

DISPOSITIVO DE SECADO HÍBRIDO PARA GRANOS Y ALIMENTOS

CAMPO TÉCNICO

5 La presente divulgación se refiere a un dispositivo de secado híbrido para granos y alimentos que conserva el calor de la radiación solar y de la de energía calórica generada por un sistema integrado de calentamiento.

DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE LA TÉCNICA

10

La utilización de dispositivos de secado de granos mediante la conservación de calor de la radiación solar emplea colectores solares que capturan la radiación solar y la transforman en calor, el cual es luego utilizado para deshidratar los granos.

15

Sin embargo, a pesar de sus numerosos beneficios, los dispositivos de secado de granos que utilizan energía solar enfrentan varios desafíos. Uno de los problemas principales es la variabilidad de la radiación solar, que puede causar fluctuaciones en la eficiencia del secado. Durante días nublados o en condiciones climáticas adversas, la capacidad del sistema para mantener temperaturas constantes y adecuadas puede verse comprometida, afectando la

20

calidad del secado y prolongando el tiempo necesario para completar el proceso. Otro desafío es la necesidad de almacenamiento de energía térmica para asegurar un suministro de calor continuo, lo cual implica la utilización de materiales y tecnologías adicionales que pueden incrementar los costos y la complejidad del sistema.

25

Por lo anterior, se hizo una búsqueda del estado de la técnica en la que se encontraron los documentos CN105222369A, CN103216953B y el artículo “*Performance estimation of solar collectors for dehydration process of apricot fruit with preservative solutions*”, los cuáles se describen a continuación.

30

El documento CN105222369A divulga un radiador de almacenamiento de calor solar que incluye una carcasa, un vidrio de iluminación y un radiador de almacenamiento de calor. Se proporcionan respectivamente una entrada de aire y una salida de aire en ambos extremos de la carcasa. El vidrio de iluminación está instalado en el extremo superior de la carcasa, y el radiador de almacenamiento de calor está instalado dentro de la carcasa.

35

El radiador de almacenamiento de calor incluye una placa corrugada superior (cerca del vidrio de iluminación), una placa lateral, una rejilla de transferencia de calor, un material de almacenamiento de calor y una placa corrugada inferior (cerca de la parte inferior de la carcasa); en donde, la placa corrugada superior y la placa corrugada inferior forman una

40

cavidad cerrada. La rejilla de transferencia de calor está ubicada en la cavidad cerrada. Los

espacios en la cavidad se llenan con material de almacenamiento de calor. La placa se soporta dentro de la carcasa.

5 También, el documento CN105222369A divulga que la forma corrugada de la placa corrugada superior o la placa corrugada inferior es ondulada.

Así mismo, el material de almacenamiento de calor adopta un material de almacenamiento de calor de cambio de fase, tal como material de almacenamiento de calor de cera de parafina.

10 Además, el documento CN105222369A divulga, que se pueden conectar múltiples radiadores y almacenamiento de calor solar en serie. Una salida de aire del grupo de radiador y almacenamiento de calor solar envía aire caliente calentado al interior de una cámara de secado a través del ventilador para secar los artículos. Para el secado, el aire caliente descargado de la cámara de secado transporta calor y humedad residuales y entra al
15 intercambiador de calor de partición a través del canal de entrada de aire caliente del intercambiador de calor de pared de partición y se mezcla con el aire que ingresa a través del canal de entrada de aire fresco. El canal de salida de aire ingresa a la entrada de aire del grupo de radiador y almacenamiento de calor solar, y finalmente ingresa al almacenamiento de calor solar y radiador para lograr el efecto de aprovechar al máximo la energía térmica.

20

Por su parte, el documento CN103216953B divulga un colector solar de panel plano, que incluye un marco exterior provisto de una cavidad colectora de calor y una lámina absorbente de calor dispuesta longitudinalmente en la cavidad colectora de calor. La lámina absorbente de calor tiene una serie de protuberancias corrugadas longitudinales dispuestas una al lado
25 de la otra en la superficie exterior. Cada protuberancia corrugada está provista de una micro tubería que está sellada y llena con fluido, y un tanque de intercambio de calor que además comprende un conducto central.

También, el documento CN103216953B divulga que cuando la luz del sol brilla sobre las
30 protuberancias corrugadas en la lámina absorbente de calor, y la mayor parte de la radiación solar es absorbida por la lámina absorbente de calor, convertida en energía térmica y transmitida al fluido en el microtubo. El fluido en el interior absorbe calor y se evapora. El vapor del fluido de trabajo a alta temperatura ingresa a la parte superior de la cavidad colectora de calor a través de cada microtubo y realiza el intercambio de calor y la
35 condensación con el tanque de intercambio de calor dentro de la lámina absorbente de calor. Después del intercambio de calor, el medio de trabajo condensado y licuado regresa al fondo de la cavidad colectora de calor a través de la pared de cada microtubo bajo la acción de la gravedad y la fuerza impulsora capilar para absorber el calor nuevamente.

Además, CN103216953B divulga una cubierta transparente que evita el intercambio de calor por convección entre la cavidad colectora de calor y el entorno y la entrada de partículas diminutas o gases nocivos, mejorando así el efecto colector de calor y la vida útil del colector de calor.

5

Finalmente, el artículo *“Performance estimation of solar collectors for dehydration process of apricot fruit with preservative solutions”* divulga la estimación del colector solar de placa plana (FPSC) y del colector solar cilindro parabólico (PTSC) para el proceso de deshidratación de frutos de albaricoque. El diseño empleado para el proceso de deshidratación de frutos de albaricoque con la estimación del rendimiento de un colector solar de placa plana y cilindro-parabólico.

10

Además, el artículo divulga que los frutos de albaricoque se secaron con diferentes métodos como FPSC y PTSC con cámara de secado. La temperatura de secado y la humedad tanto de FPSC como de PTSC estuvieron en el rango de 30 °C a 50 °C y 20% a 25% respectivamente. La velocidad de secado del producto fue más lenta debido a la presencia de un mayor contenido de humedad, lo que requiere 18 horas de tiempo de secado para secar los frutos de albaricoque hasta 16 % y 13% de contenido de humedad en la cámara de secado del colector solar.

20

Finalmente, el artículo *“Performance estimation of solar collectors for dehydration process of apricot fruit with preservative solutions”* divulga que el ángulo de la FPSC se inclinó a 35° con orientación Norte-Sur con el eje horizontal para obtener la máxima radiación solar en los meses de marzo a agosto. La orientación del colector era normal al eje norte-sur con un ángulo de formación de 35° con la horizontal. El FPSC tiene 0,9 m de ancho y 1,8 m de largo, teniendo un área total de 1,62 m².

25

Sin embargo, ninguno de los documentos citados menciona la posibilidad de resguardar y generar calor en los colectores solares en la ausencia de radiación solar.

30

BREVE DESCRIPCIÓN

La presente divulgación se refiere a un dispositivo de secado híbrido de granos que comprende un colector solar plano que incluye un primer contenedor con una abertura superior. Este contenedor tiene una superficie exterior inferior, una superficie interna inferior, una entrada y una salida. Dentro del primer contenedor, se ubica una lámina colocada sobre la superficie interna inferior, la cual posee una pluralidad de valles y crestas. Además, una pluralidad de paredes se dispone sobre la lámina, formando canales encima de los valles y crestas. Entre la lámina y la superficie interna inferior del contenedor se encuentra

35

contenido un fluido térmico. En la abertura superior del contenedor se dispone una cubierta transparente.

El dispositivo también incluye un sistema de calentamiento conectado al primer contenedor, el cual está configurado para calentar la superficie externa del contenedor y, consecuentemente, el fluido térmico. Un flujo de aire entra al primer contenedor a través de la entrada, circulando por los valles, crestas y canales formados por las paredes.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La FIG. 1 ilustra una vista isométrica del dispositivo de secado híbrido de granos con un primer contenedor, un segundo contenedor, y un tercer contenedor, además de un dispositivo de ventilación.

La FIG. 2 ilustra una vista lateral del dispositivo de secado híbrido de granos con un primer contenedor, un dispositivo de ventilación, un sistema de calentamiento con un dispositivo de ventilación conectado a una entrada de aire, una tolva y un tornillo sin fin conectados al sistema de calentamiento, una bomba de recirculación y un fluido térmico contenido entre unas crestas.

La FIG. 3 ilustra una vista isométrica del primer contenedor el cual contiene una lámina, donde la lámina tiene una pluralidad de valles y crestas, una pluralidad de paredes dispuestas encima de la lámina, una cubierta transparente y un aislante térmico dispuesto en el exterior del primer contenedor.

La FIG. 4 ilustra un mapa de calor del dispositivo de secado híbrido de granos con un primer contenedor, un segundo contenedor, y un tercer contenedor.

La FIG. 5 ilustra un mapa dinámico del fluido térmico del dispositivo de secado híbrido de granos con un primer contenedor, un segundo contenedor, y un tercer contenedor, conectados a un tambor de secado.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La presente divulgación se refiere a un dispositivo híbrido de secado de granos y alimentos combina tecnologías de radiación solar y sistemas de calentamiento para generar un secado continuo sin interrupciones de granos y alimentos. El dispositivo está configurado para capturar, almacenar y distribuir una corriente de gas a una temperatura mayor a la del ambiente, proporcionando un flujo de aire caliente constante y controlado hacia un tambor de secado donde se encuentran los granos. La integración de tecnologías sostenibles y

materiales duraderos no solo mejora la eficiencia energética del proceso, sino que también reduce los costos operativos y el impacto ambiental.

5 El dispositivo emplea un colector solar plano, que incluye un contenedor con una lámina interna estructurada en valles y crestas, así como paredes que forman canales para el flujo de aire. Este diseño permite la transferencia y almacenamiento de calor a un fluido térmico ubicado en el fondo del contenedor. Un sistema de calentamiento auxiliar, que utiliza residuos agrícolas como combustible, se conecta al contenedor para mantener la temperatura del fluido térmico constante, incluso en condiciones climáticas variables. El aire calentado
10 por este sistema circula a través de los canales del colector solar y se dirige hacia el tambor de secado.

Al utilizar energía solar junto con un sistema de calentamiento auxiliar, el dispositivo reduce significativamente los costos operativos asociados con el secado de granos. Además, el uso
15 de residuos agrícolas como combustible contribuye a la sostenibilidad ambiental, ya que aprovecha recursos que de otro modo serían desechados.

El diseño modular del dispositivo permite su escalabilidad, adaptándose a diferentes volúmenes de producción. Esto significa que los usuarios pueden aumentar la capacidad del
20 sistema simplemente añadiendo más contenedores en serie al colector solar, sin comprometer la eficiencia del secado.

Además, el dispositivo puede incluir características de automatización y control, como sensores de temperatura y sistemas de recirculación del fluido térmico, que optimizan el
25 proceso de secado y reducen la necesidad de intervención manual. Esto no solo ahorra tiempo a los usuarios, sino que también garantiza un secado consistente y de alta calidad, lo que resulta en granos con mejor preservación de sus propiedades nutricionales y organolépticas.

30 Haciendo referencia a la FIG. 1, y FIG. 2, en una modalidad de la divulgación, el dispositivo de secado híbrido de granos, que comprende:

- un colector solar (1) plano conformado por:
 - un primer contenedor (2) con una abertura superior, dicho contenedor (2) cuenta con una superficie exterior inferior, una superficie interna inferior, una
35 entrada y una salida;
 - una lámina (10) ubicada dentro del primer contenedor (2) y encima de la superficie interna inferior, donde la lámina tiene una pluralidad de valles (11) y crestas (12);

○ una pluralidad de paredes ubicadas dentro del primer contenedor (2) y dispuestas encima de la lámina (10), en donde dicha pluralidad de paredes está configurada para conformar unos canales encima de los valles (11) y las crestas (12) de la lámina (10);

○ un fluido térmico (3) contenido entre la lámina (10) y la superficie interna inferior del primer contenedor (2); y

○ una cubierta (5) transparente dispuesta en la abertura superior del primer contenedor (2); y

- un sistema de calentamiento (6) conectado al primer contenedor (2), dicho sistema de calentamiento (6) está configurado para calentar la superficie externa del primer contenedor (2) y por ende, calentar el fluido térmico (3);

en donde un flujo de aire entra al primer contenedor (2) a través de la entrada, dicho flujo circula por entre los valles (11), crestas (12) y los canales.

Inicialmente, el fluido térmico (3) se puede calentar mediante dos maneras: en primer lugar, la lámina (10) se puede calentar mediante radiación solar emitida directamente hacia la abertura superior del primer contenedor (2) del colector solar (1), calentando así dicha lámina, transmitiendo dicha temperatura al fluido térmico (3). Por otro lado, el sistema de calentamiento (6) puede generar un aumento de la temperatura en la superficie externa del primer contenedor (2) calentando así el fluido térmico (3). Por lo tanto, una vez dicho fluido térmico tiene una temperatura mayor a la temperatura ambiente, un flujo de aire entra al primer contenedor (2) a través de la entrada, pasando entre la lámina (10) y la cubierta (5) transparente, y circulando por entre los canales, lo que permite que mediante convección dicho flujo aumente su temperatura.

Particularmente, un colector solar es un dispositivo que permite capturar la energía de la radiación solar y convertirla en calor útil. Este calor puede ser utilizado para una variedad de aplicaciones, incluyendo el calentamiento de agua, calefacción de espacios y procesos industriales que requieren calor. Los colectores son fuentes de energía sostenibles y renovables.

Adicionalmente, el colector solar (1) de la presente divulgación está compuesto por un primer contenedor (2) con una abertura superior. El primer contenedor (2) cuenta con una superficie exterior inferior y una superficie interna inferior, además de tener una entrada y una salida para el flujo de aire.

En una modalidad, el primer contenedor (2) comprende una superficie exterior en la que se dispone un material aislante (4) para conservar la temperatura al interior del primer contenedor (2).

El primer contenedor (2) del colector solar (1) puede tener una forma de prisma rectangular, paralelepípedo, prisma circular, prisma triangular, entre otras formas. En una modalidad preferida el primer contenedor tiene la forma de un prisma rectangular.

5 Ahora bien, haciendo referencia a la FIG. 1 y FIG. 2, un dispositivo de ventilación (7) se puede conectar a la entrada del primer contenedor (2). El dispositivo de ventilación (7) permite impulsar el flujo de aire dentro del primer contenedor (2), permitiendo que dicho flujo circule a través de los canales formados por las paredes verticales, las crestas (12) y valles (11) de la lámina (10).

10

Por lo anterior, el dispositivo de ventilación (7) trabaja aspirando aire del ambiente y dirigiéndolo hacia la entrada del primer contenedor (2). Al entrar, el aire es forzado a través de los canales formados por las paredes verticales, las crestas (12) y valles (11) de la lámina (10), donde se calienta por contacto con las superficies calentadas por la radiación solar y el fluido térmico (3). Este aire calentado es luego dirigido hacia el tambor secador (8), donde se encuentran los granos a secar.

El flujo de aire generado por el dispositivo de ventilación (7) mantiene un movimiento constante de aire caliente a través del primer contenedor (2), evitando la formación de puntos fríos dentro del colector solar (1). Además, la circulación continua de aire ayuda a remover la humedad evaporada de los granos ubicados en el tambor (8).

En una modalidad, se puede controlar el caudal de aire que ingresa al primer contenedor (2) mediante un controlador de velocidad variable (*VFD*, por sus siglas en inglés) conectado al dispositivo de ventilación (7), en donde el controlador de velocidad variable es un dispositivo electrónico que regula la velocidad del dispositivo de ventilación (7) ajustando la frecuencia de la corriente eléctrica que lo alimenta. Esto permite un control del caudal de aire, adaptándolo a las necesidades específicas del proceso de secado.

30 En otra modalidad, se puede instalar una válvula de control de aire en un conducto de aire que puede estar ubicado entre la entrada del primer contenedor (2) y el dispositivo de ventilación (7) en donde, para regular el flujo que ingresa al primer contenedor (2) la válvula de control puede ser ajustada manualmente o automatizada para responder a cambios en las condiciones del proceso.

35

En una modalidad adicional, se puede instalar un conducto de flujo ajustable entre la entrada del primer contenedor (2) y el dispositivo de ventilación (7), en donde el conducto de flujo ajustable incluye elementos móviles que pueden abrirse o cerrarse para regular el paso del aire. Estos pueden ser diseñados para modificar el caudal de aire de manera uniforme a través de todo el primer contenedor (2).

40

Además, el dispositivo de ventilación (7) se selecciona del grupo que consiste en ventiladores axiales, ventiladores centrífugos, ventiladores de flujo cruzado, entre otros.

5 En adición, el dispositivo de ventilación (7) puede estar equipado con sensores que monitorean parámetros como la velocidad del aire, la presión y la temperatura del flujo de aire que entra y sale del primer contenedor (2). Los sensores de flujo de aire miden la velocidad y el volumen del aire que pasa a través del canal, proporcionando datos en tiempo real sobre el caudal de aire. Los sensores de presión detectan cualquier cambio en la
10 resistencia del flujo de aire, lo que puede indicar obstrucciones o cambios en la densidad del aire. Los sensores de temperatura se ubican dentro del primer contenedor (2) y en la salida del primer contenedor (2) y, monitorizan la temperatura del aire, asegurando que se mantenga dentro de los rangos óptimos para el secado de granos.

15 También, el dispositivo de ventilación (7), los sensores que monitorean parámetros como la velocidad del aire, la presión y la temperatura del flujo de aire, y los controladores de aire, como los controladores de velocidad variable (*VFD*) y las válvulas de control de aire se conectan a una unidad de control que permite el análisis en tiempo real de los datos enviados por los sensores y a una fuente de energía.

20

La unidad de control puede estar programada para operar en varios modos según las necesidades del usuario. Por ejemplo, en un modo automático, el sistema ajusta automáticamente el caudal de aire para mantener las condiciones óptimas de secado basadas en los datos de los sensores. En un modo manual, el usuario puede ajustar directamente los
25 parámetros de flujo de aire a través de una interfaz de usuario, proporcionando flexibilidad para adaptar el sistema a diferentes tipos de granos y condiciones ambientales.

Además, los controladores de aire, como los controladores de velocidad variable (*VFD*) y las válvulas de control de aire, son actuadores que reciben señales de la unidad de control y
30 ajustan el flujo de aire en consecuencia.

Las válvulas de control de aire pueden abrirse o cerrarse para modificar el caudal de aire que ingresa al primer contenedor (2). Estas válvulas pueden ser operadas por actuadores eléctricos o neumáticos controlados por la unidad de control. La apertura y cierre de las
35 válvulas se ajustan en tiempo real para responder a cambios en las condiciones del proceso de secado.

Por otro lado, el primer contenedor (2) contiene la lámina (10) y el fluido térmico (3). La abertura superior permite la entrada de radiación solar, mientras que la superficie interna

inferior soporta la lámina (10). La entrada y la salida están configuradas para permitir el paso del flujo de aire caliente a través del canal.

Haciendo referencia a la FIG. 3, la lámina (10) está ubicada dentro del primer contenedor (2) y encima de la superficie interna inferior de dicho primer contenedor (2). Esta lámina (10) está diseñada con una pluralidad de valles (11) y crestas (12) que aumentan la superficie de transferencia de calor y crean turbulencias en el flujo de aire que entra en el colector solar (1). Lo anterior permite que el flujo de aire que entra en dicho colector solar (1) aumente su temperatura de forma homogénea, mejorando la eficiencia del secado. Las paredes están dispuestas encima de la lámina forman canales que guían el flujo de aire caliente a través del dispositivo desde la entrada del primer contenedor (2) hacia la salida del mismo.

Así mismo, la lámina (10) ubicada dentro del primer contenedor (2) del colector solar (1) tiene una serie de crestas (12) que describen ángulos con respecto a los valles (11) de la lámina (10), de entre 30 grados a 45 grados. Estos ángulos permiten aumentar la superficie de contacto con el aire que fluye a través del dispositivo, permitiendo una transferencia de calor hacia el aire en movimiento.

Entre las crestas (12), los valles (11) se disponen una pluralidad de paredes verticales que forman una serie de canales conectados entre sí, en donde la pluralidad de paredes dentro del primer contenedor (2) pueden tener una separación de entre 25 cm a 33 cm entre una pared y una pared adyacente. Esta separación permite que el aire fluya de manera uniforme y constante a través de los canales, sin crear zonas de estancamiento o de flujo excesivo. La turbulencia generada por las crestas (12) y valles (11) promueve la mezcla del aire y su exposición al calor. El flujo de aire que entra al primer contenedor (2) y se dirige a través de los canales formados por la pluralidad de paredes verticales, fluye sobre las crestas (12) y valles (11) y se calienta por contacto con la lámina (10).

En una modalidad, la lámina (10) está fabricada de un material seleccionado del grupo que consiste en aluminio, cobre, hierro, acero inoxidable, fibra de carbono, materiales compuestos, entre otros materiales con alta conductividad térmica.

En otra modalidad, la lámina (10) puede tener recubrimientos para aumentar la absorción de radiación solar mientras minimizan las pérdidas de calor por emisión térmica. Los recubrimientos pueden aplicarse a materiales como el aluminio, el cobre y el acero inoxidable, mejorando su eficiencia térmica. Los recubrimientos pueden incluir óxidos metálicos, nitruros y otros materiales con propiedades ópticas específicas que favorecen la captura y retención del calor.

Además, el material elegido para la lámina (10) preferiblemente tiene una alta conductividad térmica para obtener una buena transferencia de calor. La conductividad térmica es una medida de la capacidad de un material para conducir el calor. Los materiales con alta conductividad térmica, como el cobre por ejemplo, que cuenta con una conductividad de

5 aproximadamente 400 W/m·K y el aluminio con una conductividad de alrededor de 235 W/m·K. Esta propiedad permite que el calor capturado por la lámina (10) se distribuya rápidamente a lo largo de su superficie, calentando de manera uniforme el aire que pasa a través de los canales formados por las crestas (12) y valles (11).

10 Por otro lado, debajo de los canales formados por las crestas (12) y valles (11) de la lámina (10), se encuentra un espacio formado entre la superficie interior y la lámina, que contiene el fluido térmico (3). Este fluido térmico (3) almacena y distribuye el calor de manera uniforme a lo largo de la superficie interna inferior del primer contenedor (2).

15 Para el entendimiento de la presente divulgación se entenderá por fluido térmico (3) a una sustancia utilizada en sistemas de transferencia de calor para transportar energía térmica desde una fuente caliente a un área donde se requiere calor.

El fluido térmico (3) es seleccionado del grupo que consiste en aceite térmico, glicol en

20 solución acuosa, y sales fundidas, parafinas, entre otros. También, el fluido térmico (3) se selecciona según sus propiedades de alta capacidad de almacenamiento de calor, estabilidad térmica y baja corrosión. El aceite térmico, por ejemplo, tiene una alta capacidad calorífica y su capacidad para operar a temperaturas elevadas sin descomponerse. Las sales fundidas y las parafinas son otras opciones que ofrecen beneficios similares, especialmente en

25 aplicaciones que requieren almacenar grandes cantidades de calor a temperaturas muy altas.

La presencia del fluido térmico (3) debajo de los canales asegura que la lámina (10) mantenga una temperatura constante debido a que la temperatura del fluido térmico (3) es transmitida hacia dicha lámina (10).

30 Adicionalmente, el fluido térmico (3) se distribuye uniformemente en el espacio que existe entre la lámina (10) y la superficie interna inferior del primer contenedor (2), lo que le permite al fluido térmico (3) estar en contacto directo con la superficie interna de la lámina (10). Durante el día, la radiación solar atraviesa la cubierta transparente (5) y calienta

35 la lámina (10). Este calor es transferido al fluido térmico (3), que tiene una capacidad de almacenamiento térmico, permitiéndole retener grandes cantidades de energía térmica.

Una vez que el fluido térmico (3) ha absorbido el calor, su capacidad térmica le permite distribuir esta energía de manera uniforme a lo largo de la base del primer contenedor (2).

40 Esta distribución permite mantener la lámina (10) a una temperatura constante, incluso

cuando la radiación solar es intermitente o disminuye, como ocurre al final del día o durante días nublados. El calor almacenado en el fluido térmico (3) se transfiere continuamente a la lámina (10), permitiendo que el aire que pasa a través de los canales formados por las crestas (12) y valles (11) se caliente.

5

En una modalidad, el fluido térmico (3) puede ser recirculado mediante una bomba de recirculación (15). En dicha modalidad, en la porción del primer contenedor (2) en donde se almacena el fluido térmico (3) puede tener dos aberturas en donde se conecta dicha bomba de recirculación (15), lo que permite recircular el fluido térmico (3) permitiendo dicho fluido

10 térmico (3) esté en constante movimiento. Lo anterior ayuda a mantener una distribución uniforme del calor y evita la formación de zonas calientes o frías dentro del primer contenedor (2). Es decir, lo anterior permite que la temperatura en la lámina (10) es aproximadamente la misma sobre toda su superficie.

15 En una modalidad, la bomba de recirculación (15) está conectada a la unidad de control y a la fuente de energía. Dicha bomba de recirculación (15) se selecciona del grupo conformado por bomba centrífuga, bomba de engranajes externos, bomba de engranajes internos, bomba de lóbulos, bomba de diafragma, bomba sumergible, bomba periférica, bomba peristáltica, entre otras bombas de recirculación de fluidos térmicos.

20

Por otro lado, la cubierta transparente (5) del primer contenedor (2) permite la entrada de radiación solar al interior del primer contenedor (2) mientras minimiza las pérdidas de calor y protege los componentes internos de las inclemencias del tiempo y la contaminación ambiental.

25

Una de las propiedades de la cubierta transparente (5) es su transmisibilidad de la radiación solar. Por lo anterior, la cubierta (5) permite que la mayor parte de la radiación visible e infrarroja pase a través de ella para que así pueda calentar la lámina (10). Por lo tanto, la cubierta (5) transparente está fabricada de un material seleccionado del grupo que consiste

30 en vidrio, vidrio templado, policarbonato, y materiales poliméricos transparentes resistentes a impactos y a condiciones climáticas adversas. Dichos materiales tienen una alta transmitancia solar, lo que significa que permiten que más del 90% de la radiación solar incidente atraviese la cubierta (5) y llegue a la lámina (10).

35 Además, la cubierta (5) puede funcionar como un aislamiento térmico para minimizar las pérdidas de calor por convección y radiación desde el interior del primer contenedor (2) hacia el ambiente exterior. Esto permite mantener una temperatura elevada dentro del contenedor, especialmente en condiciones de baja radiación solar o durante la noche. El vidrio templado y el policarbonato son materiales efectivos en este aspecto, ya que pueden ser diseñados con

capas múltiples o recubrimientos especiales que mejoran sus propiedades aislantes sin comprometer la transmisión de luz solar.

5 También, las superficies de la cubierta (5) puede tener recubrimientos hidrofóbicos que repelen el agua y evitan la acumulación de polvo y otros contaminantes.

Ahora bien, haciendo referencia a la FIG. 5, el funcionamiento del dispositivo de secado híbrido de granos durante el día se basa en la captura y utilización de la radiación solar para calentar el flujo de aire. Durante el día, la cubierta (5), permite transmisibilidad de la radiación solar, lo que permite que la mayor parte de la luz solar llegue a la lámina (10). Esta lámina (10) está dispuesta encima de la superficie interna inferior del primer contenedor (2) y está estructurada con crestas (12) y valles (11) para aumentar la superficie de contacto con el flujo de aire, además dichas crestas (12) y valles (11) también permiten que dicho flujo de aire tenga un flujo turbulento logrando que la temperatura del flujo sea homogénea.

15 La radiación solar que atraviesa la cubierta (5) transparente es absorbida por la lámina (10). La lámina (10), al calentarse, transfiere este calor al fluido térmico (3) contenido entre la lámina (10) y la superficie interna inferior del primer contenedor (2). El fluido térmico (3) actúa como un medio de almacenamiento de calor, manteniendo una temperatura constante y elevada dentro del primer contenedor (2).

Además, como se indicó anteriormente, el dispositivo de ventilación (7) que puede estar ubicado en la entrada del primer contenedor (2), impulsa el aire del ambiente hacia el interior del primer contenedor (2). Este aire circula a través de los canales formados por las crestas (12) y valles (11) de la lámina (10). A medida que el aire pasa a través de estos canales, se calienta por contacto directo con la superficie de la lámina (10) calentada y el fluido térmico (3) que mantiene la temperatura de la lámina (10).

Como se mencionó anteriormente, el caudal de aire que ingresa al primer contenedor (2) mediante el dispositivo de ventilación (7) es monitoreado y ajustado continuamente por la unidad de control, que recibe datos en tiempo real de los sensores de flujo de aire, presión y temperatura. La unidad de control utiliza estos datos para ajustar la velocidad del dispositivo de ventilación mediante, por ejemplo, un controlador de velocidad variable (VFD) y, si es necesario, mediante válvulas de control de aire. Este ajuste dinámico del caudal de aire asegura que el sistema opere en condiciones óptimas, adaptándose a las variaciones en la radiación solar y la temperatura ambiente durante el día.

Adicionalmente, el aire calentado dentro del primer contenedor (2) se dirige hacia el tambor secador (8) conectado a la salida del primer contenedor (2), donde en el tambor (8) se encuentran los granos o alimentos a secar. El flujo de aire caliente proveniente del colector

solar (1) circula a través del tambor (8), absorbiendo la humedad de los granos y facilitando su secado. La temperatura y el flujo de aire son controlados para asegurar que los granos se sequen de manera uniforme, preservando sus propiedades nutricionales y evitando el sobrecalentamiento o secado excesivo.

5

En una modalidad, parte del aire caliente que ingresa al tambor (8) puede ser recirculado dentro del primer contenedor (2), por lo que el tambor (8) tiene un conducto que se conecta al primer contenedor (2), en donde por el conducto fluye el aire caliente desde el tambor (8) al primer contenedor (2). Dicho conducto puede comprender en su interior una válvula conectada a la unidad de control, donde la válvula al abrirse puede redirigir el aire calentado de regreso al primer contenedor (2) para que pase nuevamente a través de los canales de la lámina (10), acumulando más calor antes de ser dirigido nuevamente al tambor (8) secador. Esta recirculación ayuda a mantener un nivel de temperatura constante y reduce la necesidad de energía adicional, optimizando el uso de la radiación solar disponible.

15

Haciendo referencia a la FIG. 4, durante la noche, cuando la radiación solar no está disponible, el dispositivo de secado híbrido de granos continúa operando gracias a un sistema de calentamiento (6). Este sistema está diseñado para mantener la temperatura del aire de secado utilizando una fuente de calor alternativa, asegurando que el proceso de secado de granos no se interrumpa.

20

Cuando la radiación solar disminuye al final del día, la unidad de control detecta la reducción en la temperatura a través de los sensores de temperatura y flujo de aire. En respuesta, activa el sistema de calentamiento (6) auxiliar para compensar la falta de radiación solar. En una modalidad de la presente divulgación, el sistema de calentamiento (6) comprende: una cámara de combustión (6a) con una primera entrada configurada para ser alimentada por combustible como residuos agrícolas; una entrada de aire para suministrar aire a la cámara de combustión (6a); y una tolva (13) y un tornillo (14) sin fin, donde el tornillo sin fin está conectado entre la tolva (13) y la primera entrada para la alimentación continua de la cámara de combustión (6a).

30

La tolva (13) actúa como un depósito de almacenamiento para los residuos agrícolas, mientras que el tornillo (14) sin fin transporta estos residuos desde la tolva hasta la entrada de la cámara de combustión (6a). Esta alimentación constante permite mantener una combustión estable y una generación de calor continua.

35

Dentro de la cámara de combustión (6a), los residuos agrícolas se queman en presencia de aire suministrado por una entrada de aire, en donde dicha entrada de aire puede ser un conducto dispuesto dentro de la cámara de combustión (6a), que inyecta aire directamente al combustible. De acuerdo con lo anterior, un dispositivo de ventilación (7a) adicional se

40

5 dispone en la entrada de aire de la cámara de combustión (6a) que permite inyectar mayor cantidad de aire dentro de la cámara de combustión (6a). El calor generado por la combustión se transfiere a través de unos conductos de calentamiento dispuestos sobre la cámara de combustión (6a), a la superficie exterior inferior y a la superficie interna inferior del primer contenedor (2) y al fluido térmico (3) contenido debajo de la lámina (10).

Haciendo referencia a la FIG. 4, el calor generado en la cámara de combustión (6a) se transfiere al fluido térmico (3), que actúa como un medio de almacenamiento. Este fluido térmico (3), ya calentado durante el día por la radiación solar, mantiene su temperatura elevada gracias al calor adicional proporcionado por la combustión. La capacidad del fluido
10 térmico (3) para retener y distribuir calor permite que la lámina (10) continúe calentándose, incluso en ausencia de radiación solar.

Es decir, el sistema de calentamiento (6) permite que la temperatura del fluido térmico (3)
15 no dependa únicamente de la radiación solar.

El dispositivo de ventilación (7) sigue operando durante la noche, impulsando el aire a través de la entrada del primer contenedor (2). Este aire circula por los canales formados por las crestas (12) y valles (11) de la lámina (10), donde se calienta por contacto con la lámina y el
20 fluido térmico.

En una modalidad adicional, cuando no hay radiación solar el primer contenedor (2) puede funcionar con el calor remanente de la combustión del sistema de calentamiento (6) durante 2 horas a 6 horas y con el sistema de combustión (6) apagado.

25 Siguiendo con la referencia en la FIG. 4 adyacente al primer contenedor (2), se ubica un segundo contenedor (2a) con la misma configuración del primer contenedor solar (2). Este segundo contenedor (2a) está configurado para recibir el flujo de aire caliente que sale del primer contenedor (2). El segundo contenedor (2a) tiene una entrada y una salida, donde la
30 entrada se conecta a la salida del primer contenedor (2) y en donde en el segundo contenedor (2a) el flujo de aire puede alcanzar una temperatura de entre 60 °C a 110 °C. La conexión entre la entrada del segundo contenedor (2a) y la salida del primer contenedor (2), permiten la transferencia continua del aire a través del dispositivo.

35 El segundo contenedor (2a) también está equipado con una lámina (10) con crestas (12) y valles (11), y contiene un fluido térmico (3) similar al primer contenedor (2).

Adyacente al segundo contenedor (2a), se puede disponer un tercer contenedor (2b) que también comparte la misma configuración del primer contenedor (2), en donde el tercer
40 contenedor (2b) tiene una entrada y una salida, donde la entrada se conecta a la salida del

segundo contenedor (2a) y en donde en el tercer conector (2b) el flujo de aire puede alcanzar una temperatura de entre 20 °C a 60 °C. La conexión entre la entrada del tercer contenedor (2b) y la salida del segundo contenedor (2a), permiten que el flujo de aire continúe su trayecto a través del dispositivo de secado.

5

El tercer contenedor (2b) también está equipado con una lámina (10) con crestas (12) y valles (11), y contiene un fluido térmico (3) similar al primer contenedor (2). Con esta configuración, el tercer contenedor (2b) está diseñado para recibir el flujo de aire ya parcialmente enfriado y recalentarlo a una temperatura de entre 20 °C a 60 °C.

10

Por lo anterior, existe un proceso de amortiguación de temperatura del fluido térmico (3) y por ende del flujo de aire que circula entre el primer contenedor (2a) y el tercer contenedor (2b), que consiste en que el flujo de aire se calienta gradualmente y se enfría de manera controlada a lo largo de los tres contenedores (2, 2a, 2b).

15

En el primer contenedor (2), se puede utilizar un fluido térmico (3) con una alta capacidad de almacenamiento de calor y una alta temperatura de operación, por ejemplo, un aceite térmico. Este fluido térmico (3) se mantiene a una temperatura de entre 120 °C a 300° C gracias al sistema de calentamiento auxiliar que se activa durante la noche o cuando no se cuenta con radiación solar. La bomba de recirculación (15) permite que el fluido térmico (3) esté en constante movimiento, manteniendo una temperatura homogénea a lo largo de todo el primer contenedor (2) y la lámina (10).

20

El flujo de aire que ingresa al primer contenedor (2) es calentado al pasar a través de los canales formados por las crestas (12) y valles (11) de la lámina (10), que está en contacto directo con el fluido térmico (3) caliente. Este diseño asegura una transferencia de calor rápida y uniforme, elevando la temperatura del aire hasta 170°C en el primer contenedor (2).

25

Después, el segundo contenedor (2a) recibe el flujo de aire caliente proveniente del primer contenedor (2). Aquí, se puede utilizar un fluido térmico (3) diferente, como una solución de glicol o una mezcla de sales fundidas, que opera a una temperatura más moderada en comparación con el fluido térmico (3) del primer contenedor (2). Este fluido térmico (3) sigue siendo efectivo para almacenar y transferir calor, pero a una temperatura menor, lo que permite mantener una temperatura del flujo de aire de hasta 100° C en el segundo contenedor (2a).

30

35

El aire caliente del primer contenedor (2), al pasar al segundo contenedor (2a), es sometido a un proceso de amortiguación de temperatura permitiendo un enfriamiento gradual del flujo de aire.

40

Luego, el tercer contenedor (2b) recibe el flujo de aire del segundo contenedor (2a). En este tercer contenedor (2b), se puede utilizar un fluido térmico como parafina, que tiene una capacidad de almacenamiento de calor a una temperatura más baja en comparación con los fluidos térmicos (3) del primer y segundo contenedor (2, 2a).

5

Finalmente, el aire que ingresa al tercer contenedor (2b) puede ser ajustado nuevamente a una temperatura de hasta 60° C, en donde este flujo de aire ingresa al tambor de secado (8). Este enfriamiento adicional es esencial para la fase final del secado, donde el objetivo es eliminar la humedad residual sin afectar las propiedades nutricionales y organolépticas de los granos, asegurando que el producto final sea de alta calidad. Además, el secado uniforme reduce el riesgo de crecimiento de moho y otros problemas relacionados con la humedad, mejorando la durabilidad y la calidad del almacenamiento de los granos. La temperatura moderada del aire asegura que los granos se sequen completamente y de manera uniforme, sin riesgo de sobrecalentamiento.

15

La configuración escalonada y la amortiguación de temperatura a través de los tres contenedores (2, 2a, 2b) permiten un control más preciso del proceso de secado en comparación con otros sistemas. El uso de diferentes fluidos térmicos (3) con distintas capacidades de almacenamiento de calor y temperaturas de operación permite que el aire se calienta de manera gradual y controlada. Este enfoque evita los picos de temperatura que podrían dañar los granos y asegura un secado uniforme y eficiente.

20

En una modalidad adicional, se pueden conectar más de tres contenedores conectados en serie al dispositivo de secado de granos y alimentos.

25

Ejemplos

En un primer ejemplo, y haciendo referencia a la FIG. 1 a FIG. 3, se construyó un dispositivo de secado híbrido de granos y alimentos, que comprende:

30

– un colector solar (1) plano conformado por:

- un primer contenedor (2) con una abertura superior, dicho contenedor (2) cuenta con una superficie exterior inferior, una superficie interna inferior, una entrada y una salida;

35

- una lámina (10) ubicada dentro del primer contenedor (2) y encima de la superficie interna inferior, donde la lámina tiene una pluralidad de valles (11) y crestas (12);

- una pluralidad de paredes ubicadas dentro del primer contenedor (2) y dispuestas encima de la lámina (10), en donde dicha pluralidad de paredes está configurada para conformar unos canales encima de los valles (11) y las crestas (12) de la lámina (10);

- un fluido térmico (3) contenido entre la lámina (10) y la superficie interna inferior del primer contenedor (2); y

- una cubierta (5) transparente dispuesta en la abertura superior del primer contenedor (2); y

- 5 - un sistema de calentamiento (6) conectado al primer contenedor (2), dicho sistema de calentamiento (6) está configurado para calentar la superficie externa del primer contenedor (2) y por ende, calentar el fluido térmico (3);
- un ventilador centrífugo conectado en la entrada del primer contenedor (2);
- otros dos contenedores conectados (2a, 2b) conectados en serie al primer
- 10 contenedor (2).

Un Primer Contenedor (2):

- Dimensiones: 200 cm x 200 cm x 15 cm.
- Altura de las crestas (12): 5 cm.
- 15 - Longitud de los canales: 160 cm.
- Tipo de fluido térmico (3): Aceite térmico.
- Tipo de dispositivo de ventilación (7): Ventilador centrífugo.
- Temperatura del flujo de aire: 60°C a 160°C.
- Temperatura del fluido térmico: 300°C.

20

Un Segundo Contenedor (2a):

- Dimensiones: 200 cm x 150 cm x 15 cm.
- Altura de las crestas (12): 5 cm.
- Longitud de los canales: 120 cm.
- 25 - Tipo de fluido térmico (3): Glicol en solución acuosa o Parafina.
- Temperatura del flujo de aire: 50°C a 110°C.
- Temperatura del fluido térmico: 120°C.

Un Tercer Contenedor (2b):

- 30 - Dimensiones: 200 cm x 150 cm x 15 cm.
- Altura de las crestas (12): 5 cm.
- Longitud de los canales: 100 cm.
- Tipo de fluido térmico: Parafina.
- Temperatura del flujo de aire: 40°C a 60°C.
- 35 - Temperatura del fluido térmico: 80°C.

Durante las horas diurnas, el dispositivo de secado híbrido de granos aprovecha al máximo la radiación solar para calentar el aire utilizado en el secado de los granos. La operación diurna se basa en la captación de radiación solar a través de las cubiertas (5) transparentes de

los tres contenedores (2, 2a, 2b), cada uno con una configuración diseñada para optimizar la transferencia de calor.

5 En los tres contenedores (2, 2a, 2b), la cubierta (5) transparente permite la entrada de la radiación solar, que es absorbida por la lámina (10) con crestas (12) y valles (11). Esta lámina (10) está diseñada para maximizar la superficie de contacto y la transferencia de calor al fluido térmico, que en el primer contenedor (2) es aceite térmico, operando a una alta temperatura de 200°C. La radiación solar calienta directamente la lámina (10) y el fluido térmico (3), que a su vez calienta el aire que circula a través de los canales formados por las crestas (12) y valles (11).
10

El ventilador centrífugo en el primer contenedor introduce aire ambiente, que es rápidamente calentado al pasar por los canales de la lámina (10). Durante el día, la temperatura del aire en el primer contenedor (2) puede alcanzar entre 35°C a 45°C, proporcionando el calor inicial necesario para dirigirse al segundo y tercer contenedor (2a, 2b).
15

El aire caliente cargado de energía térmica se transfiere al segundo contenedor (2a). Aquí, la cubierta (5) transparente y la lámina (10) similar a la del primer contenedor (2) permiten que la radiación solar continúe calentando el aire. El fluido térmico (3) en este contenedor es glicol en solución acuosa o parafina, operando a una temperatura de 55°C a 60°C. La transferencia de calor del fluido térmico (3) al aire ajusta la temperatura del aire a un rango de entre 35°C a 50°C.
20

Finalmente, el aire se mueve al tercer contenedor (2b), donde se realiza la última etapa de calentamiento y ajuste de temperatura. La cubierta (5) transparente del tercer contenedor permite la entrada continua de radiación solar, que es absorbida por la lámina (10) con crestas (12) y valles (11). El fluido térmico (3) en este contenedor es parafina, operando a una temperatura más baja de 45°C a 70°C. El aire se ajusta a una temperatura de 45°C a 60°C, en donde este flujo de aire ingresa al tambor (8) para eliminar la humedad residual sin afectar las propiedades nutricionales de los granos. Este enfriamiento gradual permite que los granos no se sobrecalienten en ninguna etapa del proceso.
25
30

Ahora bien, durante la noche o días sin radiación o nublados, cuando la radiación solar no está disponible, el dispositivo de secado híbrido de granos depende del sistema de calentamiento (6) para mantener el flujo de aire caliente necesario para el secado continuo de los granos. Este sistema de calentamiento (6) utiliza una cámara de combustión (6a) alimentada por residuos agrícolas, lo que garantiza una fuente de energía sostenible y eficiente.
35

Con la ausencia de luz solar, el sistema de calentamiento (6) se activa automáticamente para asegurar que el proceso de secado no se interrumpa. La cámara de combustión (6a), alimentada continuamente por residuos agrícolas a través de una tolva (13) y un tornillo sin fin (14), genera el calor necesario para mantener el fluido térmico (3) en el primer contenedor (2) a una temperatura adecuada.

El calor generado en la cámara de combustión se transfiere al fluido térmico (3) en el primer contenedor (2). El primer contenedor (2) es el punto de entrada del aire y donde se realiza el calentamiento inicial. Utiliza aceite térmico como fluido térmico (3), que tiene una capacidad de almacenamiento de calor y opera a una temperatura elevada de 120°C a 300°C, en donde dicha temperatura es homogenizada por la bomba de recirculación (15). La recirculación asegura que el calor se distribuya uniformemente a lo largo de todo el primer contenedor (2), manteniendo la lámina (10) a una temperatura constante y elevada.

El ventilador centrífugo introduce el aire ambiente en el primer contenedor (2), donde circula a través de los canales formados por las crestas (12) y valles (11). La altura de las crestas (12) es de 5 cm, lo que optimiza la transferencia de calor. La bomba de recirculación (15) asegura que el fluido térmico (3) se mantenga homogéneo en temperatura, permitiendo que el aire alcance temperaturas entre 100°C y 190°C.

El aire caliente del primer contenedor (2) pasa al segundo contenedor (2a) a través de una conexión directa. Aquí, se utiliza glicol en solución acuosa o parafina como fluido térmico, operando a una temperatura de 70 °C a 120°C. Este fluido es adecuado para la etapa intermedia de secado, proporcionando un calor moderado y constante. La misma estructura de crestas (12) y valles (11) con una altura de 5 cm y una longitud de canales de 120 cm asegura una transferencia de calor eficiente. El ventilador centrífugo continúa impulsando el aire, que ahora se ajusta a una temperatura entre 60°C y 110°C, adecuada para seguir eliminando humedad sin sobrecalentar los granos.

El aire del segundo contenedor (2a) pasa al tercer contenedor (2b), donde se utiliza parafina como fluido térmico (3), que opera a una temperatura de 50°C a 80°C. La parafina permite mantener una temperatura baja y constante en la etapa final del secado. La configuración de crestas (12) y valles (11) es similar, con una altura de 5 cm y longitud de canales de 100 cm. El ventilador centrífugo asegura que el aire circula eficientemente, alcanzando una temperatura de entre 35°C y 60°C. Esta temperatura es crucial para eliminar la humedad residual sin afectar las propiedades nutricionales de los granos.

La unidad de control sigue monitoreando continuamente la temperatura, presión y flujo de aire mediante sensores ubicados a lo largo del dispositivo. Los datos recopilados permiten ajustes automáticos en la velocidad del ventilador y la alimentación de combustible a la

cámara de combustión (6a). Este control permite que el sistema opere manteniendo la temperatura y el flujo de aire necesarios para un secado eficiente.

5 El dispositivo de secado híbrido de granos y alimentos, configurado con tres contenedores en serie, proporciona un control preciso y eficiente del proceso de secado. La utilización de diferentes fluidos térmicos (3) en cada contenedor, junto con la recirculación del fluido térmico (3) en el primer contenedor (2), asegura una transferencia de calor gradual y controlada. Las temperaturas específicas del flujo de aire en cada contenedor y la temperatura final del flujo de aire que ingresa al tambor (8) permite eliminar la humedad de
10 los granos de manera uniforme y segura, preservando sus propiedades nutricionales.

El ventilador centrífugo (7) conectado al primer contenedor (2) asegura un flujo de aire constante, mejorando la transferencia de calor y optimizando el proceso de secado. Esta configuración no solo mejora la calidad del producto final, sino que también reduce el tiempo
15 y los costos operativos.

Se debe entender que la presente divulgación no se haya limitado a las modalidades descritas e ilustradas, pues como será evidente para una persona versada en el arte, existen variaciones y modificaciones posibles que no se apartan del espíritu del desarrollo, el cual solo se
20 encuentra definido por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de secado híbrido de granos, que comprende:
 - un colector solar (1) plano conformado por:
 - un primer contenedor (2) con una abertura superior, dicho
5 contenedor (2) cuenta con una superficie exterior inferior, una superficie interna inferior, una entrada y una salida;
 - una lámina (10) ubicada dentro del primer contenedor (2) y encima de la superficie interna inferior, donde la lámina tiene una pluralidad de valles (11) y crestas (12);
 - 10 ○ una pluralidad de paredes ubicadas dentro del primer contenedor (2) y dispuestas encima de la lámina (10), en donde dicha pluralidad de paredes está configurada para conformar unos canales encima de los valles (11) y las crestas (12) de la lámina (10);
 - un fluido térmico (3) contenido entre la lámina (10) y la superficie interna inferior del primer contenedor (2); y
 - 15 ○ una cubierta (5) transparente dispuesta en la abertura superior del primer contenedor (2); y
 - un sistema de calentamiento (6) conectado al primer contenedor (2), dicho sistema de calentamiento (6) está configurado para calentar la superficie externa del primer contenedor (2) y por ende, calentar el fluido térmico (3);
 - 20 en donde un flujo de aire entra al primer contenedor (2) a través de la entrada, dicho flujo circula por entre los valles (11), crestas (12) y los canales.
2. El dispositivo de la Reivindicación 1, en donde la pluralidad de paredes dentro del primer contenedor (2) tienen una separación de entre 25 cm a 33 cm entre una pared y una
25 pared adyacente.
3. El dispositivo de la Reivindicación 1, en donde un dispositivo de ventilación (7) se dispone en la entrada del primer contenedor (2).
- 30 4. El dispositivo de la Reivindicación 1, en donde una bomba de recirculación (15) está conectada al primer colector solar (1) por medio de dos aberturas en el primer contenedor (2), en donde dicha bomba de recirculación (15) está configurada para hacer circular el fluido térmico (3).
- 35 5. El dispositivo de la Reivindicación 1, en donde el sistema de calentamiento (6) comprende:
 - una cámara de combustión (6a) con una primera entrada configurada para ser alimentada por residuos agrícolas;
 - una entrada de aire dispuesta en la cámara de combustión (6a); y

– una tolva (13) y un tornillo (14) sin fin, donde el tornillo sin fin está conectado entre la tolva (13) y la primera entrada para la alimentación continua de la cámara de combustión (6a).

5 6. El dispositivo de la Reivindicación 1, en donde adyacente al primer contenedor (2) se ubica un segundo contenedor (2a) con la misma configuración del primer contenedor solar (2),

en donde el segundo contenedor (2a) tiene una entrada y una salida, donde la entrada se conecta a la salida del primer contenedor (2); y

10 en donde en el segundo contenedor (2a) el flujo de aire alcanza una temperatura de entre 35 °C a 110 °C.

7. El dispositivo de la Reivindicación 6, en donde adyacente al segundo contenedor (2a) se ubica un tercer contenedor (2b) con la misma configuración del primer contenedor (2),

15 en donde el tercer contenedor (2b) tiene una entrada y una salida, donde la entrada se conecta a la salida del segundo contenedor (2a); y

en donde en el tercer conector (2b) el flujo de aire alcanza una temperatura de entre 35 °C a 60 °C.

20 8. El dispositivo de la Reivindicación 7, en donde un tambor secador (8) se conecta a la salida del tercer contenedor (2b).

9. El dispositivo de la Reivindicación 1, en donde el fluido térmico (3) es seleccionado del grupo que consiste en aceite térmico, glicol en solución acuosa, y sales fundidas, 25 parafinas, entre otros.

10. El dispositivo de la Reivindicación 1, en donde la cubierta (5) transparente está fabricada de un material seleccionado del grupo que consiste en vidrio, policarbonato, y materiales poliméricos transparentes resistentes a impactos y a condiciones climáticas 30 adversas.

RESUMEN

El dispositivo de secado híbrido de granos y alimentos funciona con una combinación de radiación solar y un sistema de calentamiento auxiliar, lo que reduce considerablemente los costos operativos y promueve la sostenibilidad ambiental. Al utilizar residuos agrícolas como combustible, el dispositivo no solo disminuye la dependencia de combustibles fósiles, sino que también se alinea con las prácticas agrícolas sostenibles, reduciendo la huella de carbono. Además, el dispositivo permite un secado uniforme y controlado, mejorando la calidad del producto final al garantizar que los granos no se sobrecalienten ni se sequen en exceso, preservando así sus propiedades nutricionales.

Su configuración modular permite añadir múltiples colectores solares en serie, adaptándose fácilmente a diferentes volúmenes de producción. Esto, junto con la capacidad de operar eficientemente en diversas condiciones climáticas, hace que el dispositivo sea adaptable a distintas necesidades agrícolas.

FIGURAS

5

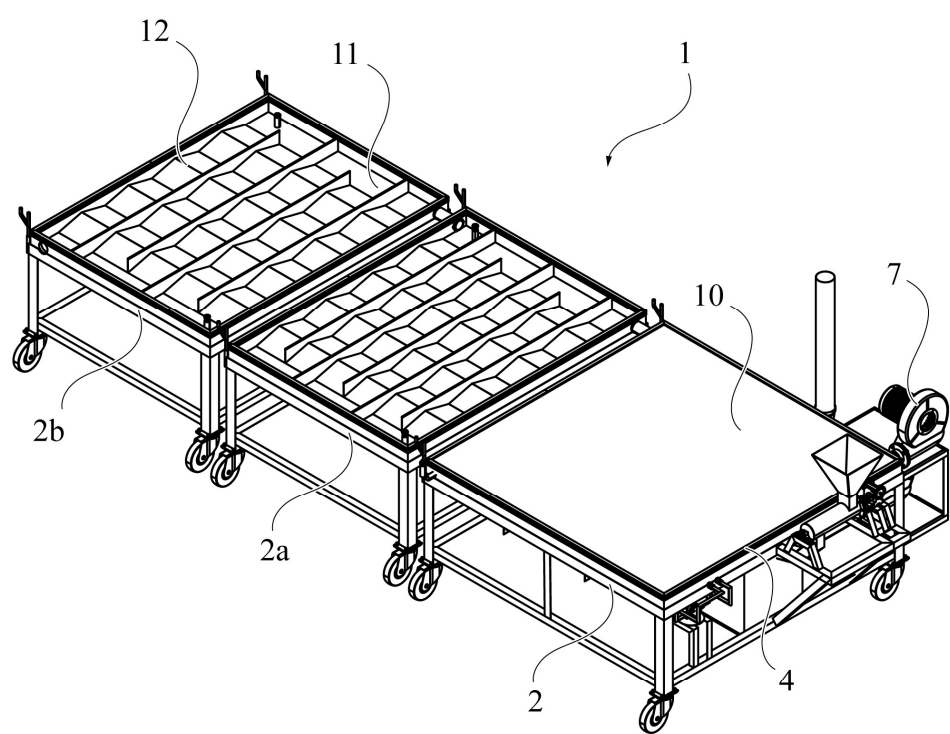


FIG. 1

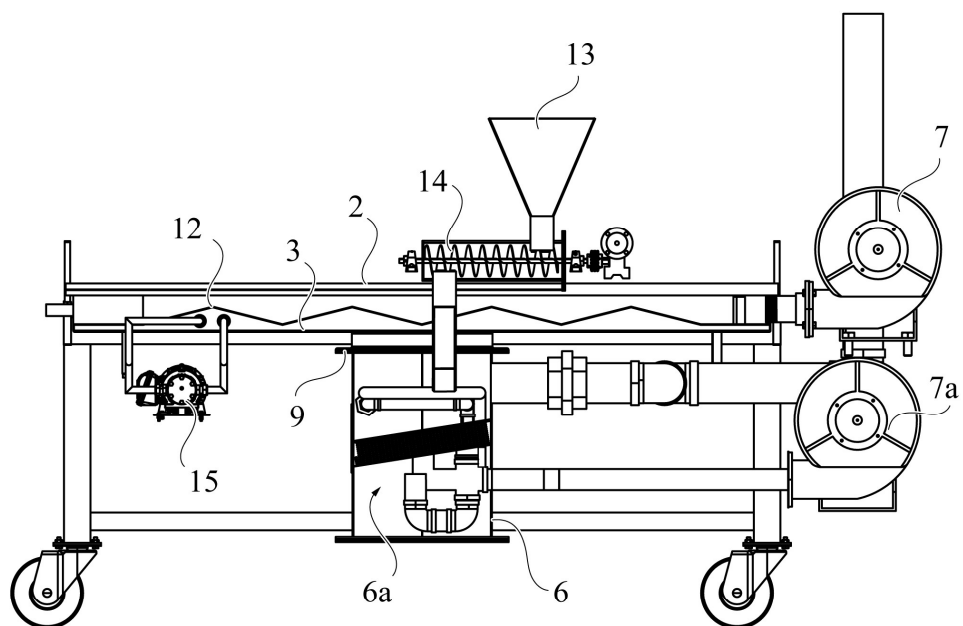


FIG. 2

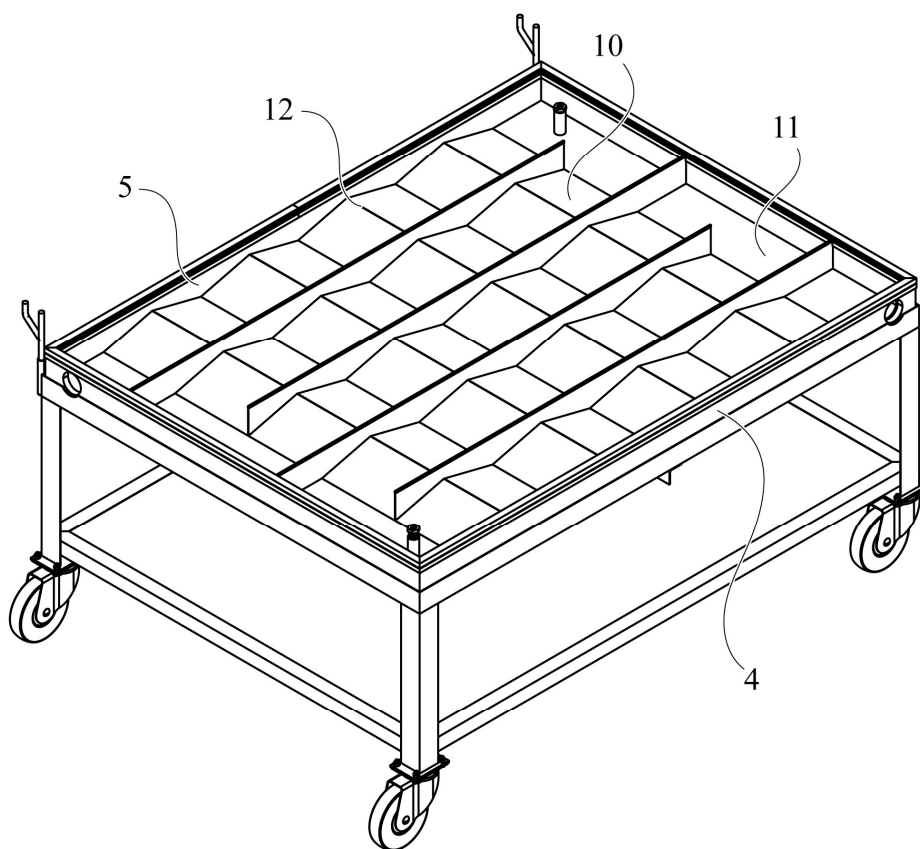


FIG. 3

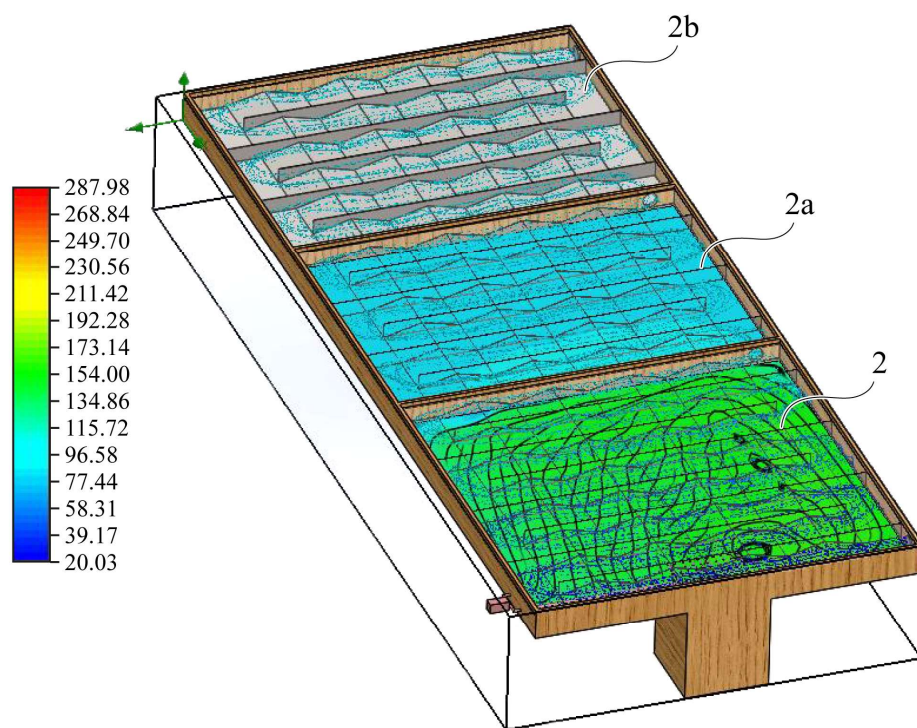


FIG. 4

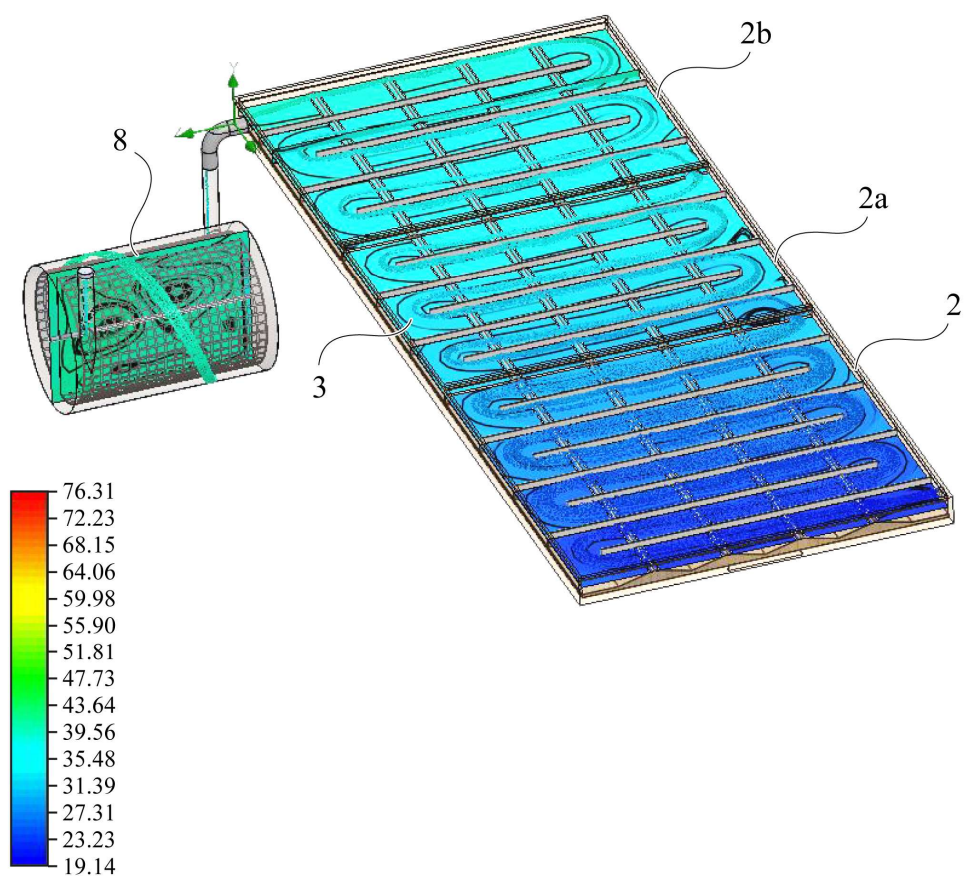


FIG. 5