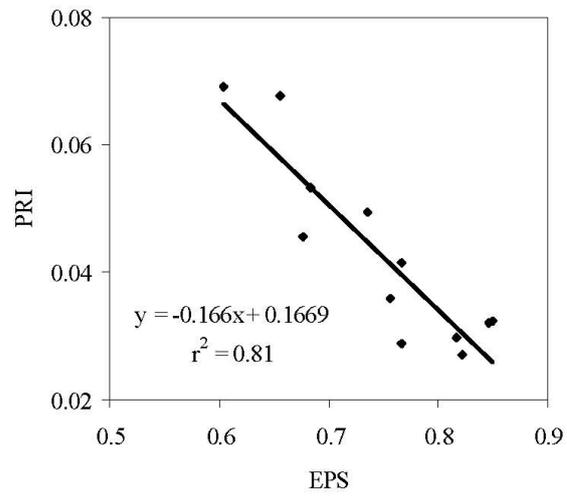


FIG .2

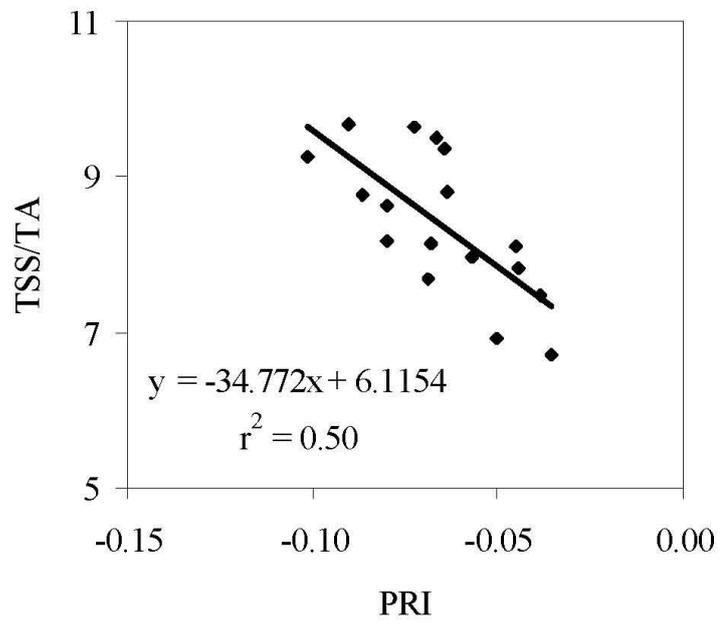


FIG. 3



②① N.º solicitud: 200930893

②② Fecha de presentación de la solicitud: 22.10.2009

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
Y	SUAREZ, L. et al. Detecting water stress in orchard crops using PRI from Airborne imagery. En: 6th EARSeLSIG IS workshop, European Association of Remote Sensing Laboratories Workshop. Tel Aviv, Israel. 16-19.03.2009 [en línea] [recuperado el 13.07.2012] Recuperado en Internet <URL:http://www.earsel6th.tau.ac.il/~earsel6/CD/PDF/earsel-PROCEEDINGS/3005%20Suarez.pdf>	1-4
Y	ZARCO-TEJADA, J.P. et al. Temporal and Spatial Relationships between Within-Field Yield Variability in Cotton and High-Spatial Hyperspectral Remote Sensing Imagery. Agronomy Journal, Vol. 97, No. 3, mayo-junio 2005, páginas 641-653 [en línea], [recuperado el 13.07.2012]. Recuperado de Internet <URL: https://www.soils.org/publications/aj/articles/97/3/0641> <DOI:10.2134/agronj2003.0257>	1-4
A	ZARCO-TEJADA, P.J. et al. Assessing vineyard condition with hyperspectral indices: Leaf and canopy reflectance simulation in a row-structured discontinuous canopy. REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT, Vol. 99, No. 3, páginas 271-287. <DOI: 10.1016/j.rse.2005.09.002>	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
16.07.2012

Examinador
A. M. Navarro Farell

Página
1/5

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

G06K9/00 (2006.01)

G01N21/84 (2006.01)

G06T7/00 (2006.01)

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

G06K, G01N, G06T

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, TXTEN, XPAIP, XPESP,XPESP2, XPIEE, XPI3E,BIOSIS, COMPDX, EMBASE, INSPEC, Internet

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 16.07.2012

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-4	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-4	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	SUAREZ, L. et al. Detecting water stress in orchard crops using PRI from Airborne imagery. En: 6th EARSeLSIG IS workshop, European Association of Remote Sensing Laboratories Workshop. Tel Aviv, Israel. 16-19.03.2009 [en línea] [recuperado el 13.07.2012] Recuperado en Internet <URL: http://www.earsel6th.tau.ac.il/~earsel6/CD/PDF/earsel-PROCEEDINGS/3005%20Suarez.pdf >	mayo-junio 2005
D02	ZARCO-TEJADA, J.P. et al. Temporal and Spatial Relationships between Within-Field Yield Variability in Cotton and High-Spatial Hyperspectral Remote Sensing Imagery. Agronomy Journal, Vol. 97, No. 3, mayo-junio 2005, páginas 641-653 [en línea], [recuperado el 13.07.2012]. Recuperado de Internet <URL: https://www.soils.org/publications/aj/articles/97/3/0641 > <DOI: 10.2134/agronj2003.0257>	16-19.03.2009.

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

Se considera que D01 es el documento del estado de la técnica más próximo al objeto de la **reivindicación 1**.

En el documento D01 se afirma que los valores del índice de reflectancia fotoquímica (denominado PRI de acuerdo con su sigla en inglés "photochemical reflectance index") adquiridos a lo largo de un periodo estacional de crecimiento pueden usarse como un indicador de calidad de la fruta producida en una huerta de frutales. Véase D01, resumen.

El PRI se calcula a partir de imágenes multiespectrales captadas mediante teledetección. Véase D01, apartado "2.3 Imagery".

En el documento D01 se normalizan los valores de PRI extraídos de las imágenes con los valores de la irradianza instantánea E. Luego se realiza una correlación entre la integral de PRI/E durante el periodo de crecimiento de los frutos con el ratio de azúcares solubles totales / Acidez total (denominado TSS/TA de acuerdo con su sigla en inglés "Total Soluble Sugars/Total Acidity"). Véase D01, el último párrafo del apartado 3. Results and discussion que se encuentra justo después de la figura 2.

En el documento D01 se indica que el ratio TSS/TA se considera el mejor indicador del sabor de un fruto (véase D01 apartado "2.2 Field data") y que es un parámetro de calidad del fruto. Véase apartado 4 "Conclusions"

Así pues la diferencia existente entre el objeto de la reivindicación 1 y lo divulgado en el documento D01 es que en el documento D01 no se describe de forma explícita la última etapa del procedimiento. Es decir el que se una vez realizada aplicada la correlación entre los valores del PRI y de los valores de TSS/TA, se determine en qué zonas los valores de TSS/TA cumplen determinado criterio de calidad.

No obstante para el experto en la materia es evidente que un resultado de gran interés cuando se estudia la calidad de los frutos in situ mediante teledetección es, una vez evaluada dicha calidad, saber en qué zonas se agrupan los frutos que cumplen determinados condiciones de calidad. Es decir se trata de un resultado deseable obvio del que no se proporciona ninguna característica técnica concreta adicional que permita alcanzarlo.

Pero además, en el documento D02 se presentan los resultados obtenidos cuando se comparan la información espacial de rendimiento del algodón adquirida con un monitor de rendimiento y diversos índices de banda estrecha relacionados con la concentración de pigmentos que se obtienen a partir de imágenes hiperespectrales por teledetección. El PRI se menciona entre los índices que se podrían usar, aunque dicho índice no se emplea después en el estudio. En el documento D02 se evalúan usando métodos de agrupamiento no supervisado diversas técnicas de segmentación para obtener clases de rendimiento homogéneo a partir de los índices hiperespectrales. El método de clasificación no supervisada de k-medias permitió obtener un total de tres clases correspondiéndose a áreas de rendimiento bajo, medio y alto. Véase D02, página 642, columna derecha, antes del apartado "Materials and methods", páginas 642 a 644, (mención del PRI), páginas 647 y 648, apartado "Analysis methods".

Se considera por lo tanto que el experto en la materia, después de haber puesto en práctica las enseñanzas del documento D01, hubiera procedido de forma evidente a aplicar como continuación natural las enseñanzas del documento D02 procediendo a una agrupación por zonas de calidades semejantes para poder tomar decisiones sobre cómo actuar en cada zona.

En conclusión la reivindicación 1 carece de actividad inventiva de acuerdo con el artículo 8 de la Ley de Patentes 11/1986.

REIVINDICACIONES 2 a 4

Reiv 2: De acuerdo con la definición del índice $PRI=(R531-R570)/R531+R570$ dada en la tabla 2 del documento D02, resulta evidente para el experto en la materia que la toma de las imágenes debe realizarse de forma que se puedan obtener los valores a 530 nm y 570 nm.

Reiv 3: de acuerdo con el análisis del documento D01 hecho al estudiar la reivindicación 1, el documento D01 divulga todas las características técnicas de la reivindicación 3.

Reiv. 4: para el experto en la materia hubiera sido obvio que si se dispone de correlaciones realizadas anteriormente en bases de datos, una alternativa interesante es utilizar dichas correlaciones en vez de repetir los experimentos.

Se considera por lo tanto que las reivindicaciones 2 a 4, que dependen de la reivindicación 1 que carece de actividad inventiva, no aportan ninguna característica técnica adicional que no sea ya conocida o evidente para el experto en la materia, por lo que carecen su vez de actividad inventiva.