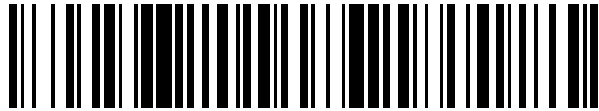


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 554 396**

21 Número de solicitud: 201400373

51 Int. Cl.:

**G01N 21/35** (2014.01)

12

## PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

**30.04.2014**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**18.12.2015**

Fecha de la concesión:

**30.09.2016**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**07.10.2016**

56 Se remite a la solicitud internacional:

**PCT/ES2015/000060**

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD DE SEVILLA (100.0%)  
Paseo de las Delicias s/n - Pabellón de Brasil  
41013 Sevilla (Sevilla) ES**

72 Inventor/es:

**GALLEGOS MARISCAL, José Carlos;  
HEREDIA MIRA, Francico José;  
HERNÁNDEZ HIERRO, José Miguel;  
MARTÍNEZ ROSAS, Miguel Enrique;  
NOGALES BUENO, Julio y  
RODRÍGUEZ PULIDO, Francisco José**

54 Título: **Dispositivo de medición discreta por reflectancia de NIR multibanda del índice glucoacídico en uva para vinificación**

57 Resumen:

El dispositivo de medición discreta por reflectancia de NIR multibanda del índice glucoacídico en uva para vinificación tiene por objeto detectar y medir el índice glucoacídico en uva para vinificación. A partir de este índice el dispositivo identificará las etapas de madurez de la uva. Esto se hará de forma automática utilizando medidas de reflectancia en determinadas longitudes de onda del infrarrojo cercano. Tras la calibración del dispositivo, la medida se realiza de manera puntual sobre la superficie del fruto, que es colocado en el interior del sistema.

Este sistema es aplicable al control de calidad en la industria alimentaria, en la agricultura y en áreas afines dedicadas a la investigación y desarrollo.

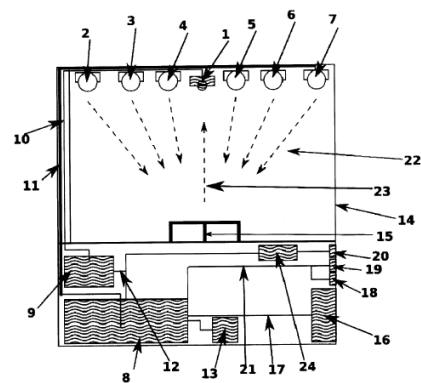


Figura 1.

ES 2 554 396 B1

**DESCRIPCIÓN**

Dispositivo de medición discreta por reflectancia de NIR multibanda del índice glucoacídico en uva para vinificación.

5

**OBJETO DE LA INVENCION**

La invención tiene por objeto detectar e identificar las etapas de madurez de uva tinta de vinificación, a partir de su índice glucoacídico, de forma automática utilizando medidas de reflectancia en determinadas longitudes de onda del infrarrojo cercano. Tras la calibración del dispositivo, la medida se realiza de manera puntual sobre la superficie del fruto, que es colocado en el interior del sistema.

10

Este sistema es aplicable al control de calidad en la industria alimentaria, en la agricultura, así mismo, en áreas afines dedicadas a la investigación y desarrollo.

15

**ESTADO DE LA TÉCNICA**

El sector vitivinícola depende de factores muy variados a la hora de conseguir una producción rentable y de calidad. Condiciones climáticas, abonados, régimen de riego, actividades de laboreo, etc., son solo algunos de los factores a considerar para conseguir una cosecha de uva de calidad. A partir de aquí, para conseguir el objetivo de producir un buen vino, es necesario tener en cuenta y controlar muchos más factores, convirtiendo el proceso general en algo complejo y tedioso.

20

25

El estado de la uva usada para vinificación (*Vitis. vinifera* L.) es de vital importancia en la calidad del vino. Además, una correcta elección del momento de la vendimia también influye de forma fundamental en la calidad futura de un vino. Los vitivinicultores deben decidir anualmente esta fecha. Uno de los factores más importantes que se tiene en cuenta para decidir cuándo es el momento adecuado para recolectar la uva es la relación entre la concentración de azúcares y la acidez total, es decir, el índice glucoacídico. El contenido en azúcar está estrechamente relacionado con el grado alcohólico probable que se podrá conseguir en el vino y la acidez total ayuda a controlar el color y calidad de éste [1].

30

35

$$\text{Índice glucoacídico} = \frac{\text{Concentración azúcar}}{\text{Acidez total}}$$

Actualmente en las bodegas, el control de la madurez de la uva se consigue mediante la toma de muestras y la posterior realización de análisis físico-químicos. Para determinar la concentración de azúcar es común realizar estudios de densidad al mosto de la uva, ya que está estrechamente relacionada con la cantidad de azúcares presentes. También es posible determinar la cantidad de azúcar de un mosto midiendo su índice de refracción. La determinación de la acidez total suele realizarse mediante volumetría usando NaOH como disolución valorante [2].

40

45

Los dos métodos descritos anteriormente son laboriosos y/o destructivos. Sería interesante poder remplazarlos por nuevas técnicas no destructivas, siempre que sean aproximadamente igual de precisas que los métodos físico-químicos. En los últimos tiempos han surgido técnicas de análisis de imagen hiperespectral con gran potencial para convertirse en una forma rápida y no destructiva de realizar análisis de alimentos. En un trabajo realizado anteriormente en este laboratorio [3] se determina, con la ayuda de un dispositivo de análisis de imagen hiperespectral en el infrarrojo cercano (NIR, por sus siglas en inglés), la concentración de azúcar y la acidez total en uvas de vinificación, es decir, el índice glucoacídico.

El análisis de imagen hiperespectral es por tanto una buena herramienta para conseguir este propósito, sin embargo, los dispositivos hiperespectrales presentes en el mercado son muy costosos. Una forma de reducir los costes de este tipo de técnica puede ser determinar que longitudes de onda son más influyentes, y diseñar un dispositivo de medida espectral basado solo en esas longitudes de onda.

Basándonos en un estudio realizado anteriormente en este laboratorio [3] se ha conseguido obtener un número reducido de longitudes de onda útiles para calcular el índice glucoacídico. De esta forma, se han seleccionado mediante tratamientos estadísticos las 6 longitudes de onda más características pertenecientes a la región del infrarrojo cercano comprendida entre 950 y 1650 nm, minimizando así la pérdida de información espectral.

El sistema automático NIR de determinación del índice glucoacídico para uva tinta de vinificación aquí presentado sería una opción para determinar este índice de forma no destructiva y más rápida que los métodos usados tradicionalmente. Y además, con un sistema bastante más económico y accesible que los dispositivos hiperespectrales que se están proponiendo para estos propósitos en los últimos tiempos.

[1] E. Meléndez, M.C. Ortiz, L.A. Sarabia, M. Íñiguez, and P. Puras, *Anal. Chim Acta.*, 761 (2013) 53-61.

[2] OIV. *Recueil de methods internationales d'Analyse des vins. Caracteristiques chromatiques.* 1990. Paris, OIV.

Ref Type: Internet Communication

[3] J. Nogales-Bueno, J.M. Hernández-Hierro, F.J. Rodríguez-Pulido, and F.J. Heredia, *Food Chem.*, 152 (2014) 586-591.

## DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

El dispositivo de medición discreta por reflectancia de NIR multibanda del índice glucoacídico en uva para vinificación se basa en un sensor que es utilizado para detectar la información de la luz en el NIR que proviene del objeto de interés. Además, consta con seis diferentes componentes de iluminación emitiendo cada uno a diferentes longitudes de onda. Estos componentes de iluminación, dispuestos en forma de corona circular alrededor del sensor, se dirigen hacia el objeto de interés para iluminarlo en un ángulo de 45° y, por reflexión, hacer llegar la luz hasta el sensor. La señal es posteriormente procesada por un microcontrolador que determina

el índice glucoacídico y a partir de él, la etapa de madurez en la que se encuentra la uva. Posteriormente esta información es transferida al usuario mediante una pantalla LCD.

5

## DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Figura 1 es un corte transversal del dispositivo de medición discreta por reflectancia de NIR multibanda del índice glucoacídico en uva para vinificación.

10

La Figura 2 es una vista cenital del dispositivo de medición discreta por reflectancia de NIR multibanda del índice glucoacídico en uva para vinificación.

## 15 MODO DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

El dispositivo de medición discreta por reflectancia de NIR multibanda del índice glucoacídico en uva para vinificación se basa en un sensor InGaAS 1 cuyo rango de detección está entre 800 nm y 1700 nm. El sensor es utilizado para detectar la información de la luz en el NIR que proviene del objeto de interés.

El dispositivo de medición discreta por reflectancia de NIR multibanda del índice glucoacídico en uva para vinificación consta de seis diferentes componentes de iluminación emitiendo a 1050 nm, 1150 nm, 1200 nm, 1300 nm, 1450 nm, 1600 nm respectivamente 2-7. Estos se dirigen hacia el objeto de interés para iluminarlo en un ángulo de 45° 22 para reducir la componente de reflexión especular que llega al sensor. Por reflexión 23, la luz llega hasta el sensor 1; donde, se extrae la información de la señal luminosa y se cuantifica la energía reflejada por el objeto de interés. Una vez que la señal se encuentra en el sensor, este la convierte a una señal analógica. Esta es acondicionada por una etapa de acondicionamiento de señal 9 y posteriormente es procesada por un microcontrolador 8.

El microcontrolador 8 contiene los algoritmos y todas las instrucciones necesarias para la operación del sistema. Las cuales son: controlar los componentes de iluminación, recibir la señal acondicionada, procesar las señales recibidas, desplegar datos, procesos de calibración y proceso de identificación. Dentro del procesado de la señal, el microcontrolador se encarga de traducir los datos espectrales a valores de índice glucoacídico y con esto determina la etapa de madurez en la que se encuentra la uva. Los valores de salida de índice glucoacídico que proporciona el microcontrolador van de 0 a 5, considerándose el valor 3 el umbral a partir del cual el fruto está maduro. Para esto, el algoritmo incluye varios modelos matemáticos desarrollados previamente para tal efecto [3].

$$\text{Índice glucoacídico} = \frac{\text{Concentración azúcar}}{\text{Acidez total}}$$

- El sistema está dotado de una carcasa 14 para protección del mismo y, también, de un soporte 15 para colocar los objetos de interés y llevar a cabo el proceso de calibración o identificación.
- 5 En la pantalla LCD 16 se despliegan: los datos de la señal del sensor 1, las indicaciones para calibrar el sistema y la identificación del índice glucoacídico. Una vez calibrado el sistema, automáticamente se pone en modo: esperando objeto de interés; cuando se coloca un objeto sobre el soporte 15, procede a adquirir la información de su espectro discreto y, posteriormente, indica en la pantalla la fase de madurez a la que corresponde o, en su defecto, despliega la leyenda “fuera del rango”
- 10 si la información no concuerda con la información de calibración. Si el sistema no se encuentra calibrado, mediante la pantalla LCD solicitará realizar el procedimiento para calibrar el sistema. Esta pantalla LCD se interconecta con el microcontrolador como se muestra en 17. La comunicación entre el usuario y el dispositivo es posible gracias a tres botones 18-20.
- 15 El sistema es energizado por medio de una fuente 24 regulada a 5 V conectada a la corriente mediante una conexión externa. La fuente regulada convierte la señal de corriente alterna de 110 V o 220 V a una señal de corriente continua regulada de 5 V.
- 20 El soporte 15 tiene la función de permitir colocar el objeto de interés de tal manera que se encuentre en la posición correcta para recibir la iluminación proveniente de los componentes de iluminación 2-7 y posteriormente, permitir su reflexión hacia el sensor 1 con la información del espectro discreto 23.
- 25 El proceso de calibración es un proceso que se selecciona por el usuario de forma manual. Si no se elige esta secuencia, el sistema se inicializa con los valores pre-programados. Este proceso de calibración se inicia solicitando un blanco de referencia; posteriormente, se ejecuta una secuencia de iluminación y captura de señal para normalizar los niveles de sensibilidad. Una vez concluida esta tarea, despliega
- 30 una leyenda informando que el proceso de calibrado se ha realizado satisfactoriamente.
- 35 El proceso de análisis se da cuando el usuario selecciona la opción de iniciar muestreo. En este momento el dispositivo procede directamente a utilizar los valores pre-programados o los del proceso de calibración. Después de elegir esta secuencia, el sistema estará listo para iniciar análisis del fruto a partir de su reflectancia para detectar el índice glucoacídico e identificación de la etapa de madurez.

REIVINDICACIONES

- 1.- Dispositivo de medición discreta por reflectancia de NIR multibanda del índice glucoacídico en uva para vinificación caracterizado porque dispone de un sensor NIR  
 5 InGaAS alojado dentro de una carcasa, situado en una posición central y verticalmente sobre el soporte para muestra (15) para recibir la señal reflejada del objeto de interés.
- 2.- Dispositivo de medición discreta por reflectancia de NIR multibanda del índice glucoacídico en uva para vinificación caracterizado según reivindicación anterior  
 10 porque dispone de seis componentes de iluminación que basan su operación en la tecnología LED, situados en una corona circular de forma que la línea que une cada uno de ellos con el soporte para muestra (15) forme 45° con la vertical, reduciéndose así la componente especular de la reflectancia recibida por el sensor.
- 15 3.- Dispositivo de medición discreta por reflectancia de NIR multibanda del índice glucoacídico en uva para vinificación según reivindicaciones anteriores caracterizado porque cada uno de dichos seis componentes de iluminación emite a distinta longitud de onda en el intervalo comprendido entre 1000 y 1650 nm para la correcta medida del índice glucoacídico.
- 20 4.- Dispositivo de medición discreta por reflectancia de NIR multibanda del índice glucoacídico en uva para vinificación según reivindicaciones anteriores caracterizado porque las distintas intensidades de radiación infrarroja detectadas por el sensor ImGaAs se transforman a niveles del índice glucoacídico en la muestra.
- 25 5.- Dispositivo de medición discreta por reflectancia de NIR multibanda del índice glucoacídico en uva para vinificación según reivindicaciones anteriores caracterizado porque se incluye un microcontrolador, encargado de controlar el sensor InGaAs, recibir la señal del sensor, procesar las señales del sensor, desplegar datos, procesos de calibración y proceso de identificación.
- 30 6.- Dispositivo de medición discreta por reflectancia de NIR multibanda del índice glucoacídico en uva para vinificación según reivindicaciones anteriores caracterizado porque los distintos componentes de iluminación dentro de la carcasa están distribuidos en forma de corona circular alrededor del sensor InGaAs y orientados hacia el soporte para la muestra con una inclinación de 45°.
- 35 7.- Dispositivo de medición discreta por reflectancia de NIR multibanda del índice glucoacídico en uva para vinificación según reivindicaciones anteriores caracterizado porque comprende una pantalla LCD, botones de interfaz de usuario, soporte, conexión externa, fuente regulada y sus posibles variantes en ubicación y modificación de tecnología para hacer más ergonómico y funcional el sistema.
- 40 8.- Dispositivo de medición discreta por reflectancia de NIR multibanda del índice glucoacídico en uva para vinificación caracterizado según reivindicaciones anteriores por que las intensidades de radiación infrarroja se transforman a niveles de índice glucoacídico en un rango comprendido entre 0 y 5 unidades, de manera que se considera el fruto apto para su recogida a partir del nivel 3.
- 45

- 9.- Dispositivo de medición discreta por reflectancia de NIR multibanda del índice glucoacídico en uva para vinificación caracterizado según reivindicaciones anteriores porque está dotado con una secuencia pre-programada para su funcionamiento, sin  
5 necesidad de calibración.

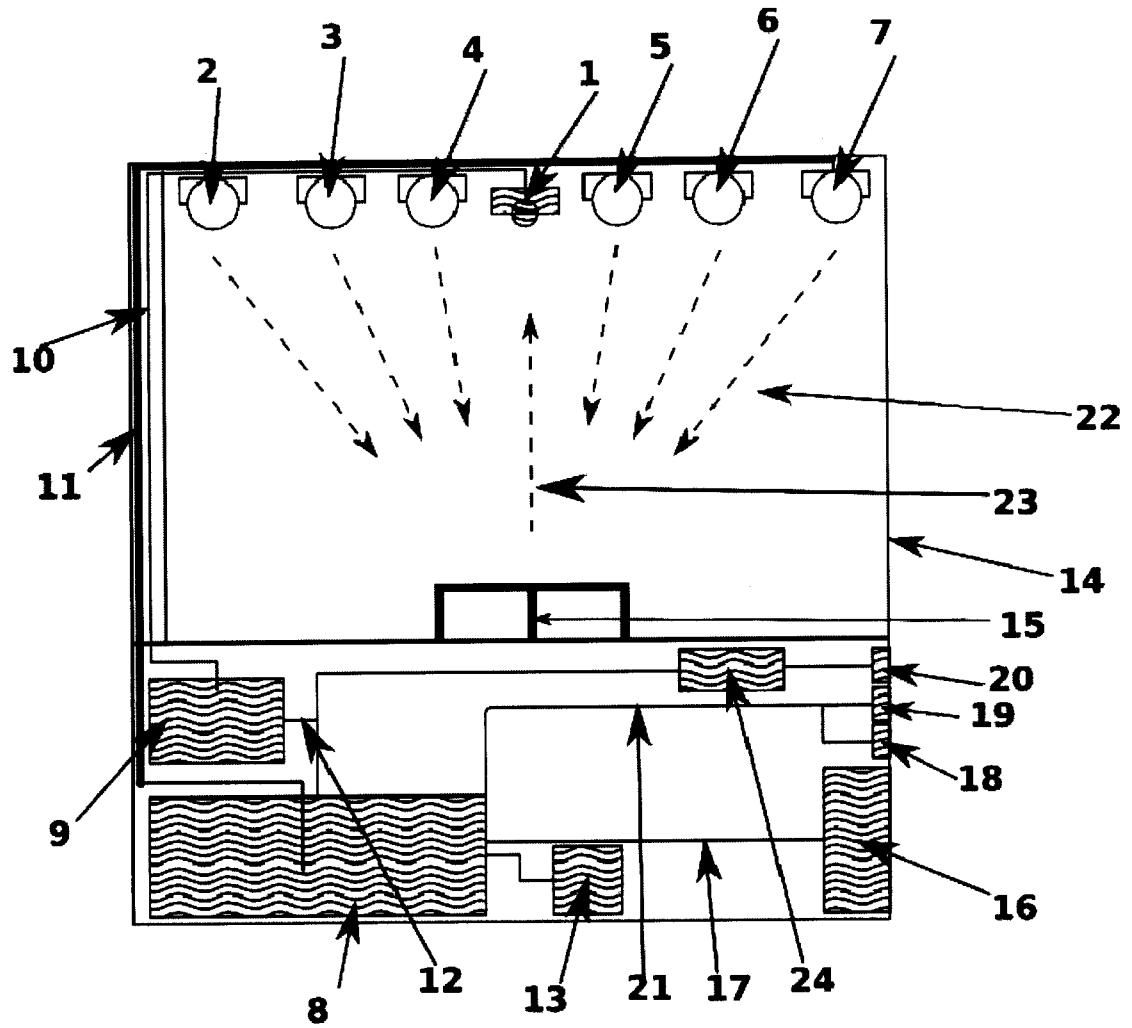


Figura 1.



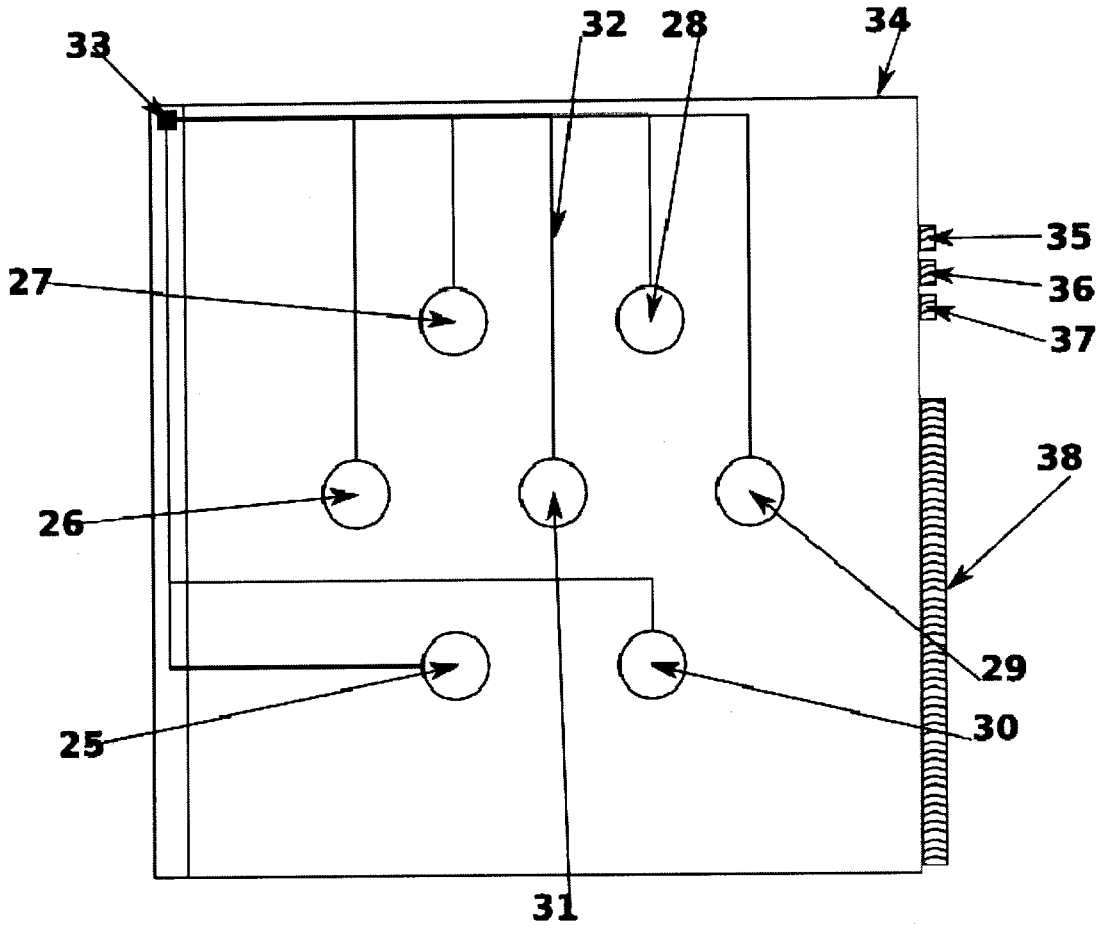


Figura 2