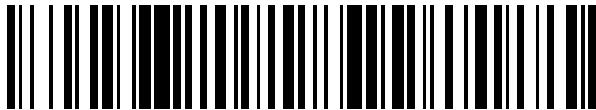


(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 514 090**

(21) Número de solicitud: 201300422

(51) Int. Cl.:

**C01B 31/20** (2006.01)  
**B01D 53/04** (2006.01)  
**A01G 7/02** (2006.01)

(12)

## SOLICITUD DE PATENTE

A1

(22) Fecha de presentación:

**26.04.2013**

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

**27.10.2014**

(71) Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE ALMERÍA (100.0%)**  
Ctra. de Sacramento s/n , Edf. CENTRAL -OTRI  
04120 Almería ES

(72) Inventor/es:

**ACIÉN FERNÁNDEZ, Francisco Gabriel;**  
**FERNÁNDEZ SEVILLA, Jose María;**  
**LÓPEZ HERNÁNDEZ, Juan Carlos;**  
**FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, María Dolores;**  
**RODRÍGUEZ DÍAZ, Francisco De Asís y**  
**SÁNCHEZ MOLINA, Jorge Antonio**

(54) Título: **Sistema combinado de calefacción y enriquecimiento carbónico a partir de biomasa**

(57) Resumen:

Sistema combinado de calefacción y enriquecimiento carbónico a partir de biomasa. La invención consiste en un proceso de aprovechamiento energético de biomasa vegetal que permite aprovechar el calor contenido en la biomasa para la calefacción de cultivos protegidos y/o sistemas, así como recuperar el CO<sub>2</sub> contenido en los gases de combustión generados para ser utilizado en sistemas de enriquecimiento carbónico de atmósferas, como en los cultivos intensivos bajo plástico. Se han establecido las condiciones de operación adecuadas del proceso de forma que se optimiza su eficiencia. El empleo de este sistema en cultivos bajo plástico permite conseguir una importante mejora en el crecimiento de los cultivos. Este proceso consigue aprovechar el 80% de la energía contenida en la biomasa para calefacción, así como retener el 99% del CO<sub>2</sub> generado con un consumo energético inferior a 100 kJ/kgCO<sub>2</sub>, permitiendo además liberar este CO<sub>2</sub> a demanda para el enriquecimiento carbónico de atmósferas.

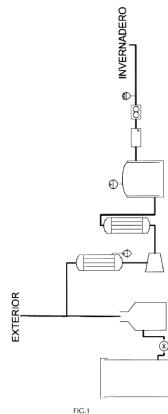


FIG.1

## **DESCRIPCIÓN**

### **SISTEMA COMBINADO DE CALEFACCIÓN Y ENRIQUECIMIENTO CARBÓNICO A PARTIR DE BIOMASA**

#### **CAMPO DE LA INVENCIÓN**

5

La presente invención se enmarca dentro de la química, la ingeniería química y del medio ambiente. Se refiere a un proceso de producción de calor y enriquecimiento carbónico de atmósferas controladas, utilizando como materia prima biomasa vegetal, lo que constituye un aprovechamiento tanto de la energía 10 como de la materia carbonosa contenida en la biomasa.

#### **ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN**

El aumento de la emisión de gases contaminantes generados por procesos de 15 combustión de combustibles fósiles como el carbón, petróleo y gas natural, puede conllevar al sobrecalentamiento de la superficie terrestre mediante el llamado efecto invernadero. Esto supone un problema económico y medioambiental para los países desarrollados, pero sobre todo para aquellos países en vía de desarrollo, cuyo elevado nivel de emisiones de CO<sub>2</sub> puede suponerles importantes sanciones 20 a nivel internacional, retrasando su incorporación a los países del primer mundo.

La única forma de resolver este problema es disminuir el consumo de combustibles fósiles y reemplazarlos por energía renovables como la energía solar, eólica y biomasa. La utilización de biomasa como combustible no representa un 25 incremento en la cantidad neta de CO<sub>2</sub> en la atmósfera ya que previamente la producción de la misma ha llevado la fijación de la misma cantidad de CO<sub>2</sub> mediante la fotosíntesis, siendo por tanto un proceso de emisiones de CO<sub>2</sub> cero. En este sentido, la biomasa ofrece grandes ventajas frente al resto de energías 30 renovables derivadas de su posibilidad de almacenamiento y disponibilidad independiente de las condiciones climatológicas. Así, la biomasa es la única energía que puede ser almacenada sin pérdida de rendimiento hasta que sea requerida, mientras que tanto la energía solar o eólica deben ser almacenadas en otras formas de energía con las consiguientes pérdidas de rendimiento. Del mismo modo, la biomasa puede ser utilizada como fuente de energía a requerimiento en función de la demanda, pudiéndose utilizar para ello gran parte de las instalaciones actualmente existentes para la generación de energía. Dicha disponibilidad le otorga un plus de ventaja frente a las otras energías renovables 35

pudiendo ser utilizada como sistema de regulación ante variaciones del resto de fuentes de energía renovables.

- 5 La utilización de biomasa como fuente de energía y especialmente en procesos de calefacción es ya hoy día una realidad técnica que se extiende desde el ámbito doméstico al industrial. Sin embargo, en estos procesos sólo se aprovecha la energía almacenada en la biomasa mediante su combustión y/o gasificación, el carbono siendo reemitido a la atmósfera como CO<sub>2</sub> a través de los gases de combustión. El CO<sub>2</sub> contenido en dichos gases puede sin embargo ser utilizado con diversas finalidades, especialmente relacionadas con la mejora del crecimiento de plantas en cultivos intensivos, tanto de hortalizas como de flores, así como la modificación de atmósferas para el control de la preservación de productos, especialmente frutas y hortalizas.
- 15 La concentración de CO<sub>2</sub> ambiental es uno de los principales factores determinantes de la producción vegetal. La actual concentración de dióxido de carbono atmosférica es inferior a la óptima para el crecimiento y desarrollo de los cultivos; su evolución es objeto de numerosos estudios encaminados a predecir por una parte, las variaciones climáticas y por otra, el efecto del progresivo incremento de la concentración de CO<sub>2</sub> sobre los sistemas naturales y agrícolas. El cultivo en invernadero se desarrolla en un ambiente semicerrado, y está sujeto a una concentración de CO<sub>2</sub> fluctuante. Algunos autores han considerado que durante 1/3 del período de iluminación, la concentración de CO<sub>2</sub> en el interior del invernadero se mantiene por debajo del nivel atmosférico exterior. El agotamiento de dióxido de carbono se incrementa cuando la tasa de asimilación neta del cultivo es elevada (alta radiación, dosel vegetal cerrado) y la renovación del aire en el interior de las estructuras es baja (velocidad del viento en el exterior inferior a 1,5 m s<sup>-1</sup> y reducido gradiente térmico interior-exterior), en estas circunstancias es habitual registrar valores entre 205-270 µmol mol<sup>-1</sup>, que al 20 mismo tiempo que reducen la asimilación neta de carbono, incrementan la conductancia estomática y pueden originar un desequilibrio hídrico transitorio en el cultivo. La adición de CO<sub>2</sub> para alcanzar valores de concentración superiores a las del ambiente externo se denomina enriquecimiento carbónico y da lugar a aumentos productivos variables que van entre el 14 y el 61 % (Sánchez-Guerrero, 25 M. C. 1999. Enriquecimiento carbónico en cultivos hortícolas bajo invernadero de polietileno. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia). Las causas de esta variación son diversas: las condiciones en las que se desarrolla el cultivo, la técnica de 30
- 35

incorporación de CO<sub>2</sub> utilizada (fuente, régimen y concentración), el aporte de carbono total, la aclimatación del cultivo, la relación fuente-sumidero, etc. (Slack, G.; Hand, D.W. 1985. The effect of winter and summer CO<sub>2</sub> enrichment on the growth and fruit of glasshouse cucumber. Journal for Horticultural Science. 60(4): 507-516).

Para conseguir un aprovechamiento tanto de la energía como de la materia contenida en la biomasa es necesario desarrollar un proceso combinado de combustión, y gestión de la energía resultante, y separación y almacenamiento del CO<sub>2</sub> contenido en los gases de combustión, que permita la disponibilidad a demanda de ambos productos calor y CO<sub>2</sub>. Para ello se hace preciso seleccionar y diseñar un sistema de separación del CO<sub>2</sub> contenido en los gases de combustión y almacenamiento del mismo para su utilización a demanda. Para la separación de CO<sub>2</sub> a partir de gases de combustión se han desarrollado numerosos sistemas que se pueden clasificar en sistemas de separación con membranas, destilación criogénica, absorción química y los de adsorción física.

La separación por membranas consiste en hacer pasar la corriente de gases por membranas de gran superficie que muestran una diferente permeabilidad a cada componente gaseoso, de forma que se consigue un fraccionamiento de dicha corriente en función de la longitud de la membrana. La selectividad de las membranas a los diferentes gases está relacionada con el material de las que están fabricadas (polímeros, metales, materiales cerámicos). La separación se mejora con corrientes a altas presiones. La ventaja de utilizar membranas radica en la mejora del área de transferencia de materia y eliminar los problemas asociados con el contacto gas-liquido. En esta aplicación la membrana no realiza la operación de separación sino que se hace con etanolaminas. Para evitar la destrucción o deterioro de la membrana ésta debe construirse en Politetrafluoroetileno (PTFE). El uso de esta tecnología reduce el costo de instalación y operación del proceso en un 30-40%, independientemente de las mejoras que puedan introducirse en el empleo de las etanolaminas (Herzog H., Falk-Pedersen O., 2000, The Kvaerner membrane contactor: lessons from a case study in how to reduce capture costs. Fifth International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, Cairns Australia: 121-5.). Presentan como inconveniente que todavía no se han desarrollado membranas resistentes a las condiciones adversas que representan los gases de combustión, además de que no se han utilizado a la escala y condiciones, en términos de disponibilidad y coste, que se necesita para los

## sistemas de captura de CO<sub>2</sub>

- La destilación criogénica transcurre mediante una serie de etapas de compresión, enfriamiento y expansión, tras las cuales los componentes del gas se pueden separar en una columna de destilación. Esta tecnología se utiliza sobre todo para separar las impurezas de una corriente de CO<sub>2</sub> de alta pureza. El inconveniente es que todavía no se ha utilizado a la escala y condiciones, en términos de disponibilidad y coste, que se necesita para los sistemas de captura de CO<sub>2</sub> en grandes focos emisores. La separación por membranas como el fraccionamiento criogénico son menos eficientes que la absorción química y la adsorción física, tanto energética como económicamente (Herzog H., 1999, An introduction to CO<sub>2</sub> separation and capture Technologies. Energy Laboratory Working Paper. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge), por lo que es necesario recurrir a este tipo de tecnologías.
- La absorción química consiste en hacer pasar la corriente de gas a depurar por una torre de absorción regada con disoluciones de un compuesto químico determinado de forma que el CO<sub>2</sub> reacciona con dicho compuesto y queda retenido en la disolución. La disolución con el dióxido de carbono retenido se hace pasar posteriormente por otra torre, en este caso de desorción, donde mediante el suministro de calor se desorbe el CO<sub>2</sub>, que puede ser comprimido o gestionado ya como compuesto independiente. Se regenera así la disolución de absorbente que se recircula a la columna de absorción. La mayoría de los procesos de absorción química están basados en carbonato de potasio o en alanolaminas. La monoetanol amina (MEA) y la dietanolamina (DEA) son álcalis más fuertes que el carbonato de potasio, por lo que reduce en mayor grado el contenido de los gases ácidos. La capacidad de absorción es también mayor para las alanolaminas. Se suelen utilizar aditivos para incrementar la capacidad de absorción de las soluciones de K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, y presentan la desventaja de una menor eficacia de depuración de los gases. Los principales inconvenientes de los procesos de captura de CO<sub>2</sub> en fase líquida con etanolaminas son que se necesita mucha energía térmica (4 MJ/kgCO<sub>2</sub>) para regenerar la solución de MEA o DEA debido a su afinidad por los ácidos (Gambini M., Vellini M., 2000, CO<sub>2</sub> emission abatement from fósil fuel power plants by exhaust gas treatment. Proceedings of 2000 International Joint Power Generation Conference Miami Beach, Florida, July 23-26, 2000). También ocurre que las aminas pueden dar lugar a reacciones químicas no deseadas, formándose productos que degradan la solución e

incrementan la corrosión. Este método es el más extendido actualmente a pesar de presentar serios inconvenientes medioambientales, puesto que es tóxico o nocivo, y no pueden regenerarse con facilidad (Herzog H., 2001, What future for carbón capture and sequestration? *Environmental Science Technology*, 35(7): 148A-53A).

Los procesos de adsorción física emplean materiales capaces de absorber el CO<sub>2</sub>, que luego se “desorbe” mediante cambios de T ó P (*pressure and temperature swing adsorption*, PTSA). Entre los materiales absorbentes se encuentran: carbón activo, materiales mesoporosos, zeolitas, alúminas e hidrotalcitas. La principal característica de este tipo de sistemas es que no producen un CO<sub>2</sub> de elevada pureza como el resto de métodos, aunque por el contrario conllevan consumos energéticos más bajos. Además, los materiales utilizados suelen presentar baja capacidad de adsorción por unidad de volumen de lecho por lo que se hacen necesarias grandes masas de material para su aplicación a producciones industriales reales.

Comparando las tecnologías de absorción química y de adsorción física, la primera presenta graves problemas de inestabilidad y consumo energético, mientras que la segunda resulta inviable en términos de escalado a grandes instalaciones por la magnitud de los volúmenes de materiales necesarios. Por el contrario la adsorción física opera a bajas presiones y temperaturas comparadas con la absorción química, con consumos de energía inferiores a esta y una mayor sencillez y facilidad de operación.

De este modo, para conseguir el aprovechamiento tanto de la energía como de la materia contenida en la biomasa es necesario desarrollar un proceso de combustión y separación del CO<sub>2</sub> contenido en los gases mediante adsorción física. El diseño y dimensionado del proceso debe hacerse en base a la aplicación concreta que se persigue tanto en la calefacción como en el uso del CO<sub>2</sub> separado y almacenado. En el caso del enriquecimiento carbónico de sistemas de cultivo intensivo el diseño debe considerar el desacoplamiento temporal existente entre la demanda de calor y de CO<sub>2</sub>, debiendo integrarse todo el conjunto de una forma eficiente.

35

## DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

Existe la necesidad de encontrar un sistema que permita el aprovechamiento energético de biomasa vegetal y a su vez recuperar el CO<sub>2</sub> contenido en los gases 5 de combustión generados para ser utilizado en sistemas de enriquecimiento carbónico de atmósferas, como en los cultivos intensivos bajo plástico. Los autores de la presente invención han conseguido establecer el diseño y las condiciones de operación adecuadas para acoplar un proceso de calefacción de invernaderos y captación de CO<sub>2</sub> para posterior enriquecimiento carbónico de la atmósfera del 10 mismo, y conseguir con ello una importante mejora en el crecimiento de los cultivos.

Este proceso consigue aprovechar el 80% de la energía contenida en la biomasa para calefacción, así como retener el 99% del CO<sub>2</sub> generado con un consumo 15 energético inferior a 100 kJ/kgCO<sub>2</sub>, permitiendo además liberar este CO<sub>2</sub> a demanda para el enriquecimiento carbónico de atmósferas. Lo fundamental es diseñar adecuadamente el proceso y sus condiciones de operación para compatibilizar la demanda de energía para calefacción con el consumo de CO<sub>2</sub> para enriquecimiento carbónico, lo que implica por tanto dos etapas diferenciadas 20 que son optimizadas por separado, aunque considerando el necesario acoplamiento entre ellas.

Por tanto, un primer aspecto de la invención se refiere a un procedimiento, de 25 aquí en adelante procedimiento de la invención para la generación de calor y captura de CO<sub>2</sub> para enriquecimiento carbónico de atmósferas, que comprende:

- a) Quemar eficazmente biomasa vegetal para la generación de calor y producción de gases de combustión.
- b) Enfriar los gases de combustión y comprimirlos hasta la presión de adsorción, haciéndolos pasar por un lecho de adsorbente optimizado.
- c) Liberar el CO<sub>2</sub> retenido para el enriquecimiento de atmósferas mediante reducción controlada de la presión y/o flujo de aire a través del lecho de adsorción.

En una realización preferida de este aspecto de la invención, se ha utilizado 35 biomasa vegetal de restos de poda de olivo para el calentamiento de agua, lo que genera un gas de combustión con un 5% de CO<sub>2</sub>, siendo las condiciones de operación del lecho para la adsorción entre una temperatura de 0°C y 100°C, y

- una presión entre 0 atm y 50 atm. En otra realización más preferida de este aspecto de la invención, los valores de temperatura y presión están comprendidos entre 5°C y 20°C, y entre 0 atm y 10 atm. En una realización particular las condiciones de operación son una temperatura de 10°C y una presión de 3 atm.
- 5      Para la desorción del CO<sub>2</sub> del lecho se opera a presiones entre 0 atm, y a temperaturas entre 20°C y 40°C. El flujo de gas puede llegar hasta 3000 L/min.
- Para la etapa de compresión se puede utilizar cualquier dispositivo estanco de compresión, siendo preferibles compresores de tornillo o de uña por su robustez y fiabilidad. En cuanto al material adsorbente se ha utilizado carbón activo con una capacidad de retención en condiciones de operación de 40 gCO<sub>2</sub>/kg. En las condiciones de operación señaladas se alcanza una eficiencia de aprovechamiento energético de la biomasa del 80% y de captura y utilización del CO<sub>2</sub> para enriquecimiento carbónico del 95%.
- 10     15     Este proceso es compatible con el uso de cualquier tipo de biomasa vegetal como combustible, así como incluso combustibles fósiles aunque con ello se perdería el carácter de sostenibilidad que se consigue utilizando biomasa. Del mismo modo, el proceso es compatible con diversos usos del CO<sub>2</sub> separado y almacenado, siempre que para dichos usos sea admisible el empleo de gases con un porcentaje en CO<sub>2</sub> inferior al 50%.
- Una realización más preferida de la invención se refiere a la combustión durante la noche de pellets de biomasa vegetal para la calefacción de un invernadero, separando y almacenando el CO<sub>2</sub> contenido en los gases de combustión mediante adsorción en carbón activo, y resorbiendo e inyectando dicho CO<sub>2</sub> durante el día en el mismo invernadero para conseguir una concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera del invernadero de 800 vpm, incrementándose de esta forma la productividad de los cultivos en más de un 25%.
- 20     25     30     35     A diferencia de los procesos existentes en el estado de la técnica de enriquecimiento carbónico de invernaderos, el CO<sub>2</sub> no procede de la combustión de combustibles fósiles ni es CO<sub>2</sub> licuado industrial obtenido por procesos de licuación-destilación. Estas fuentes son no renovables y resultan mucho más costosas, además de que, en el caso de la combustión directa de combustibles fósiles, éstos quedan limitados al uso de gas natural para evitar la presencia de otros gases contaminantes perniciosos para los cultivos.

A lo largo de la descripción y las reivindicaciones la palabra "comprende" y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de 5 la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención. Los siguientes ejemplos y dibujos se proporcionan a modo de ilustración, y no se pretende que sean limitativos de la presente invención.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

10 Fig. 1.- Representa un diagrama de flujo del procedimiento de la invención, mediante combustión de biomasa vegetal para la generación de calor, el enfriamiento de los gases de combustión y su compresión para posterior adsorción del CO<sub>2</sub> en un lecho de carbón activo, y finalmente la descompresión del mismo e 15 inyección del CO<sub>2</sub> para enriquecimiento carbónico de invernaderos.

20 Fig. 2. – Muestra la variación de la concentración de CO<sub>2</sub> en el gas de salida del lecho con el tiempo de operación del mismo. Se incluyen las tres etapas de operación del lecho: adsorción, desorción y lavado.

Fig. 3. – Variación de la concentración de CO<sub>2</sub> en el invernadero durante un día con enriquecimiento carbónico.

#### EXPOSICIÓN DETALLADA DE MODOS DE REALIZACIÓN

25 A continuación se ilustrará la invención mediante unos ensayos realizados por los inventores, que pone de manifiesto la efectividad del procedimiento de combustión de la biomasa vegetal y captación del CO<sub>2</sub> contenido en los gases de combustión para el enriquecimiento carbónico de invernaderos, lo que constituye 30 la regeneración del lecho.

#### EJEMPLO

En este ejemplo, los inventores han diseñado una planta de demostración que 35 permite ensayar el procedimiento de la invención, con una caldera de biomasa de 50 kW, una soplante de compresión de 5 kW, y un lecho de carbón activo de 1000 kg, para el enriquecimiento carbónico de un invernadero de 1000 m<sup>2</sup>.

### Sistema de combustión

Para la combustión se utiliza una caldera industrial de parrilla fija de 50 kW alimentada de pellets de residuos de poda de olivo de 40 mm de largo y 4 mm de grosor con un calor de combustión de 4500 kcal/kg. La combustión se realiza durante la noche a demanda para mantener una temperatura dentro del invernadero de 12°C. El calor se transfiere desde la caldera al invernadero mediante recirculación de agua a 60°C por un sistema radiante de polietileno de alta presión.

La ventaja de utilizar biomasa vegetal como combustible radica en que se pueden aprovechar los propios residuos vegetales generados por los sistemas de cultivo como combustibles, reduciendo así tanto los costes de producción como el impacto medioambiental de las instalaciones de cultivo. Además, la combustión de esta biomasa vegetal no supone una emisión neta de CO<sub>2</sub> por lo que resulta un proceso totalmente sostenible. En las condiciones de operación ensayadas la eficiencia de combustión de la caldera ha sido muy alta, de hasta el 80%, determinándose bajos niveles de partículas en la emisión, así como de CO. Se han detectado niveles de NOx por debajo de 100 vpm, siendo las emisiones de SOx inferiores a 5 vpm.

### Sistema de captura y almacenamiento

Para la captura y almacenamiento se ha utilizado un lecho de adsorción con carbón activo. Se han ensayado diversos carbonos activos, con distintas granulometrías y área específica, determinándose experimentalmente la pérdida de carga y capacidad de adsorción de cada uno de ellos. Los resultados han puesto de manifiesto como la pérdida de carga es muy baja independientemente de la granulometría del carbón utilizado, dada la baja viscosidad, densidad y velocidad del gas dentro del lecho. La capacidad de retención de CO<sub>2</sub> aumenta con el área específica del carbón, seleccionándose un carbón con 800 m<sup>2</sup>/g de superficie y 5% de cenizas.

La capacidad de adsorción varía con la temperatura y presión de trabajo. Los ensayos llevados cabo muestran un aumento de la capacidad de adsorción con el descenso de la temperatura y el aumento de la presión. Los valores óptimos

seleccionados para el ejemplo de la aplicación han sido una temperatura de 10°C y una presión de 3 atm. Por debajo de esta temperatura es necesario emplear sistemas de refrigeración costosos económica y energéticamente. Por encima de 3 atm de presión los costes energéticos de compresión aumentan exponencialmente 5 además de incrementarse de forma notable la calidad de los materiales necesarios y el precio de los equipos.

Para la demostración de la aplicación se ha utilizado un compresor de uña de 5 kW y un lecho de adsorción de fibra de vidrio de 1500 L de capacidad. La presión 10 en el lecho se regula mediante un presostato digital, que controla tanto el funcionamiento de la soplante como la apertura de salida del lecho para la liberación del aire depurado. El mismo presostato permite la inyección a demanda del CO<sub>2</sub> en el invernadero para el enriquecimiento carbónico.

15 Sistema de enriquecimiento carbónico

Para el enriquecimiento carbónico del invernadero se ha empleado un medidor 20 de CO<sub>2</sub> en fase gas de la marca Vaisala, que mide en el rango 0-2000 vpm. Se han dispuesto dos medidores distribuidos adecuadamente en el interior del invernadero. Cuando la radiación solar supera un valor umbral (100 W/m<sup>2</sup>) y la concentración de CO<sub>2</sub> en el aire interior del invernadero es inferior al punto de consigna (800 vpm) se realizan inyecciones controladas de CO<sub>2</sub> procedente del lecho de absorción mediante descompresión y arrastre con aire a través del mismo. En esta situación las ventanas del invernadero se mantienen cerradas para maximizar la utilización del CO<sub>2</sub> por las plantas. Cuando la temperatura aumenta 25 y es necesario abrir las ventanas para ventilar el invernadero y reducir la temperatura en el interior del mismo no se realizan inyecciones de CO<sub>2</sub>. Por tanto, estas quedan restringidas a las primeras y últimas horas del periodo iluminado. A pesar de ello, la inyección de CO<sub>2</sub> mejora la productividad de los 30 cultivos en más de un 25%.

Para la distribución del CO<sub>2</sub> inyectado se ha ultimado una red de tuberías de polietileno de baja densidad de 10 mm de diámetro, conectadas a una línea principal de 50 mm de diámetro. El sistema ha sido diseñado para un invernadero 35 de 1000 m<sup>2</sup> dotado de dispositivos automáticos de apertura y cierre de ventanas, así como registro de variables ambientales y de cultivo.

REIVINDICACIONES

1. Sistema combinado de calefacción y enriquecimiento carbónico a partir de biomasa caracterizado por
  - a. Quemar un combustible para generar calor y producir gases de combustión con un contenido en CO<sub>2</sub> entre el 2% y el 15%.
  - b. Distribuir el calor en el interior del invernadero, y separar y almacenar el CO<sub>2</sub> contenido en los gases de combustión generados en el paso a).
  - c. Inyectar el CO<sub>2</sub> separado y almacenado en el paso b) para enriquecimiento carbónico de atmósferas controladas.
2. Sistema combinado de calefacción y enriquecimiento carbónico según la reivindicación anterior, donde se utiliza como combustible biomasa.
3. Sistema combinado de calefacción y enriquecimiento carbónico según las reivindicaciones anteriores, donde el CO<sub>2</sub> se separa y almacena en carbón activo, a presiones entre 0 y 10 atm, y temperaturas entre 5 y 20°C.
4. Sistema combinado de calefacción y enriquecimiento carbónico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el CO<sub>2</sub> se desorbe por reducción de presión, aumento de temperatura, y/o flujo de aire, y se introduce en sistemas cerrados para enriquecimiento carbónico.
5. Sistema combinado de calefacción y enriquecimiento carbónico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el paso c) se lleva a cabo introduciendo el CO<sub>2</sub> en un invernadero.
6. Sistema combinado de calefacción y enriquecimiento carbónico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde en el invernadero se producen especies vegetales, y/o cualquier organismo fotosintético.

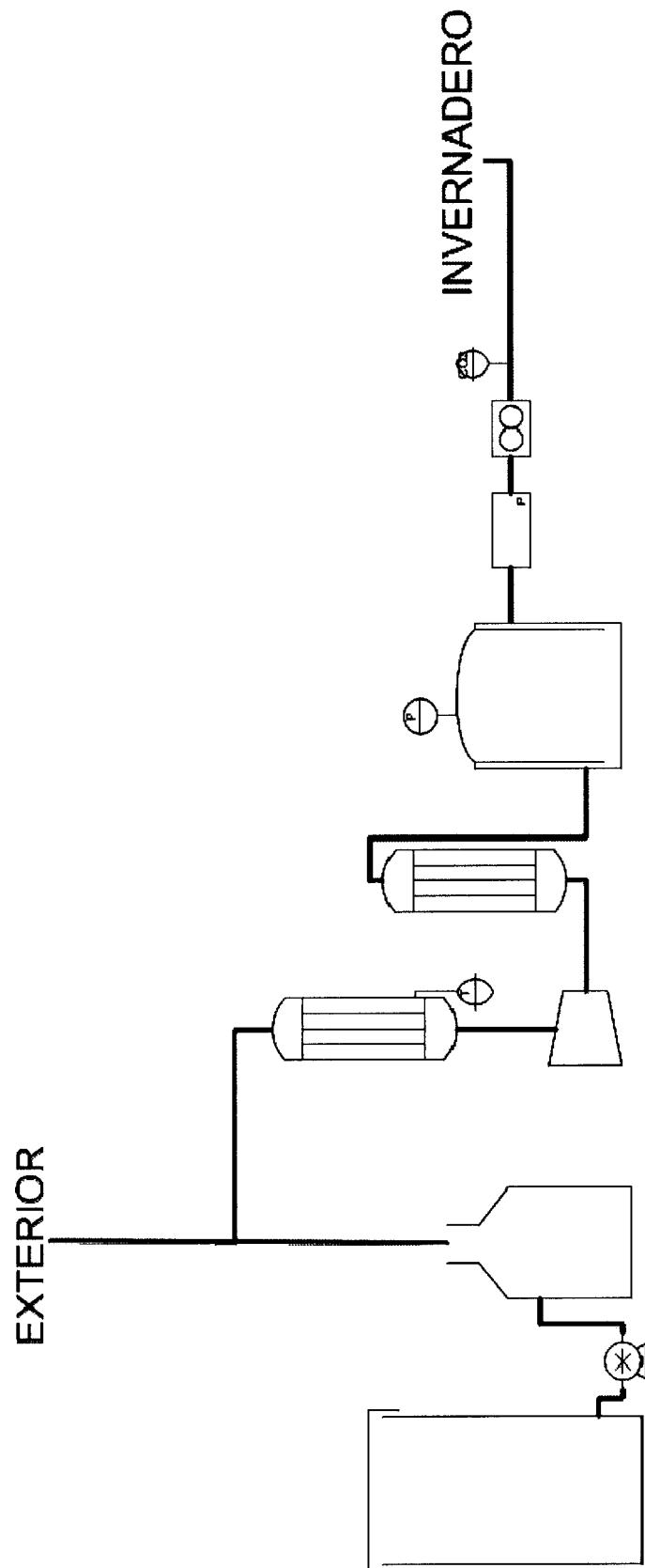


FIG.1

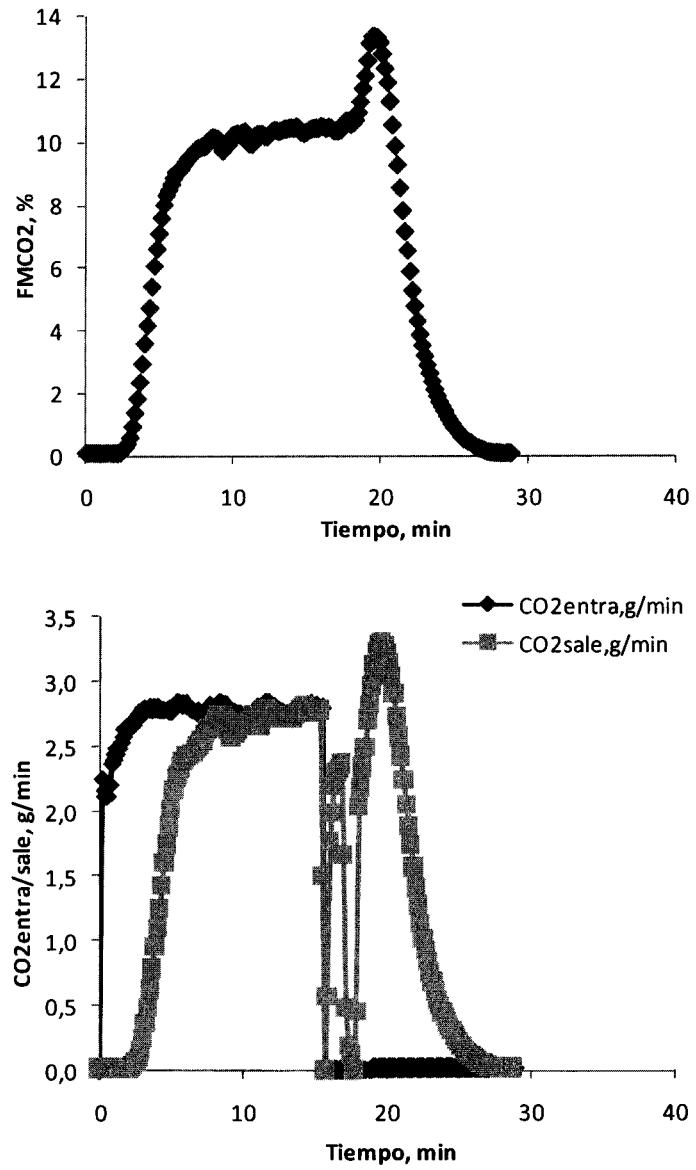


FIG. 2

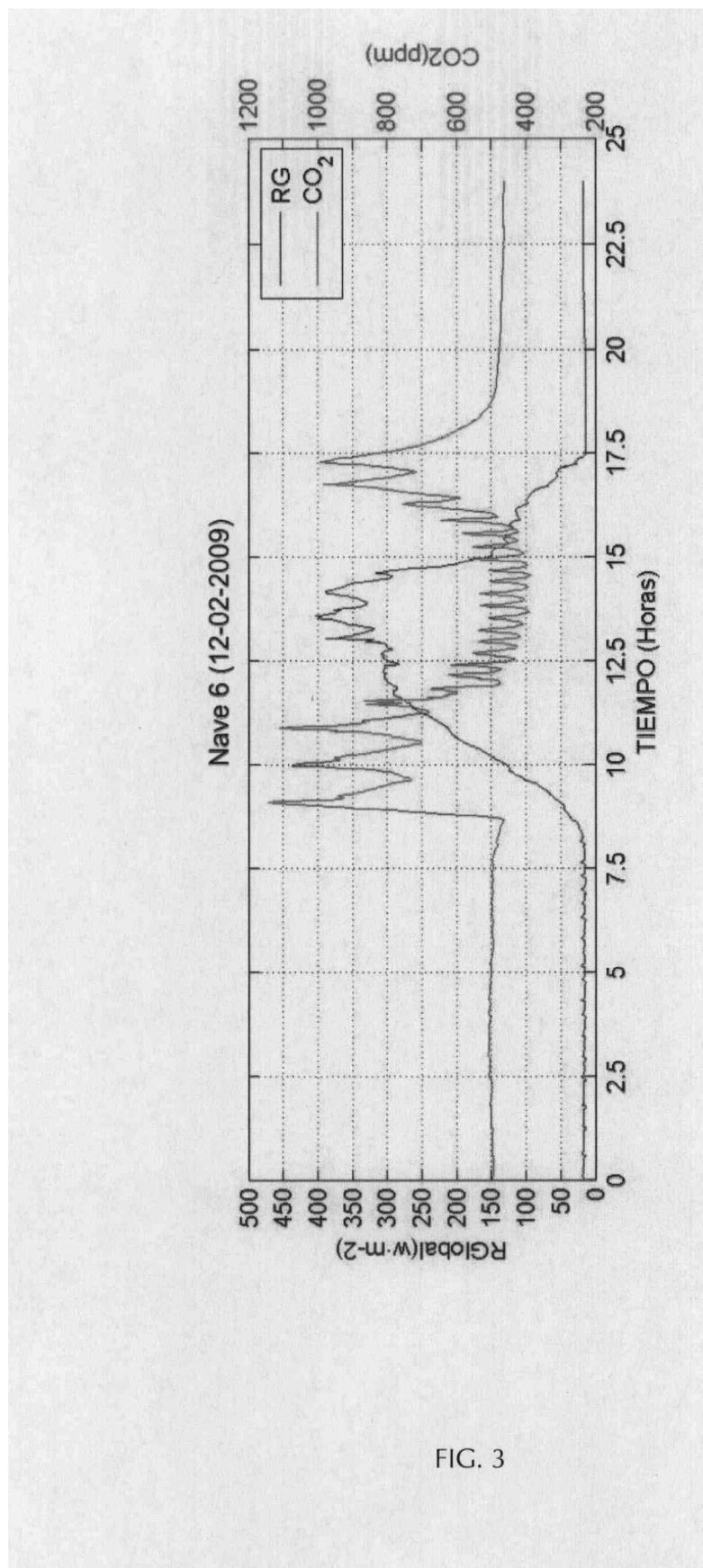


FIG. 3



OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 201300422

(22) Fecha de presentación de la solicitud: 26.04.2013

(32) Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(5) Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	56	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	DE 3415970 A1 (FABINSKI WALTER et al.) 31.10.1985, página 5, líneas 5-10; página 6, líneas 19-27.		1,4-6
Y			2
X	WO 2004057945 A1 (TNO et al.) 15.07.2004, páginas 2-4,6.		1,3-6
Y			2
Y	US 5747042 A (CHOQUET CLAUDE) 05.05.1998, columna 2, líneas 40-67.		2
A	US 2010251887 A1 (JAIN RAVI) 07.10.2010, párrafos [9-12].		1-6

#### 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 05.06.2014	Examinador I. González Balseyro	Página 1/4
--	------------------------------------	---------------

## CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**C01B31/20** (2006.01)

**B01D53/04** (2006.01)

**A01G7/02** (2006.01)

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

C01B, B01D, A01G

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, TXTUS, TXTEP, TXTGB

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 05.06.2014

**Declaración****Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)**

Reivindicaciones 2, 3  
Reivindicaciones 1, 4-6

SI  
NO

**Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)**

Reivindicaciones  
Reivindicaciones 1-6

SI  
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	DE 3415970 A1 (FABINSKI WALTER et al.)	31.10.1985
D02	WO 2004057945 A1 (TNO et al.)	15.07.2004
D03	US 5747042 A (CHOQUET CLAUDE)	05.05.1998
D04	US 2010251887 A1 (JAIN RAVI)	07.10.2010

**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**

El objeto de la invención es un sistema combinado de calefacción y enriquecimiento carbónico donde se quema un combustible, el calor de la combustión se utiliza para calentar el interior de un invernadero y el dióxido de carbono de los gases de combustión se separa y almacena, siendo posteriormente inyectados para enriquecimiento carbónico de una atmósfera controlada.

El documento D01 divulga un sistema combinado de calefacción y enriquecimiento carbónico de un invernadero donde el dióxido de carbono para este fin es adsorbido de la corriente de gases de combustión del sistema de calefacción del invernadero para ser inyectado posteriormente habiendo sido desorbido mediante flujo de aire. (Ver pág. 5, líneas 5-10, pág. 6, líneas 19-27).

El documento D02 divulga un sistema combinado de calefacción y enriquecimiento carbónico de un invernadero donde el gas de combustión del sistema de calentamiento es sometido a una adsorción con carbón activo para separar y almacenar el dióxido de carbono, el cual, posteriormente será desorbido mediante incremento de temperatura del material adsorbente e inyectado en el invernadero para enriquecimiento carbónico. (Ver páginas 2-4 y 6).

A la luz de lo divulgado en los documentos D01 y D02, tomados por separado, se considera que el objeto de la invención según se define en las reivindicaciones 1, 4-6 no es nuevo. (Art. 6.1 LP).

Aunque sí se reconoce novedad al contenido de la reivindicación dependiente 2 relativo a que el combustible quemado sea biomasa, no se le puede reconocer actividad inventiva dado que la alternativa de utilizar como combustible biomasa en un sistema de calefacción y enriquecimiento carbónico es conocido en el estado de la técnica. Así el documento D03 divulga la obtención de dióxido de carbono para enriquecimiento carbónico y energía térmica mediante la combustión de biomasa. A la luz de este documento D03 un experto en la materia bien podría elegir biomasa como combustible para el sistema del documento D01 ó D02 obteniéndose así el objeto de la invención recogido en la reivindicación 2.

Asimismo no se puede reconocer actividad inventiva a la reivindicación dependiente 3 relativa a la utilización carbón activo como adsorbente para separar y almacenar el dióxido de carbono a unas condiciones de presión y temperatura determinadas dado que, en ausencia de una ventaja técnica, la selección de las condiciones de operación para un determinado adsorbente dentro de un rango habitual de operación se consideran dentro de la práctica rutinaria del experto en la materia (ver documento D04).

Por lo tanto, las reivindicaciones dependiente 2 y 3 carecen de actividad inventiva (art. 8.1 LP).