



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 304 289**

② Número de solicitud: 200600891

⑤ Int. Cl.:  
**A01G 9/24** (2006.01)  
**F24J 2/24** (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

⑫ Fecha de presentación: **30.03.2006**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **01.10.2008**

Fecha de la concesión: **13.07.2009**

⑮ Fecha de anuncio de la concesión: **27.07.2009**

⑯ Fecha de publicación del folleto de la patente:  
**27.07.2009**

⑰ Titular/es: **Universidad de Sevilla**  
**OTRI-Pabellón de Brasil**  
**Paseo de las Delicias, s/n**  
**41012 Sevilla, ES**  
**Universidad Miguel Hernández**

⑱ Inventor/es: **Abril Hernández, José María;**  
**Granged Pascual, Arturo;**  
**Ruiz Hernández, Valeriano;**  
**Cámara Zapata, José María y**  
**Martínez Gabarrón, Antonio**

⑳ Agente: **No consta**

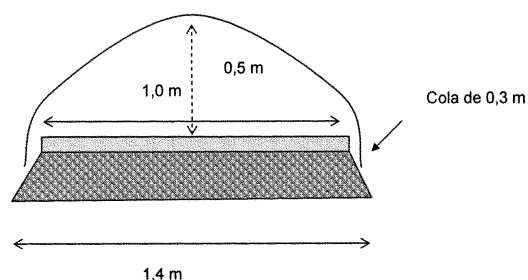
㉑ Título: **Captador solar de bajo coste.**

㉒ Resumen:

Captador solar de bajo coste.

La presente invención tiene por objeto un captador solar de bajo coste dispuesto horizontalmente sobre el suelo, que se compone básicamente de: a) un material aislante en la parte inferior, cubierto de plástico negro cuya misión es la de absorbedor; sobre el que se sitúan b) varias tuberías en disposición circular a lo largo del captador conectadas entre sí por sus extremos y conectadas a un circuito hidráulico mediante una disposición de retorno invertido, lo que asegura un adecuado comportamiento hidráulico del captador y c) una cubierta con sección transversal en forma de arco circular de material plástico transparente, para reducir las pérdidas de calor por convección.

El captador de energía solar objeto de la invención ha sido desarrollado para apoyar la calefacción convencional de invernaderos fundamentalmente y reducir el consumo de combustibles fósiles.



ES 2 304 289 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

## DESCRIPCIÓN

Captador solar de bajo coste.

5 **Objeto de la invención**

La presente invención tiene por objeto un captador solar de bajo coste dispuesto horizontalmente sobre el suelo, que se compone básicamente de: a) un material aislante en la parte inferior, cubierto de plástico negro cuya misión es la de absorbedor; sobre el que se sitúan b) varias tuberías en disposición circular a lo largo del captador conectadas entre sí por sus extremos y conectadas a un circuito hidráulico mediante una disposición de retorno invertido, lo que asegura un adecuado comportamiento hidráulico del captador y c) una cubierta con sección transversal en forma de arco circular de material plástico transparente, para reducir las pérdidas de calor por convección.

El captador de energía solar objeto de la invención ha sido desarrollado para apoyar la calefacción convencional de invernaderos fundamentalmente y reducir el consumo de combustibles fósiles.

**Estado de la técnica**

La calefacción de invernaderos a partir de energía solar ha sido estudiada en numerosos países. Así, en la región de Salta (Argentina), Iriarte *et al.* (1981) iniciaron el desarrollo de un intercambiador de calor agua - aire con superficie plástica de bajo espesor. Los primeros ensayos se realizaron utilizando una solución salina caliente de una poza solar para el secado de productos agrícolas y calefacción auxiliar de un invernadero (Iriarte *et al.* 1981, Lesino *et al.*, 1983). Modificaciones posteriores (Saravia *et al.*, 1992, Iriarte *et al.*, 1993) lograron un sistema que cumplía la doble función: colector - intercambiador durante las horas diurnas e intercambiador durante las nocturnas. El captador solar estaba construido con bolsas tipo tubo de polietileno de larga duración térmica (LDT), transparentes y negras. Sobre las bolsas se construyeron conductos horizontales mediante soldaduras, de forma que cuando se sitúan en posición vertical, el agua que ingresa por la parte superior, cae por gravedad y circula dentro de la misma por el canal construido en forma de zig - zag.

Otro prototipo empleado con éxito para la calefacción de invernaderos con cultivo hidropónico consiste en el empleo de un acumulador de calor formado por paquetes de botellas de agua dispuestos en el interior del invernadero, sobre los que se hace circular un flujo de aire recogido en la parte superior del interior del invernadero. El aire transmite el calor transportado a través de la pared del recipiente. Los acumuladores se montan sobre el suelo y sirven de soporte para las mesas de cultivo (Saravia *et al.*, 2000).

Por otro lado, la Universidad de Rutgers (New Yersey, EEUU) desarrolló un sistema de apoyo a la calefacción de invernaderos mediante energía solar basado en un colector inclinado que almacenaba por término medio el 50% de la energía solar disponible y presentaba un tiempo de retorno de diez años (NRAES, 1992).

En España se han construido y evaluado una serie de instalaciones solares para invernaderos. En la provincia de Almería se construyó durante 1981 una instalación de 90 m<sup>2</sup> de paneles situados fuera del invernadero. El absorbente de los colectores era de caucho EPDM (monómero de etileno, propileno y dieno) en forma de pequeños tubos por los que circulaba el agua. El absorbente quedaba cubierto por una película de polietileno termoaislante y aislado en su parte posterior por 3 cm de poliestireno. Los colectores estaban orientados al Sur con una pendiente de 55°. El agua caliente se almacenó en un depósito calorifugado de 20 m<sup>2</sup>. La calefacción de los invernaderos se hizo por medio de tuberías enterradas con una densidad de 2 m de tubo/m<sup>2</sup> de suelo.

Para simplificar al máximo los sistemas solares de calefacción se han desarrollado equipos de captación situados dentro del propio invernadero. El más sencillo de estos equipos consiste en una serie de tubos de polietileno transparente llenos de agua y dispuestos entre las líneas de cultivo. Se trata de captar radiación solar durante el día, calentar el agua de las bolsas y ceder ese calor lentamente al invernadero aprovechando la inercia térmica del agua. En Grecia se usan tubos de 30 cm de diámetro de polietileno de 250 micras de espesor. Aproximadamente, el 35-40% del suelo del invernadero queda cubierto con tubos, de modo que cada 1.000 m<sup>2</sup> de invernadero contienen entre 80 y 100 m<sup>3</sup> de agua. En España se han medido resultados más modestos, en parte debido a que nunca se llegó a cubrir el 40% de suelo del invernadero y en parte por aplicarse esta calefacción solar a estructuras poco estancas. En Almería, con bolsas negras con agua, que son peores que las transparentes para esta aplicación, se aumentaron las temperaturas mínimas en 1°C. Cuando el cultivo se desarrolló, las bolsas quedaron sombreadas y el efecto sobre la temperatura nocturna fue despreciable. En Cabrils (Barcelona) se dispusieron bolsas transparentes cubriendo el 20% del suelo de un túnel empleado para cultivar en pendiente. Con este dispositivo se logró salvar una helada que ocurrió en una noche despejada, pues el sistema solar pasivo mantuvo un salto térmico de 2°C respecto a un invernadero similar sin bolsas de agua (Matallana y Montero, 1995).

Más recientemente, se ensayó con un captador - acumulador, en forma de balsa cubierta, situado en el interior de un invernadero sometido a climas fríos y concluyeron que la instalación puede reducir los costes de calefacción durante un largo periodo de tiempo (Al-Hussaini y Suen, 1998). En Marruecos también se han ensayado captadores metálicos de placa plana y se han comparado con un sistema que emplea azul de metileno para realizar una absorción selectiva de la radiación solar (Tadili y Dahman, 1997; Bargach *et al.*, 2004). En Turquía se han empleado captadores de placa plana con agua y material de cambio de fase como fluido de trabajo para calefacción de invernaderos con resultados

satisfactorios (Kürklü y Bilgin, 2004). En estos y otros trabajos se concluye positivamente sobre la posibilidad de emplear energía solar para calefacción de invernaderos. Uno de los principales problemas de la utilización de la energía solar térmica para reducir el consumo de combustibles derivados del petróleo es el de la acumulación (Sen, 2004).

5

## Referencias

**Al-Hussaini, H. y Suen, K. O.** 1998. Using shallow solar ponds as a heating source for greenhouses in cold climates. *Energy Convers. Mgmt.* Vol. 39, N° 13. pág. 1369-1376.

10

**Bargach, M. N., Tadili, R. Dahman, A. S. y Boukallouch, M.** 2004. Comparison of the performance of two solar heating systems used to improve the microclimate of agricultural greenhouses in Morocco. *Renewable Energy* 29. pág. 1073-1083.

15

**Iriarte, A.; Luna, D. y Saravia, L.** 1981. Desarrollo de intercambiadores agua-aire para su uso en secadero solar. Acta 7ª. Reunión de ASADES Rosario, pág. 30 - 34.

**Iriarte, A.; Biagi, S. y Saravia, L.** 1993. "Caracterización de un intercambiador de calor para calefacción de invernaderos". Acta 16ª. Reunión ASADES La Plata, pág. 461 - 466, Tomo I.

20

**Kürklü, A. y Bilgin, S.** 2004. Cooling of a polyethylene tunnel type greenhouse by means of a rock bed. *Renewable Energy* 29. pág. 2077-2086.

**Lesino, G.; Saravia, L.; Castro, P.L. y Blasco, D.** 1983. Construcción y monitoreo de un invernáculo y local adyacente con calefacción auxiliar por poza solar. Acta 8ª reunión de ASADES, La Pampa, pág. 9-16.

25

**Matallana, A. y Montero, J.I.** Invernaderos: diseño, construcción y ambientación. 1995. *Mundiprensa*.

Natural Resource, Agriculture, and Engineering Service (NRAES) 1992. *Greenhouse engineering. Cooperative extension*. pp: 212.

30

**Saravia, L.; Echazú, R.; Cadena, C. y Cabanillas, C.L.** 1992. Calentamiento solar de invernaderos en la Provincia de Salta. Actas 15va. Reunión Nacional de ASADES, Tomo I, pág. 371 - 375.

35

**Saravia, L., Echazú, R., Quiroga, M. y Robredo, P.** 2000. Acumulador de agua para climatización de invernaderos armado con botellas de PET. *Revista Averma*, Vol. 4.

**Sen, Z.** 2004. Solar energy in progress and future research trends. *Progress in Energy and Combustion Science* 30. pág. 367-416.

40

**Tadili, R. y Dahman, A. S.** 1997. Effects of a solar heating and climatisation system on agricultural greenhouse microclimate. *Renewable Energy*, Vol. 10, N° 4. pág. 569-576.

## Descripción de las figuras

45

Figura 1.- Esquema de un captador de tunelillo, con pequeña elevación del terreno para evacuación de aguas, capa de aislante térmico, y cubierta. Abajo se indica la disposición de los enrollamientos de las líneas de PE (conectadas en paralelo a los cabezales de entrada y salida).

50

Figura 2.- Curva de rendimiento de un captador de tunelillo.

## Descripción de la invención

La invención que nos ocupa es un captador de energía solar de bajo coste para ahorrar energía en la calefacción de invernaderos caracterizado porque el fluido de trabajo (agua) circula por el interior de varias tuberías de plástico con pequeño diámetro (12-16 mm) y gran longitud (hasta 10-15 m de línea por metro lineal de captador) situadas en enrollamientos encima de un absorbedor de plástico negro y un aislante sobre el suelo y tiene por encima una cubierta de plástico de alta transparencia y baja termicidad, en configuración de tunelillo.

60

El aislante se realiza a base de placas de poliestireno forradas con plástico negro para evitar posibles pérdidas de calor como consecuencia de que el aislante se humedezca. Es evidente que la superficie del suelo debe allanarse ligeramente antes de situar el aislante, aunque no es necesario que la nivelación sea muy precisa.

65

El absorbedor es un plástico de color negro sobre el que se sitúan las tuberías de plásticos por las que circula en agua. En cuanto a su espesor, es conveniente que tenga cierta consistencia de modo que en caso de que el plástico empleado sea de poco espesor, se puede disponer en dos o cuatro capas. La anchura del absorbedor debe coincidir con la del aislante por lo que para asegurar su sujeción el absorbedor se entierra ligeramente en los laterales y los frontales del captador.

## ES 2 304 289 B1

Las tuberías por donde circula el agua en el interior del captador tienen una disposición circular a lo largo del absorbedor, lo que posibilita que las tuberías cubran la totalidad de la base del captador y el sombreado entre ellas sea mínimo.

5 De este modo la captación de la radiación solar es máxima y en los trozos de tubería donde no incida la radiación solar, el calor se transfiere por conducción.

10 La configuración de diámetros, longitudes y números de líneas en paralelo es ajustable en función de las aplicaciones específicas, pudiéndose diseñar captadores de tunelillo desde 3-4 m<sup>2</sup> hasta más de 50 m<sup>2</sup>. La anchura recomendada es de 1 m, para facilitar las tareas de montaje. La limitación al tamaño viene dada por la pérdida de carga tolerable (según aplicaciones, pero 7 m.c.a. - metros columna de agua - en el primario para instalaciones termosolares convencionales). La selección de diámetros mayores y el incremento del número de líneas en paralelo permite adaptar la configuración a la pérdida de carga tolerable en cada caso (pueden proporcionarse tablas para ayudar a la selección de la configuración, con opción entre 3 y 8 líneas en paralelo). Se destaca igualmente la facilidad de montaje, sin 15 requerir conocimientos o habilidades específicas. La orientación preferente debe ser E-W para disminuir las pérdidas por reflexión.

20 Para un captador de 27.5 m<sup>2</sup> con 6 líneas de tuberías de polietileno de 16 mm, la curva de rendimiento se caracteriza por un factor óptico de 0.53 y un coeficiente de pérdidas de 4.82 Wm<sup>-2</sup>°C, con unos rendimientos medios diarios próximos al 30%.

25 La cubierta del captador es de plástico transparente con forma transversal de arco circular y dispuesta a lo largo del captador. Para facilitar su sujeción, se sitúan a lo largo del captador sobre unas viguetas metálicas con forma de arcos de circunferencia unidas entre sí con alambre metálico. Los laterales y los frontales de la cubierta se entierran cuidadosamente para evitar que el viento pueda causar daños al captador solar.

30 El agua que circula por las distintas tuberías de plástico proviene y se dirige a depósitos aislados térmicamente donde se almacena la energía solar térmica en forma de agua caliente para ser utilizada en el sistema de calefacción del invernadero, consistente en una red de distribución de agua mediante tuberías de plástico.

35 El objeto de esta invención también se puede emplear en otras actividades con necesidades de calefacción y que no puedan hacer frente al coste de los captadores de placa plana para producción de agua caliente sanitaria, tales como las explotaciones de ganado porcino, entre otras.

### 35 **Modo de realización de la invención**

Los captadores objeto de la invención se pueden construir con placas de corcho de 2 m x 1 m, esto es, con una anchura de 1 m y una longitud de 24 m empleando 12 placas de aislante. El aislante se protege previamente con material plástico de color negro para potenciar el efecto del absorbedor y evitar que el corcho se pueda mojar y que se produzcan pérdidas de calor. El absorbedor se puede realizar con plástico negro de poco espesor aunque sea necesario utilizar varias capas del mismo. Para conducir el agua en el interior del captador se pueden emplear seis tuberías de 14 mm de diámetro interior y 125 m de longitud cada una dispuestas convenientemente de modo que se cubra la totalidad de la base del captador. En este caso, cada tubería se debe extender sobre el absorbedor ocupando 4 m de longitud. Las seis tuberías se pueden unir en los extremos mediante un cabezal de cobre, de modo que en uno de los extremos se puede incluir en el cabezal una sonda de temperatura. La cubierta transparente se instala después de comprobar la estanqueidad del circuito hidráulico. Para facilitar su sujeción, se sitúan a lo largo del captador sobre unas viguetas metálicas con forma de arcos de circunferencia separadas 2 m entre sí y unidas unas a otras con alambre metálico. La altura máxima de la cubierta sobre las tuberías no debe superar los 50 cm. Los laterales y los frontales de la cubierta se entierran cuidadosamente para evitar que el viento pueda causar daños al captador solar. La separación entre dos 50 captadores puede ser de unos 50 cm aproximadamente.

55

60

65

## REIVINDICACIONES

5 1. Captador solar de bajo coste **caracterizado** porque se dispone horizontalmente sobre el suelo y comprende tuberías de polietileno con un diámetro que oscila entre 12-16 mm y una longitud de 10-15 m por metro lineal de captador, situadas en enrollamientos encima de un absorbedor de plástico negro y un aislante sobre el suelo, y tiene por encima una cubierta de plástico de alta transparencia y baja termicidad, en configuración de tunelillo.

10 2. Captador solar de bajo coste según reivindicación 1 **caracterizado** porque el tamaño oscila entre 3 y hasta 50 m<sup>2</sup> con una anchura de 1 m preferentemente, para facilitar tareas de montaje.

3. Captador solar de bajo coste según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque las tuberías por donde circula el fluido de trabajo, preferentemente agua, tiene una disposición circular entre 3 y 8 líneas en paralelo a lo largo del absorbedor que cubren la totalidad de la base del captador.

15 4. Captador solar de bajo coste según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por rendimientos medios diarios próximos al 30%, para un captador de 27.5 m<sup>2</sup> con 6 líneas de tuberías de polietileno de 16 mm de diámetro.

20 5. Captador solar de bajo coste según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el aislante se realiza a base de placas de poli estireno expandido de dimensiones 2 x 1 m<sup>2</sup> preferentemente, forradas con plástico negro para evitar posibles pérdidas de calor como consecuencia de que el aislante se humedezca.

25 6. Captador solar de bajo coste según reivindicaciones anteriores para su uso en el sistema de calefacción de invernaderos, fundamentalmente.

30

35

40

45

50

55

60

65

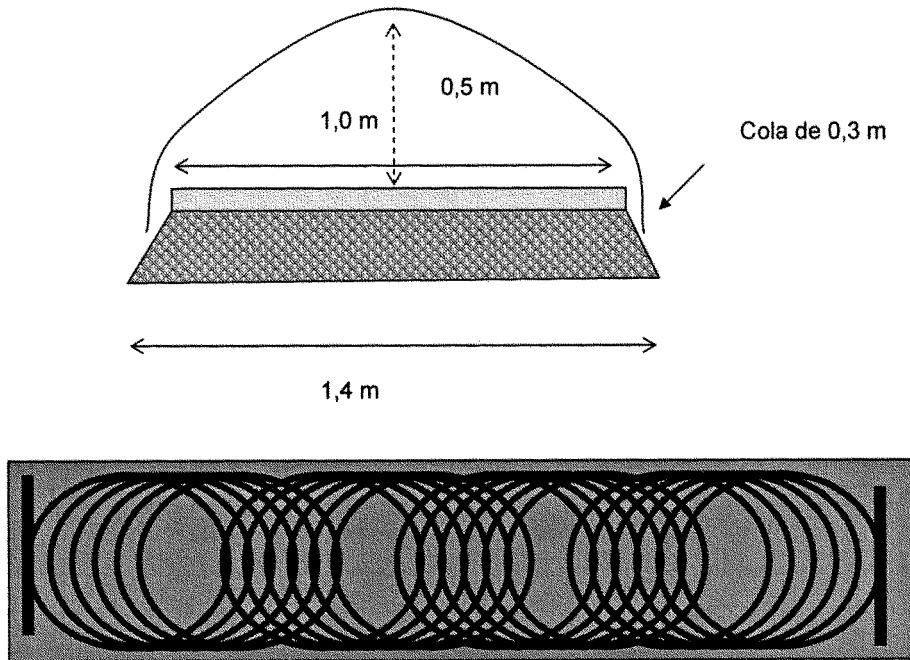


Figura 1

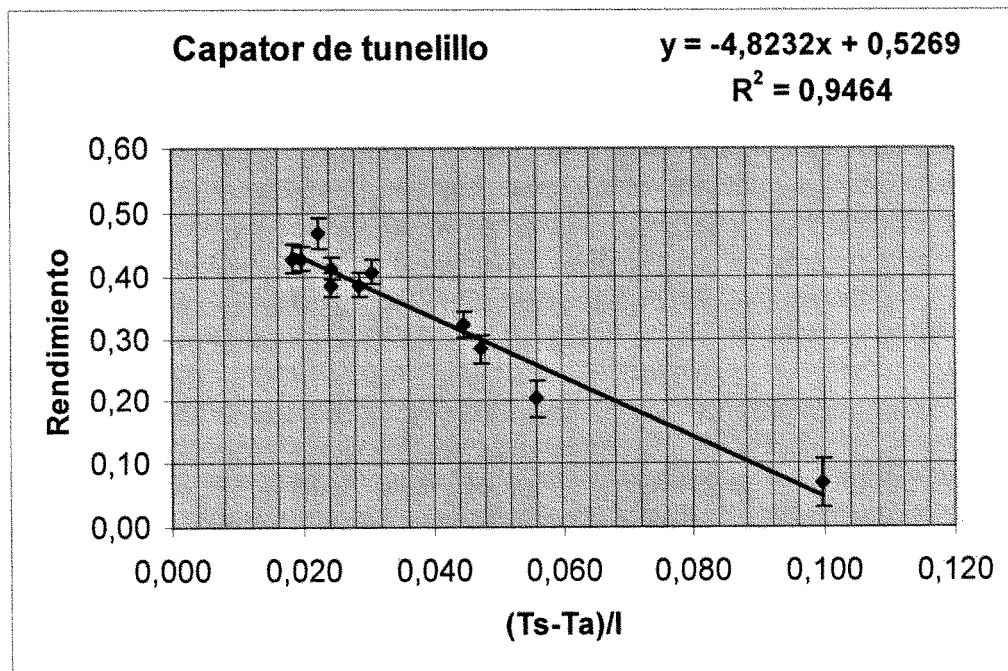


Figura 2



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 304 289

② Nº de solicitud: 200600891

③ Fecha de presentación de la solicitud: **30.03.2006**

④ Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.: **A01G 9/24** (2006.01)  
**F24J 2/24** (2006.01)

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	FR 2629677 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 13.10.1989, página 1, líneas 4-20; página 5, líneas 32-35; página 6, líneas 1-13,23-31; página 7, líneas 7-15; página 9, líneas 20-30; figuras.	1-6
X	DE 4017322 A1 (HANDWERKSKAMMER HAMBURG) 19.12.1991, (resumen) [en línea]. Recuperado de WPI en EPOQUE Database & DE 4017322 A1 (HANDWERKSKAMMER HAMBURG) 19.12.1991, figuras.	1-6
X	US 4091800 A (FLETCHER et al.) 30.05.1978, columna 3, líneas 46-68; columna 4, líneas 1-12; figuras 1,3.	1-6
A	US 4111186 A (ROSS et al.) 05.09.1978, todo el documento.	1-6
A	US 4257481 A (DOBSON et al) 24.03.1981, descripción; figuras.	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

03.09.2008

Examinador

E. García Lozano

Página

1/1