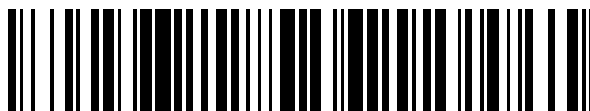


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 782 526**

51 Int. Cl.:

A23L 2/39 (2006.01)

A23L 2/52 (2006.01)

A23B 7/022 (2006.01)

A23P 10/40 (2006.01)

A23L 19/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.01.2013 PCT/US2013/021293**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.07.2013 WO13106754**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.01.2013 E 13736027 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.03.2020 EP 2802221**

54 Título: **Productos derivados de plantas deshidratadas y métodos para producir los mismos**

30 Prioridad:

11.01.2012 US 201261585502 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

15.09.2020

73 Titular/es:

**COLUMBIA PHYTOTECNOLOGY, LLC (100.0%)
250 Steelhead Way
The Dalles, OR 97058, US**

72 Inventor/es:

**SAVARESE, MARK y
RINGER, KERRY**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 782 526 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Productos derivados de plantas deshidratadas y métodos para producir los mismos

Campo

5 Esta divulgación se refiere a polvos que incluyen productos derivados de plantas secas y métodos para producir los mismos.

Antecedentes

10 Un problema importante en el uso de polvos secos con alimentos y bebidas es la tendencia del producto a aglomerarse con el tiempo debido a la naturaleza termoplástica de las frutas y verduras. La naturaleza "plástica" del producto hace que las partículas finas se unan nuevamente para formar grumos o incluso bloques a partir del polvo. Una vez que el producto está aglomerado y ya no es polvo, se hace difícil procesar o usar el polvo a nivel minorista. Por ejemplo, los polvos se pueden mezclar con agua y otros ingredientes en una planta de embotellado o en un nivel minorista directo, los polvos se pueden formular en un paquete en barra, un paquete de una sola porción o un frasco de varias porciones u otro medio de una o varias porciones. Sin embargo, si el polvo está aglomerado o incluso en bloque, estos usos se vuelven difíciles o imposibles.

15 Las formulaciones de bebidas y alimentos a menudo contienen los siguientes ingredientes: frutas o verduras, azúcar o jarabe de maíz, ácido ascórbico, sabor natural o artificial, y color artificial o natural. Se agrega azúcar o jarabe de maíz para equilibrar los sabores agrios de las frutas o verduras. Los sabores y colores se agregan porque el contenido de frutas o vegetales de las formulaciones es extremadamente bajo en los productos. Esto se debe al alto coste de manejar frutas y verduras en forma líquida o frescas. La aspersión de la fruta fresca reduce el coste de las materias primas de frutas o verduras al eliminar los elevados costes de transporte y refrigeración de frutas, verduras, purés y zumos con alto contenido de agua. Las bebidas en polvo (vendidas al consumidor para ser rehidratadas en agua), a menudo contienen poca o ninguna fruta debido a la aglomeración termoplástica de la fruta que hace que el producto sea inutilizable.

20 El documento US 4113865 describe gránulos de zumo de fruta y azúcar. Además, GB 2148089 y DD 216618 describen productos a base de frutas. Finalmente, el documento US 2816840 describe un proceso para hacer zumo de fruta en polvo con sabor completo.

Resumen

30 En un aspecto, la invención proporciona un método para preparar una composición de alimentos en polvo que consiste esencialmente en un producto derivado de plantas, sacarosa y/o trehalosa exógenas, y $\leq 2\%$ (p/p) de agua, comprendiendo el método:

proporcionar al menos un producto derivado de plantas en forma de puré, zumo, néctar o cualquier combinación de los mismos;

35 agregar una cantidad de sacarosa y/o trehalosa exógena al producto derivado de plantas, y mezclando el producto derivado de plantas y la sacarosa y/o trehalosa exógenas para producir una mezcla homogénea, en donde la cantidad de sacarosa y/o trehalosa exógenas es suficiente para proporcionar una composición seca que comprende el producto derivado de la planta y del 10 % al 60 % en peso de sacarosa y/o trehalosa exógenas; depositar una capa de la mezcla sobre un soporte que mueve la mezcla a través de una pluralidad de zonas de calentamiento de un aparato de secado en donde el calor es suministrado por calor radiante seco en forma de energía infrarroja debajo del soporte, calentando así la mezcla a una temperatura de 65°C a 90°C durante un período de tiempo suficiente para reducir el contenido de agua de la mezcla;

40 enfriar la mezcla a temperatura ambiente durante un período de tiempo de 2 a 10 minutos; produciendo así una composición seca que comprende $\leq 2\%$ (p/p) de agua y que retiene al menos el 90 % de los nutrientes encontrados en el producto derivado de la planta antes del secado; y triturar la composición seca para producir partículas que tengan una dimensión mayor promedio de ≤ 7 mm.

45 En una realización de acuerdo con la invención, el método comprende además:

a) precalentar la mezcla a una temperatura suficiente para disolver la sacarosa y/o la trehalosa en la mezcla antes de calentar la mezcla para reducir el contenido de agua; o

b) disolver la sacarosa y/o la trehalosa exógenas en agua antes de añadir la sacarosa y/o la trehalosa exógenas al producto derivado de la planta.

50 En una realización de acuerdo con la invención, el producto derivado de plantas comprende un puré, comprendiendo el método además reducir un tamaño de partícula promedio en el puré a menos de 50 μm antes de calentar la mezcla para reducir el contenido de agua.

En una realización de acuerdo con la invención, el al menos un producto derivado de plantas comprende ≤ 6 % (p/p) de sacarosa y/o trehalosa endógena.

5 En una realización de acuerdo con la invención, proporcionar al menos un producto derivado de plantas comprende proporcionar una mezcla que comprende al menos un puré derivado de plantas y al menos un zumo derivado de plantas.

En una realización de acuerdo con la invención, el calor radiante seco es proporcionado por fuentes de calor por debajo del soporte, comprendiendo el método además:

10 ajustar las posiciones verticales de las fuentes de calor y/o la temperatura de las fuentes de calor para mantener un perfil de temperatura predeterminado para la mezcla y una longitud de onda predeterminada de energía radiante en cada zona de calentamiento.

El método puede comprender además:

medir la temperatura de la mezcla;

determinar la longitud de onda de la energía radiante; y

15 ajustar las posiciones verticales de las fuentes de calor y/o la temperatura de las fuentes de calor en función de la temperatura medida y la longitud de onda determinada para mantener el perfil de temperatura predeterminado para la mezcla y una longitud de onda predeterminada de energía radiante en cada zona de calentamiento.

La longitud de onda predeterminada de la energía radiante puede ser de 3 micras o 6,2 micras.

20 En una realización de acuerdo con la invención, la cantidad de sacarosa y/o trehalosa exógena es suficiente para proporcionar una composición seca que comprende el producto derivado de plantas y del 25 % al 50 % en peso de la sacarosa y/o trehalosa exógenas.

En otro aspecto de la invención, la invención proporciona una composición de alimentos en polvo obtenida por el proceso de la invención, la composición de alimentos en polvo que consiste esencialmente en:

25 (i) 40-90 % (p/p) producto derivado de plantas que comprende sólidos obtenidos de un puré de frutas, un puré de vegetales, un zumo de frutas, un zumo de vegetales, un producto derivado de néctar, o cualquier combinación de los mismos;

(ii) 10-60 % (p/p) de trehalosa exógena, en donde el producto derivado de la planta y la trehalosa exógena forman una dispersión; y

30 (iii) ≤ 2 % (p/p) de agua, en donde la composición de alimentos en polvo retiene al menos el 90 % de los nutrientes encontrados en el producto derivado de la planta antes del secado, y en donde la composición de polvo comprende una pluralidad de partículas que tienen una dimensión promedio más grande de ≤ 7 mm.

En una realización de acuerdo con la invención, el producto derivado de plantas comprende además color natural y/o sabor natural derivado de una fruta, un vegetal o una combinación de los mismos.

En una realización de acuerdo con la invención, el puré de frutas, el puré de verduras, el zumo de frutas, el zumo de verduras, el néctar o una combinación de los mismos comprende ≤ 6 % (p/p) de trehalosa endógena.

35 En una realización de acuerdo con la invención, la composición de alimentos en polvo consiste esencialmente en:

el producto derivado de plantas;

25-50 % (p/p) de la trehalosa exógena; y

≤ 2 % (p/p) de agua.

40 Las composiciones descritas en el presente documento incluyen (a) una dispersión que comprende 40-90 % (p/p) de producto derivado de plantas y 10-60 % (p/p) de disacárido exógeno, y (b) agua, en donde la composición tiene un contenido de agua ≤ 5 % (p/p), como ≤ 2 % (p/p) de agua. Los productos derivados de plantas adecuados incluyen sólidos de frutas y/o vegetales (por ejemplo, sólidos derivados de purés de frutas, zumos de frutas, purés de vegetales, zumos de vegetales) y productos derivados de néctar o savia como el néctar de agave, el jarabe de arce y la miel. El producto derivado de plantas puede incluir además color natural y/o sabor natural derivado de una fruta, 45 un vegetal o una combinación de los mismos. En algunas realizaciones, el producto derivado de la planta tiene características termoplásticas y/o una temperatura de transición vítrea que es inferior a 60°C. En un caso, la composición descrita consiste esencialmente en el producto derivado de la planta, disacárido exógeno y agua, en donde la composición tiene un contenido de agua ≤ 5 % (p/p).

El disacárido exógeno es sacarosa, trehalosa o una combinación de los mismos. En ciertos casos de la divulgación, la composición está hecha de una fruta, verdura, producto derivado de néctar o producto derivado de savia que incluye ≤ 6 % (p/p) de disacárido endógeno. En algunas realizaciones, la composición tiene una vida útil de al menos un mes cuando se almacena a 20-25°C.

- 5 La composición es un polvo que comprende una pluralidad de partículas. Las partículas tienen una dimensión mayor promedio de ≤ 7 mm, como 0.1-2 mm. Las partículas pueden tener una superficie externa lisa y/o una morfología aplanada. En ciertas realizaciones, cada partícula en la pluralidad de partículas tiene una composición química sustancialmente similar.

- 10 En algunos casos, la composición descrita comprende además ≤ 5 % (p/p) de agente de fluidez, tal como dióxido de silicio, fosfato tricálcico o una combinación de los mismos. En un caso, la composición descrita consiste esencialmente en el producto derivado de la planta, disacárido exógeno, agente de fluidez y agua.

- 15 También se describen productos que incluyen un material de envasado y una cantidad de polvo que comprende una pluralidad de partículas, cada partícula que incluye 40-90 % (p/p) de producto derivado de plantas, en donde el producto derivado de plantas comprende sólidos (por ejemplo, derivado de un puré y/o zumo) de una fruta, un vegetal o una combinación de los mismos, 10-60 % (p/p) de disacárido exógeno y agua, en donde el polvo tiene un contenido de agua ≤ 5 % (p/p), como ≤ 2 % (p/p). El producto derivado de plantas puede incluir además sabor natural y/o color natural. El polvo puede incluir además ≤ 5 % (p/p) de agente de fluidez. En algunas realizaciones, la cantidad de polvo es suficiente para proporcionar al menos una porción de fruta, verdura, zumo de fruta, zumo de verdura o una combinación de los mismos. Cuando las partículas de polvo incluyen al menos una fruta, la cantidad de polvo puede ser de 8-90 g. Cuando las partículas de polvo incluyen al menos un vegetal, la cantidad de polvo puede ser de 4 a 90 g. En algunas realizaciones, la cantidad de polvo que es suficiente para proporcionar una porción tiene un contenido de nutrientes en el intervalo de 90-100 % de un contenido de nutrientes de una porción de una fruta fresca, verdura fresca o combinación de los mismos correspondiente. Por ejemplo, un tamaño de porción de un polvo en donde la fruta es manzana tiene 90-100 % de los nutrientes encontrados en un tamaño de porción de una manzana fresca. En algunas realizaciones, el producto tiene una vida útil de al menos un mes cuando se almacena a 20-25°C.

- 25 También se describe una composición que consiste esencialmente en 95-99.9 % de producto derivado de plantas, en donde el producto derivado de plantas comprende (i) sólidos de al menos un puré de frutas o puré de verduras, (ii) sólidos de al menos una fruta zumo o zumo de vegetales, y opcionalmente (iii) color natural y/o sabor natural obtenido de una fruta, un vegetal o una combinación de los mismos, y 0.1-5 % (p/p) de agua, en donde la composición comprende una pluralidad de partículas que tiene una dimensión mayor promedio de ≤ 7 mm, como 0.1-2 mm. En algunas realizaciones, las partículas tienen una morfología aplanada y/o una superficie externa lisa. En ciertas realizaciones, el producto derivado de plantas incluye sólidos obtenidos de una mezcla de 50-90 % (p/p) de puré y 10-50 % (p/p) de zumo, tal como 50-80 % (p/p) de puré y 20-50 % (p/p) de zumo. En un caso, una composición divulgada consiste esencialmente en 90-99.9 % de producto derivado de plantas, en donde el producto derivado de plantas es (i) sólidos de al menos un puré de frutas o puré de verduras, (ii) sólidos de al menos un zumo de frutas o zumo de vegetales, y opcionalmente (iii) color natural y/o sabor natural obtenido de una fruta, un vegetal o una combinación de los mismos; ≤ 5 % (p/p) de agente de fluidez; y 0.1-5 % (p/p) de agua, en donde la composición comprende una pluralidad de partículas que tienen una dimensión promedio mayor de ≤ 7 mm.

- 30 Algunos ejemplos de un método divulgado para preparar las composiciones y polvos divulgados incluyen (a) proporcionar un producto derivado de plantas en forma de puré, zumo, jarabe, néctar o cualquier combinación de los mismos; (b) agregar una cantidad de un disacárido exógeno (por ejemplo, sacarosa, trehalosa o una combinación de los mismos) al puré para producir una mezcla, en donde la cantidad de disacárido exógeno está en el rango de 10 % a 60 % en peso de sólidos en el producto derivado de plantas; (c) calentar la mezcla durante un período de tiempo suficiente para reducir el contenido de agua de la mezcla; y (d) enfriar la mezcla, produciendo así una composición seca que comprende ≤ 5 % (p/p) de agua. En ciertos casos, se agrega ≤ 5 % (p/p) de un agente de fluidez a la composición seca. El método puede incluir además triturar la mezcla seca para producir partículas que tengan una dimensión mayor promedio ≤ 7 mm. En algunas realizaciones, las partículas trituradas tienen una superficie externa lisa y/o una morfología aplanada. En ciertas realizaciones, el producto derivado de la planta comprende un puré, y el método incluye además reducir un tamaño de partícula promedio en el puré a menos de 10 μ m antes de calentar la mezcla.

- 35 El producto derivado de la planta y el disacárido se mezclan para producir una mezcla homogénea antes de calentar la mezcla. En otra realización, la mezcla se precalienta a una temperatura suficiente para disolver el disacárido antes de calentar la mezcla para reducir el contenido de agua. En otra realización más, la mezcla puede mezclarse y precalentarse. En una realización, el disacárido exógeno se disuelve en agua antes de agregarlo al producto derivado de la planta.

- 40 En algunos casos, se describe un método para producir una composición seca que comprende ≤ 5 % (p/p) de agua, en donde el método incluye proporcionar una mezcla que comprende al menos un puré derivado de plantas y al menos un zumo derivado de plantas, calentando la mezcla durante un período de tiempo suficiente para reducir el contenido de agua de la mezcla y enfriando la mezcla para formar una composición seca. La mezcla puede incluir

50-90 % (p/p) de puré y 10-50 % (p/p) de zumo. En un caso, la mezcla descrita consiste esencialmente en al menos un puré derivado de plantas y al menos un zumo derivado de plantas. En otro caso, el método divulgado incluye además agregar una cantidad de un disacárido exógeno a la mezcla antes de calentar la mezcla. En un caso, se agrega un agente de fluidez (≤ 5 % (p/p)) a la composición seca. La composición seca se puede triturar para producir partículas que tengan una dimensión mayor promedio ≤ 7 mm.

Los objetos, características y ventajas anteriores y otros de la invención serán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, que procede con referencia a las figuras adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama esquemático que muestra partículas de ejemplo de una realización de un polvo como se describe en este documento.

La Figura 2 es un diagrama esquemático que muestra partículas de ejemplo producidas por liofilización o secado por aspersión.

La Figura 3 es un diagrama de elevación lateral de un aparato de secado.

La Figura 4 es un diagrama esquemático que muestra una posible configuración de enlaces de comunicación entre los diversos componentes del aparato representado en la Figura 3.

La Figura 5 es un diagrama de elevación lateral de un aparato de secado.

La Figura 6 es un diagrama de elevación lateral esquemático ampliado de uno de los soportes móviles del calentador del aparato representado en la Figura 5.

La Figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra un método para operar el aparato de secado mostrado en la Figura 5.

La Figura 8 es una vista esquemática en perspectiva de un soporte de calentador móvil.

La Figura 9 es un gráfico lineal que muestra la relación entre la temperatura de funcionamiento de un elemento de calentamiento de cuarzo y la longitud de onda máxima de la radiación infrarroja emitida por el elemento de calentamiento.

La Figura 10 es un gráfico que muestra la absorción de radiación electromagnética por el agua en un rango de longitudes de onda.

La Figura 11 es una ilustración esquemática de un aparato de secado.

Descripción detallada

Esta descripción se refiere a composiciones secas hechas de productos derivados de plantas, en donde las composiciones tienen una estabilidad significativamente mejorada contra la aglomeración. También se describen métodos para preparar las composiciones y productos que incluyen las composiciones. La composición es un polvo. Los productos derivados de plantas adecuados incluyen purés y/o zumos de frutas y/o vegetales, y productos derivados de néctar o savia como néctar de agave, jarabe de arce y miel. Algunas frutas, verduras, néctares y jarabes son de naturaleza termoplástica y, cuando se secan, pueden formar polvos que son pegajosos y tienden a acumularse con el tiempo a medida que las partículas de polvo se adhieren o se unen. Las composiciones de la invención incluyen trehalosa y/o sacarosa exógena, que se agrega a un producto derivado de plantas antes de secar el producto.

I. Definiciones

Las siguientes explicaciones de términos y abreviaturas se proporcionan para describir mejor la presente divulgación y para guiar a los expertos en la materia en la práctica de la presente divulgación. Como se usa en el presente documento, "que comprende" significa "que incluye".

A menos que se explique lo contrario, todos los términos técnicos y científicos utilizados en el presente documento tienen el mismo significado que el entendido comúnmente por un experto en la materia al que pertenece esta divulgación. Aunque pueden usarse métodos y materiales similares o equivalentes a los descritos en este documento en la práctica o prueba de la presente divulgación, más adelante se describen métodos y materiales adecuados. Los materiales, métodos y ejemplos son solo ilustrativos y no pretenden ser limitantes. Otras características de la divulgación son evidentes a partir de la siguiente descripción detallada y las reivindicaciones.

Disacárido: Un carbohidrato que incluye dos monosacáridos unidos por un enlace glucosídico. Los monosacáridos son azúcares simples que tienen, con pocas excepciones, la fórmula química básica $C_x(H_2O)_y$, donde x e y son enteros. Típicamente, $y = x$ o $y = x-1$, y x es al menos 3. Muchos monosacáridos son pentosas ($x = 5$) o hexosas ($x =$

6). Ejemplos de monosacáridos incluyen arabinosa, fructosa, galactosa, glucosa, ribosa y xilosa, entre otros. Disacáridos comunes incluyen celobiosa, lactosa, lactulosa, maltosa, sacarosa, trehalosa y xilobiosa.

Dispersión: Un sistema en donde las partículas de un componente se dispersan en una fase continua de un componente diferente. Una dispersión molecular es un sistema en donde al menos un componente se dispersa homogénea o de manera sustancial homogéneamente a nivel molecular a través de otro componente.

Exógeno: Que tiene un origen externo. Como se usa en el presente documento, el término "disacárido exógeno" se refiere a un disacárido que se ha agregado a una composición, en contraste con un disacárido endógeno, que se produce naturalmente en una fruta o verdura.

Agente de fluidez: Como se usa en el presente documento, el término "agente de fluidez" se refiere a un compuesto agregado al producto seco (por ejemplo, antes, durante o después de la trituration) para ayudar a producir un polvo fluido. Ejemplos de agentes de fluidez incluyen, pero no se limitan a, dióxido de silicio y fosfato tricálcico.

Temperatura de transición vítrea, Tg: La temperatura a la cual un sólido amorfo se vuelve frágil o fuerte al enfriarse, o blando o flexible al calentar. La Tg puede determinarse, por ejemplo, mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC). DSC mide la diferencia en la cantidad de calor requerida para elevar la temperatura de una muestra y una referencia en función de la temperatura. Durante una transición de fase, como un cambio de un estado amorfo a un estado cristalino, la cantidad de calor requerida cambia.

Higroscópico: Un término que describe una sustancia que exhibe la propiedad de absorber o adsorber humedad del ambiente circundante.

Néctar: Un líquido rico en azúcar producido por plantas en glándulas llamadas nectarios. Los nectarios a menudo se encuentran dentro de las flores.

Un polvo es una composición que comprende partículas sólidas dispersas que fluyen relativamente de manera libre entre sí. Las partículas de polvo son pequeñas, típicamente tienen un tamaño medio de partículas con una dimensión mayor de, por ejemplo, 0,05-7 mm.

Tamaño de porción: Existen diferentes definiciones de tamaños de porción de frutas y verduras. Por ejemplo, el Code of Federal Regulations, Title 21, Chapter I, Subchapter B, Part 101, Subpart A, define los tamaños de las porciones para frutas y verduras frescas o congeladas. Para muchas frutas, un tamaño de porción se define como 140 g. Algunas frutas (arándanos, limones, limas) tienen un tamaño de porción de 55 g. Muchas verduras frescas o congeladas tienen un tamaño de porción de 85 g. El tamaño de una porción de zumo de frutas o vegetales es de 240 ml. Las frutas y verduras típicamente son 74-96 % (p/p) de agua, como se muestra en la Tabla 1 más adelante.

Tabla 1

Fruta	% (p/p) de agua	Vegetal	% (p/p) de agua
manzana	84	Brócoli	91
Albaricoque	86	Repollo (verde)	93
Plátano	74	Repollo (rojo)	92
Arándanos	85	Zanahorias	87
Cantalupo	90	Coliflor	92
Cerezas	81	Apio	95
Arándanos	87	Pepino	96
Uvas	81	Berenjena	92
Pomelo	91	Lechuga iceberg)	96
naranja	87	Guisantes (verdes)	79

Fruta	% (p/p) de agua	Vegetal	% (p/p) de agua
melocotón	88	Pimientos (dulces)	92
Pera	84	Patata (blanca)	79
Piña	87	Rábano	95
ciruela	85	Espinacas	92
Frambuesas	87	Calabacín	95
Fresas	92	Tomate (rojo)	94
Sandía	92	Tomate (verde)	93

Fuente: University of Kentucky College of Agriculture, Cooperative Extension Service, December 1997.

5 En algunas realizaciones, un tamaño de porción de una fruta o verdura se define como 1 taza de la fruta o verdura. El U.S. Department of Agriculture "Choose My Plate Requirements" "Choose My Plate Requisitos" recomienda que los adultos consuman 480-720 ml (2-3 tazas) de frutas y verduras por día. La Tabla 2 proporciona pesos representativos de 240 ml (1 taza) de una fruta o verdura, el porcentaje de sólidos en la fruta o verdura y los gramos de sólidos secos equivalentes a 240 ml (1 taza) de fruta o verdura fresca.

Tabla 2

Fruta	Peso de 240 ml (1 taza) de frutas frescas (gramos)	Porcentaje de sólidos *	Gramos de polvo equivalentes a 240 ml (1 taza) frescos (gramos)
Acai	140	12.1	17
Acerola	98	8.6	8.4
Manzana con piel	118	12.9	15.2
Albaricoque	86	27.0	23.2
Plátano	114	24.2	27.6
Mora	144	11.9	17.2
Grosella negra	112	18.0	20.2
Arándano	146	12.6	17.8
Cereza	154	17.5	27
Arándano	100	13.0	13
Uva Concord	92	18.9	17.4

ES 2 782 526 T3

Fruta	Peso de 240 ml (1 taza) de frutas frescas (gramos)	Porcentaje de sólidos *	Gramos de polvo equivalentes a 240 ml (1 taza) frescos (gramos)
Pomelo	230	9.0	20.8
Kiwi	186	17.0	31.6
Limón	212	10.8	22.8
Lima	134	11.9	16
Mango	165	16.2	26.8
Naranja	165	13.0	21.4
Melocotón	154	11.0	17
Pera	162	14.0	22.6
Piña	165	13.0	21.4
Granada	174	17.0	29.6
Higo chumbo	149	11.9	17.8
Frambuesa	130	13.1	17
Fresa	144	8.1	11.6
Sandía	152	8.0	12.2
Vegetal	Peso de 240 ml (1 taza) vegetales frescos (gramos)	Porcentaje de sólidos*	Gramos de polvo equivalentes a 240 ml (1 taza) frescos (gramos)
Espárragos	134	6.7	9
Remolacha	136	12.5	17
Brócoli	88	9.1	8
Calabaza moscada	140	13.6	19
Zanahoria	128	11.7	15
Acelga	36	8.3	3
Col china	70	4.3	3
Berenjena	82	7.3	6

Fruta	Peso de 240 ml (1 taza) de frutas frescas (gramos)	Porcentaje de sólidos *	Gramos de polvo equivalentes a 240 ml (1 taza) frescos (gramos)
col rizada	67	15.5	10.4
Guisantes	145	21.4	31
Calabaza	116	8.6	10
Espinacas	30	8.7	2.6
Batata	133	15.2	20.2
Tomate	180	5.6	10
Calabacín	124	6.5	8

*Fuentes: United States Department of Agriculture Nutrient Database, determinación por solicitante

Vida útil: Como se usa en el presente documento, el término "vida útil" se refiere al período de tiempo que un polvo permanece fluido con partículas sustancialmente separadas. Con el tiempo, las partículas de algunos polvos pueden agruparse, lo que dificulta o imposibilita verter el polvo y/o dificulta la disolución del polvo en un líquido como el agua. Como se usa en el presente documento, el término "vida útil" también se refiere al tiempo que puede almacenarse un polvo sin crecimiento microbiano o degradación enzimática.

Jarabe: Un líquido viscoso que comprende principalmente azúcar y agua. Los jarabes se pueden hacer reduciendo los zumos naturalmente dulces como el zumo de caña o la savia de arce.

Termoplástico: Un término que describe una sustancia que se ablanda cuando se expone al calor y vuelve a una condición más rígida cuando se enfría a temperatura ambiente. Las sustancias termoplásticas son elásticas y flexibles por encima de su temperatura de transición vítrea y son rígidas a temperaturas más bajas. Las sustancias con características termoplásticas pueden formar polvos que tienden a ser pegajosos y acumularse con el tiempo.

II Composiciones

Las composiciones divulgadas incluyen un producto derivado de plantas y ≤ 5 % (p/p) de agua. La composición puede incluir una dispersión sólida de producto derivado de plantas y un disacárido exógeno. Parte o la totalidad del agua puede incluirse en la dispersión sólida. En ciertos ejemplos, la composición es una dispersión molecular del producto derivado de la planta y el disacárido exógeno. Los productos derivados de plantas incluyen sólidos de frutas, verduras, néctares, productos derivados de néctar o savia como jarabes o cualquier combinación de los mismos. Los sólidos de frutas y verduras se pueden obtener a partir de purés y/o zumos de frutas/verduras. Los productos derivados de plantas pueden incluir además color natural y/o sabor natural. El término "natural", como se usa en el presente documento, significa derivado de una fruta o verdura. En ciertos ejemplos, el color y/o sabor natural se obtiene de la(s) misma(s) fruta(s) y/o vegetales(s) de los que se obtiene el puré y/o zumo. En otros ejemplos, el color y/o sabor natural se puede obtener de una fruta y/o verdura diferente al puré y/o zumo. Las frutas, verduras, néctares y productos derivados de néctar o savia adecuados incluyen, entre otros, los enumerados en las Tablas 1 y 2, jarabe de agave, jarabe de arce y combinaciones de los mismos.

Las composiciones descritas pueden comprender 40-99.9 % (p/p) de producto derivado de plantas y 0-60 % (p/p) de disacárido exógeno. Las composiciones pueden incluir 10-60 %, 20-50 %, 25-50 %, 30-50 %, 25-40 % o 25-35 % (p/p) de disacárido exógeno. La composición reivindicada comprende 40-90 % (p/p) de producto derivado de plantas y 10-60 % (p/p) de trehalosa exógena. Las composiciones reivindicadas incluyen además agua y tienen un contenido de agua ≤ 2 % (p/p), ≤ 1.5 % (p/p) o ≤ 1 % (p/p). Las composiciones divulgadas pueden comprender 40-99.9 % (p/p) de producto derivado de plantas, 0-60 % (p/p) de disacárido exógeno y ≤ 5 % (p/p) de agua, tal como ≤ 2 % (p/p)) agua. En ciertos casos, las composiciones descritas pueden comprender además una pequeña cantidad (por ejemplo, menos del 5 % (p/p), tal como el 2 % (p/p) de un agente de fluidez para mejorar aún más la fluidez del producto. Los agentes de fluidez de ejemplo incluyen, pero no se limitan a dióxido de silicio o fosfato tricálcico.

En un caso, la composición descrita comprende 40-90 % (p/p) de producto derivado de plantas, 10-60 % (p/p) de disacárido exógeno y ≤ 5 % (p/p) de agua. En otro caso, la composición descrita comprende 50-80 % (p/p) de

producto derivado de plantas, 20-50 % (p/p) de disacárido exógeno y ≤ 5 % (p/p) de agua. En otro caso más, la composición descrita comprende 40-90 % (p/p) de producto derivado de plantas, 10-60 % (p/p) de disacárido exógeno, ≤ 5 % (p/p) de agua y ≤ 5 % (p/p) agente de fluidez.

5 En un caso, la composición descrita consiste esencialmente en 40-90 % (p/p) de producto derivado de plantas, 10-60 % (p/p) de disacárido exógeno y ≤ 5 % (p/p) de agua. En otro caso, la composición descrita consiste esencialmente en 45-80 % (p/p) de producto derivado de plantas, 15-50 % (p/p) de disacárido exógeno, ≤ 5 % (p/p) de agua y ≤ 5 % (p/p) de un agente de fluidez. En otro caso más, la composición descrita consiste esencialmente en 48-80 % (p/p) de producto derivado de plantas, 18-50 % (p/p) de disacárido exógeno, ≤ 5 % (p/p) de agua y ≤ 2 % (p/p) de un agente de fluidez.

10 En un caso, la composición descrita consiste esencialmente en 95-99.9 % de producto derivado de plantas y 0.1-5 % (p/p) de agua. En otro caso, la composición descrita consiste esencialmente en 90-99.9 % de producto derivado de plantas, 0.1-5 % (p/p) de agua y ≤ 5 % (p/p) de un agente de fluidez. En otro caso más, la composición descrita consiste esencialmente en 93-99.9 % de producto derivado de plantas, 0.1-5 % (p/p) de agua y ≤ 2 % (p/p) de un agente de fluidez.

15 En contraste con las composiciones descritas, otros polvos disponibles comercialmente a menudo contienen grandes cantidades (por ejemplo, más del 10 % (p/p) de ingredientes adicionales, tales como agentes de secado que se agregan para facilitar el secado del producto derivado de la planta. Los agentes de secado incluyen, entre otros, silicato de aluminio, silicato de aluminio y calcio, carbonato de calcio, silicato de calcio, estearato de calcio, celulosa, citrato de amonio férrico, carbonato de magnesio, óxido de magnesio, silicato de magnesio, estearato de
20 magnesio, maltodextrina y aluminosilicato de sodio. Por ejemplo, otros polvos comerciales pueden incluir 25-50 % (p/p) de maltodextrina.

La composición de la invención está en forma de polvo. Se describen composiciones que también se pueden proporcionar en otras formas sólidas, tales como en forma de láminas, trozos, escamas, gránulos y otras formas sólidas que son más grandes que las partículas pulverizadas. Los polvos son deseables por varias razones. Por
25 ejemplo, los polvos se pueden vender a nivel minorista como mezclas de bebidas que se pueden disolver en agua. Los polvos también son ventajosos porque se pueden mezclar fácilmente con otros ingredientes.

En ciertas realizaciones de acuerdo con la invención, el disacárido exógeno proporciona al polvo una estabilidad significativamente mejorada contra la aglomeración (por ejemplo, aglomeración durante el almacenamiento) y, por lo tanto, una vida útil prolongada en comparación con los polvos secos correspondientes que no incluyen un disacárido exógeno. En ciertas realizaciones según la invención, el polvo también es menos higroscópico que los polvos secos que no incluyen un disacárido exógeno. El disacárido exógeno puede proporcionar al polvo una temperatura de transición vítrea aumentada, T_g , en comparación con los polvos secos sin un disacárido exógeno. Los disacáridos exógenos adecuados son sacarosa, trehalosa y combinaciones de los mismos.

30 Como las frutas, verduras, néctares y productos derivados de la savia pueden incluir naturalmente disacáridos, particularmente sacarosa, las realizaciones del polvo reivindicado en el presente documento pueden tener un contenido combinado de disacáridos (es decir, disacáridos naturales y disacáridos exógenos) que es más alto que el disacárido exógeno, por ejemplo, un contenido de disacárido exógeno de 10-60 % (p/p). Por ejemplo, el contenido de disacárido combinado puede ser del 10-80 %, dependiendo del contenido de disacárido natural del producto derivado de la planta.

40 En algunas realizaciones de acuerdo con la invención, el producto derivado de la planta usado para hacer la composición o el polvo tiene un contenido de disacárido natural o endógeno, ≤ 6 % (p/p). En ciertas realizaciones, el contenido de disacárido endógeno es ≤ 5 % (p/p), ≤ 3 % (p/p), o incluso ≤ 1 % (p/p). Por ejemplo, las zanahorias tienen un contenido de sacarosa natural de 3.6 % (p/p), las manzanas tienen un contenido de sacarosa de aproximadamente 2.1 % (p/p), las peras tienen un contenido de sacarosa de 0.8 % (p/p) y las uvas tienen un
45 contenido de sacarosa de 0.2 % (p/p) (fuente: U.S. Department of Agriculture National Nutrient Database).

Los polvos reivindicados en el presente documento son homogéneos o sustancialmente homogéneos. Los polvos pueden comprender partículas sólidas que fluyen libremente entre sí.

Las partículas de polvo individuales comprenden sólidos derivados de plantas y, en algunas realizaciones, un disacárido. Las partículas también incluyen ≤ 2 % (p/p) de agua, como ≤ 1.5 % (p/p) de agua. Las partículas
50 individuales pueden ser amorfas, cristalinas o pueden incluir dominios tanto amorfos como cristalinos. En algunas realizaciones de acuerdo con la invención, la composición química de cada partícula en un polvo es sustancialmente similar a la composición química de cada una de las otras partículas en el polvo. Las realizaciones de los polvos según la invención no son una mezcla de partículas individuales de sólidos derivados de plantas y partículas individuales de disacárido.

55 Las partículas de polvo pueden aparecer lisas y no porosas bajo análisis microscópico. Las partículas de polvo también pueden tener una morfología aplanada. Por lo tanto, en algunas realizaciones de acuerdo con la invención, las partículas aparecen como partículas lisas, aplanadas, no porosas cuando se observan con un microscopio. La Figura 1 es un dibujo esquemático que muestra partículas 10 de ejemplo de los polvos descritos. La partícula 10

- tiene una superficie 12 superior sustancialmente plana y una superficie inferior paralela, opuesta, sustancialmente plana. En ciertas realizaciones de acuerdo con la invención, las superficies superior e inferior no son porosas y parecen lisas. La partícula 10 es poligonal con una pluralidad de lados 14 sustancialmente lineales bien definidos. En algunas realizaciones de acuerdo con la invención, la partícula 10 tiene tres a cuatro lados 14. Los lados 14
- 5 pueden definir una forma trilateral o cuadrilátera, tal como un triángulo, un trapecio (dos lados paralelos), un paralelogramo (dos pares de lados paralelos) o un cuadrilátero irregular (es decir, sin lados paralelos). En contraste, las partículas 20 de polvo producidas por liofilización al vacío o por atomización tienen típicamente una superficie 22 irregular áspera que comprende una pluralidad de poros 24 como se muestra en la Figura 2. Las partículas producidas por liofilización al vacío o por atomización también pueden tener una morfología esferoide.
- 10 El polvo comprende partículas con un tamaño de partícula promedio que tiene una dimensión más grande de ≤ 7 mm, tal como ≤ 5 mm, ≤ 2 mm ≤ 1 mm, ≤ 0.5 mm, ≤ 0.2 mm, 0.05-7 mm, 0.1-5 mm, 0.1-2 mm o 0.05-1 mm. En ciertas realizaciones de acuerdo con la invención, el polvo comprende partículas con un tamaño promedio de 0,15-0,85 mm (es decir, malla de 20 a 100), tal como 0.18 mm-0.85 mm (es decir, malla de 20 a 80).
- 15 En algunas realizaciones de acuerdo con la invención, un polvo que comprende un disacárido exógeno tiene una temperatura de transición vítrea, T_g , que es mayor que la temperatura de transición vítrea de un polvo correspondiente que consiste esencialmente en sólidos secos derivados de plantas y hasta 2 % (p/p) agua. El aumento de T_g puede atribuirse a la adición de disacárido exógeno al material derivado de la planta antes de que se someta a secado, formando así una dispersión seca de material derivado de la planta y disacárido. Los disacáridos tienen típicamente temperaturas de transición vítrea más altas que los monosacáridos, como la glucosa o la fructosa.
- 20 Por ejemplo, en un estudio, se descubrió que la glucosa tenía un T_g^{frio} de 295 K (21°C), mientras que la sacarosa tenía un T_g^{frio} de 319 K (46°C) y la trehalosa tenía un T_g^{frio} de 368 K (95°C), tal como se mide por calorimetría diferencial de barrido por enfriamiento (Simperler et al., J. Phys. Chem. B. 2006, 110, 19678-19684). Por lo tanto, en algunas realizaciones de acuerdo con la invención, se usa un disacárido con una T_g de al menos 20°C más alta que la glucosa para preparar el polvo.
- 25 Algunas realizaciones de los polvos reivindicados tienen una vida útil de al menos 1 mes, al menos 2 meses, al menos 3 meses, al menos 6 meses, al menos 1 año, al menos 2 años o al menos 3 años cuando se almacenan a 20-25°C. Ciertas realizaciones de los polvos reivindicados tienen una vida útil de al menos 1 semana, al menos 2 semanas, al menos 1 mes, al menos 2 meses, al menos 3 meses, al menos 6 meses o al menos 1 año cuando se almacenan a 30°C-35°C. Ventajosamente, el bajo contenido de humedad del polvo, es decir, ≤ 5 % (p/p), y la técnica de secado que usa radiación infrarroja (descrita más adelante) también inhibe el crecimiento microbiano y, si se usan configuraciones de temperatura/longitudes de onda infrarrojas específicas, se puede desactivar enzimas que puede degradar la fruta/verdura deshidratada con el tiempo, aumentando así la vida útil y preservando el polvo.
- 30 Los polvos descritos son fácilmente solubles en agua. Como se usa en este documento con respecto a los polvos que incluyen sólidos derivados de plantas (por ejemplo, sólidos de purés de frutas/vegetales enteros), el término "soluble" significa que el polvo es dispersable y forma una suspensión sustancialmente uniforme en agua. Algunas realizaciones de los polvos reivindicados son solubles en agua a temperatura ambiente. Por ejemplo, una cantidad de polvo equivalente a un tamaño de porción de una fruta o verdura (por ejemplo, una cantidad de polvo suficiente para proporcionar 7-90 g de fruta seca o 3-90 g de verdura seca (ver Tablas 1-2)) puede ser fácilmente soluble en 250 ml de agua. En ciertas realizaciones de acuerdo con la invención, una cantidad de polvo equivalente a un
- 40 tamaño de porción puede ser fácilmente soluble en 200 ml, 150 ml, 100 ml, o incluso menos de 100 ml de agua a temperatura ambiente.
- Los polvos retienen al menos el 90 % de los nutrientes encontrados en una fruta/verdura correspondiente antes del secado. En ciertas realizaciones, al menos el 95 %, al menos el 97 %, al menos el 99 %, 90-95 %, 90-97 %, 90-100 % o 95-100 % de los nutrientes del puré de frutas/verduras sin secar y/o el zumo se retiene en el polvo. Por lo tanto,
- 45 una cantidad de polvo suficiente para proporcionar un tamaño de porción de fruta o verdura tiene al menos 90 %, tal como 90-100 %, de los nutrientes encontrados en un tamaño de porción de una fruta o verdura fresca correspondiente.

III. Preparación

- Un método para preparar las composiciones divulgadas incluye secar al menos un producto derivado de plantas en
- 50 forma de puré, un zumo, un jarabe, un néctar o una combinación de los mismos para producir un producto seco que incluye ≤ 5 % (p/p) de agua, como ≤ 2 % (p/p). El producto seco se tritura para producir un polvo. En algunas realizaciones de acuerdo con la invención, se usa un único producto derivado de plantas. En otras realizaciones de acuerdo con la invención, se usa una combinación de productos derivados de plantas, tales como una combinación de frutas y/o verduras.
- 55 En una realización de acuerdo con la invención, se usa un puré para hacer el producto seco. En otra realización de acuerdo con la invención, se usa un zumo para hacer el producto seco. En otra realización más de acuerdo con la invención, se usa una mezcla de puré y zumo para hacer el producto seco. En algunas realizaciones de acuerdo con la invención, la mezcla incluye 10-50 % (p/p) de zumo y 50-90 % (p/p) de puré. Por ejemplo, la mezcla puede incluir 20-50 % (p/p) de zumo y 50-80 % (p/p) de puré, como 20 % (p/p) de zumo y 80 % (p/p) de puré, 32 % (p/p) de zumo

y 68 % (p/p) de puré, o 50 % (p/p) de zumo y 50 % (p/p) de puré. En ciertas realizaciones de acuerdo con la invención, se agrega un color natural y/o sabor natural al puré, zumo o mezcla de puré/zumo. Agregar un color natural y/o sabor natural puede promover una apariencia y/o sabor más consistente entre múltiples lotes de producto seco formado a partir de una fruta, verdura particular o una combinación de los mismos.

- 5 Se puede formar un puré por cualquier método adecuado. En algunas realizaciones, se forma un puré usando una bomba de corte. Una bomba de corte puede producir partículas de puré que tienen un tamaño promedio de unos pocos cientos de micras. En algunos ejemplos, una bomba de corte produce partículas de puré que tienen un tamaño promedio de menos de 177 μm , o menos de 149 μm (malla 80 a 100). En ciertas realizaciones, se forma un puré usando un molino coloidal. Las partículas de puré formadas por un molino coloidal pueden tener un tamaño promedio de menos de 50 μm , menos de 20 μm o menos de 10 μm , como un tamaño promedio de 3-5 μm . En algunas realizaciones, los productos secos hechos a partir de un puré producido por un molino coloidal demuestran una dispersabilidad mejorada cuando se mezclan con agua en comparación con los productos secos hechos a partir de purés producidos por otros métodos. Por ejemplo, el producto seco puede producir una dispersión sustancialmente uniforme en agua en donde las partículas individuales del producto no son visibles a simple vista ni se detectan en la boca como partículas.

El método incluye además agregar un disacárido (trehalosa y/o sacarosa) a un producto derivado de la planta (por ejemplo, un puré, un zumo, un jarabe, un néctar o una combinación de los mismos) de acuerdo con la reivindicación 1 para formar una mezcla de producto derivado de plantas y disacárido, y luego secar la mezcla para formar el producto. En ciertos ejemplos, el disacárido se disuelve en una cantidad de agua y se agrega al producto derivado de la planta como una solución de disacárido. La mezcla de producto derivado de plantas y solución de disacárido se seca luego de acuerdo con la reivindicación 1. El producto seco se tritura para producir un polvo. La cantidad de disacárido añadido a la mezcla es efectiva para producir un polvo fluido. En algunos casos de la divulgación, la mezcla seca y el polvo resultante comprenden $\leq 5\%$ (p/p) de agua.

Se agrega una cantidad de trehalosa y/o sacarosa exógena al producto derivado de la planta para producir una composición final seca que incluye trehalosa y/o sacarosa exógena del 10 % al 60 % (p/p). En ciertas realizaciones, la trehalosa y/o sacarosa se agrega en una cantidad suficiente para proporcionar una composición que tiene 10-50 %, 20-60 %, 20-50 %, 10-40 %, 20-40 % o 30-50 % de disacárido exógeno. Los disacáridos adecuados son sacarosa y trehalosa.

En algunas realizaciones de acuerdo con la invención, antes del secado, la mezcla de producto derivado de plantas (por ejemplo, puré, zumo o mezcla de puré/zumo, y opcionalmente sabor y/o color natural) y disacárido se calienta y/o mezclado para proporcionar una mezcla sustancialmente homogénea y para asegurar una disolución sustancialmente completa del disacárido. En ciertas realizaciones de acuerdo con la invención, la mezcla se precalienta a una temperatura entre 25°C y 65°C. Deseablemente, la mezcla puede precalentarse usando cualquiera de varias técnicas o mecanismos adecuados antes de introducirse en un aparato de secado. Por ejemplo, la mezcla se puede precalentar en una tina o caldera grande, o alternatively, la mezcla se puede bombear a través de un intercambiador de calor para precalentar.

La mezcla de producto/disacárido derivado de la planta (o puré, zumo o mezcla de puré/zumo) de acuerdo con la reivindicación 1 se seca luego de acuerdo con la reivindicación 1 para formar un producto que comprende $\leq 2\%$ (p/p) de agua. El secado incluye calentar en un aparato de secado hasta alcanzar el nivel de humedad deseado. La temperatura de calentamiento es de 65°C a 90°C, como 70°C a 80°C o 75°C a 80°C. El producto seco se enfría, por ejemplo, a una temperatura de 25°C a 40°C, antes de salir del aparato de secado. Puede ocurrir una pequeña cantidad de secado adicional durante el proceso de enfriamiento. En algunas realizaciones, el producto seco se enfría rápidamente o se enfría desde la temperatura de secado hasta la temperatura ambiente. El producto seco se enfría desde la temperatura de secado hasta la temperatura ambiente durante un período de tiempo de 2 a 10 minutos. En otros casos de la divulgación, la mezcla se enfría bajando gradualmente la temperatura. En algunos casos de la divulgación, el tiempo de enfriamiento aumenta aproximadamente 3 veces en comparación con las muestras que se enfrían rápidamente. La temperatura puede reducirse gradualmente, por ejemplo, 2-6°C cada 30-60 segundos.

Un aparato de secado de ejemplo adecuado para realizar el método se describe en la Publicación de Patente de los Estados Unidos No. 2012/0151790, y se describe en detalle más adelante. Sin embargo, otros aparatos de secado también pueden ser adecuados para practicar algunas versiones del método. Por ejemplo, en algunas versiones, puede ser adecuado un liofilizador, secador por congelación, secador por atomización, secador de ventana de refractancia, secador de tambor, secador de vuelco, secador de bandeja al vacío, secador de paletas al vacío o secador de microondas al vacío.

En ciertas realizaciones de acuerdo con la invención, el aparato de secado usado en el método reivindicado tiene una pluralidad de zonas de calentamiento (por ejemplo, zonas Z1, Z2, Z3 en la figura 3), y una capa del producto derivado de la planta/la mezcla de disacárido (o puré, zumo o mezcla de puré/zumo) se deposita sobre un soporte, como un transportador, que mueve la mezcla a través de las zonas de calentamiento. El calor es suministrado por calor radiante seco en forma de energía infrarroja debajo del soporte. En una realización según la invención, el aparato de secado utilizado en el método reivindicado tiene 16 zonas de calentamiento y el transportador se mueve

a una velocidad suficiente para exponer la mezcla a cada zona de calentamiento durante 35-40 segundos. La mezcla se calienta a su temperatura máxima (65-90°C) a medida que pasa a través de las zonas 1-9. A medida que la mezcla pasa a través de las zonas 10-16, la temperatura se reduce. La temperatura puede reducirse, por ejemplo, en 5-6°C en cada zona en comparación con la zona anterior. La mezcla seca sale del aparato de secado a una temperatura de 25°C a 40°C.

Las temperaturas y tiempos de secado son variables efectivas de resultados, que pueden ajustarse para proporcionar un producto seco con un nivel de humedad deseado y características deseadas, tales como fragilidad y/o fluidez. La mezcla se seca a una temperatura suficiente y durante un período de tiempo suficiente para formar un producto que incluye $\leq 2\%$, $\leq 1.5\%$ o $\leq 1\%$ (p/p) de agua.

La mezcla seca se tritura para producir un polvo. Se puede usar cualquier medio adecuado para triturar la mezcla seca. Por ejemplo, el producto seco puede ser molido por corte, molido por bolas, molido por guijarros, molido por varillas, molido por impacto, molido (por ejemplo, con un mortero y una mano de mortero), laminado, etc. para producir un polvo. En ciertas realizaciones, el producto seco se muele por cizallamiento. Para preservar el bajo contenido de humedad del producto, el proceso de molienda/molienda es típicamente un proceso seco. La mezcla seca se tritura para producir un polvo que comprende partículas con un tamaño de partícula promedio que tiene una dimensión más grande de ≤ 7 mm, tal como un tamaño de partícula promedio de 0.05-7 mm, tal como 0.1-2 mm. En ciertas realizaciones de acuerdo con la invención, la mezcla seca se tritura para producir partículas que tienen un tamaño promedio que varía de 0.15 a 0.85 μm (malla de 100 a 20), o 0.81-0.85 μm (malla de 80 a 20).

En ciertos casos, se agrega una pequeña cantidad (por ejemplo, $\leq 5\%$ (p/p), como $\leq 2\%$ (p/p)) de un agente de fluidez a la mezcla seca antes, durante o después del proceso de trituración. Por ejemplo, se puede agregar una pequeña cantidad de dióxido de silicio o fosfato tricálcico a la mezcla seca antes de triturar la mezcla seca. El agente de fluidez puede ayudar a hacer un producto con fluidez mejorada y/o una vida útil de fluidez mejorada en comparación con un producto comparable sin el agente de fluidez. En tales casos, el producto comprende (i) una pluralidad de partículas que comprenden el producto derivado de la planta, agua y, si está presente, el disacárido exógeno, y (ii) una pluralidad de partículas que comprenden el agente de fluidez.

IV. Aparato de secado

Se describe un aparato de secado que puede usarse para producir las composiciones y polvos descritos en este documento. El aparato descrito no se reivindica, pero se describe para ayudar con la comprensión de la invención solamente.

La Figura 3 es una vista en alzado lateral de un aparato 200 de secado. El aparato 200 comprende un chasis 210 que puede ser una estructura rígida que comprende varios miembros estructurales que incluyen patas 212 y rieles 214 de bastidor longitudinales conectados al mismo. Las patas 212 están configuradas para soportar el aparato 200 sobre un suelo 201 u otra base adecuada.

El chasis 210 también puede comprender varios otros miembros estructurales, tales como tirantes cruzados (no mostrados) y similares. El chasis 210 puede construirse generalmente de acuerdo con métodos de construcción conocidos, incluyendo soldadura, fijación, conformado y similares, y puede construirse a partir de materiales conocidos como aluminio, acero y similares. El aparato 200 es generalmente alargado y tiene un primer extremo 216 de admisión, y un extremo 218 opuesto, distal, segundo de salida.

El aparato 200 puede comprender además una pluralidad de rodillos 220 locos transversales sustancialmente paralelos que están montados en el chasis 210 y configurados para girar libremente con respecto al mismo. Al menos un rodillo 222 de accionamiento también se puede incluir en el aparato 200 y se puede soportar en el chasis 210 de una manera sustancialmente transversal como se muestra.

Un actuador 240, tal como un motor eléctrico, puede incluirse también en el aparato 200, y puede apoyarse en el chasis 210 próximo al rodillo 222 de accionamiento. Se puede emplear un enlace 240 de accionamiento para transferir potencia desde el actuador 240 al rodillo 222 de accionamiento. Se puede incluir un controlador 244 de velocidad, tal como un dispositivo de control de velocidad variable de corriente alterna ("A/C") o similar, para controlar la velocidad de salida del actuador 240.

El aparato 200 comprende una superficie 230 de soporte en forma de una cinta transportadora, que tiene un primer lado 231 y un segundo lado 232 opuesto. La superficie 230 de soporte está soportada de manera móvil sobre el chasis 210. La superficie 230 de soporte está configurada para permitir que la energía térmica radiante pase a través del segundo lado 212 al primer lado 211.

La superficie 230 de soporte está fabricada deseablemente de un material que es sustancialmente transparente al calor radiante y también capaz de soportar temperaturas de hasta 300 grados Fahrenheit. Deseablemente, la superficie 230 de soporte está fabricada de un material que comprende plástico. El término "plástico" significa cualquiera de los diversos compuestos no metálicos producidos sintéticamente, generalmente a partir de compuestos orgánicos por polimerización, que pueden moldearse en diversas formas y endurecerse, o conformarse en láminas o películas flexibles.

Más preferiblemente, la superficie 230 de soporte está fabricada de un material seleccionado del grupo que consiste en acrílico y poliéster. Se sabe que dichos materiales, cuando se utilizan en la fabricación de una superficie 230 de soporte, tienen las propiedades de transmisión de radiación térmica deseadas para su uso en los aparatos de secado descritos. Además, las resinas plásticas se pueden formar en una lámina uniforme y flexible, o en una cinta sinfín, que puede proporcionar beneficios adicionales.

Además, se sabe que tales materiales proporcionan una superficie lisa para una distribución uniforme del producto, un bajo coeficiente de fricción estática entre la superficie 230 de soporte y el producto "P" soportado sobre la misma, flexibilidad y resistencia a temperaturas relativamente altas. Además, dichos materiales son sustancialmente transparentes al calor radiante, tienen resistencias a la tracción relativamente altas y son relativamente económicos y fáciles de obtener.

Como una forma de cinta sinfín, la superficie 230 de soporte se apoya preferiblemente en los rodillos 220 locos y el rodillo 222 de accionamiento. La superficie 230 de soporte se puede configurar para que sea accionada por el rodillo 222 de accionamiento para que se mueva o circule en la dirección "D" con respecto al chasis 210. Como se ve, la superficie 230 de soporte puede configurarse para extenderse sustancialmente desde el extremo 216 de admisión al extremo 218 de alimentación de salida. Un dispositivo de recolección 224 puede ser soportado en el chasis 210 y empleado para mantener una tensión dada en la superficie 230 de soporte.

El primer lado 231 de la superficie 230 de soporte está configurado para soportar una capa de producto "P" sobre el mismo como se muestra. El primer lado 231 está configurado además para mover el producto "P" sustancialmente desde el extremo 216 de admisión al extremo 218 de alimentación de salida. El producto "P" puede estar en una de muchas formas posibles, incluyendo suspensiones coloidales líquidas, soluciones, jarabes, y pastas. En el caso de un producto "P" líquido que tiene una viscosidad relativamente baja, una versión alternativa del aparato que no se muestra puede incluir un labio longitudinal que se extiende sustancialmente hacia arriba (similar al labio 115 que se muestra en la figura 3) que puede formar en cada borde de la superficie 230 de soporte para evitar que el producto se escurra.

El producto "P" puede aplicarse al primer lado 231 de la superficie 230 de soporte mediante un dispositivo 252 de aplicación que puede incluirse en el aparato 200 y que puede ubicarse cerca del extremo 216 de admisión del aparato 200. En el caso de un producto líquido "P", el producto puede aplicarse a la superficie 230 de soporte mediante aspersión, como se muestra. Aunque la figura 3 representa un método de aspersión para aplicar el producto "P" a la superficie 230 de soporte, se entiende que otros métodos son igualmente practicables, tales como goteo, cepillado y similares.

También se puede incluir un dispositivo 254 de extracción en el aparato 200. El dispositivo 254 de extracción está ubicado cerca del extremo 218 de alimentación de salida, opuesto a un elemento 253 de esquina estacionario de modo que la superficie 230 de soporte se extiende entre el elemento 253 de esquina y el dispositivo 254 de extracción, que está configurado para eliminar el producto "P" de la superficie 230 de soporte. El producto "P" puede estar en un estado seco o semiseco cuando se retira de la superficie 230 de soporte por el dispositivo 254 de extracción.

El elemento 253 de esquina puede causar una curva cerrada en la superficie 230 de soporte como se muestra. Es decir, como se muestra, el elemento de esquina puede configurarse para hacer que la superficie 230 de soporte gire bruscamente alrededor de una esquina que tenga un radio que no sea más de aproximadamente veinte veces el grosor de la superficie 230 de soporte. Además, deseablemente, la superficie 230 de soporte forma un giro en el elemento 253 de esquina cuyo giro es mayor de 90 grados. Más preferiblemente, el giro es aproximadamente entre 90 grados y 175 grados.

El tipo de dispositivo 254 de eliminación que se representa puede ser particularmente efectivo para eliminar ciertos tipos de producto "P" que están sustancialmente secos y que exhiben propiedades de autoadhesión sustancialmente. Sin embargo, se entiende que otras configuraciones de dispositivos 254 de eliminación, que no se muestran, pueden ser igualmente efectivas para eliminar diversas formas de producto "P" de la superficie de soporte, incluyendo cuchillas rascadoras, vibradores de baja frecuencia y similares. A medida que el producto "P" se retira de la superficie 230 de soporte en el extremo 218 de alimentación de salida, se puede emplear una tolva 256 de recolección para recoger el producto seco. Dependiendo de la aplicación, el producto seco puede someterse a un procesamiento adicional, como molienda, trituración o procesamiento del producto seco en polvo.

El aparato 200 comprende un banco 260 de calentadores que está soportado en el chasis 210. El banco 260 de calentadores comprende una o más primeras fuentes 261 de calor y una o más segundas fuentes 262 de calor. El banco 260 de calentadores también puede comprender una o más terceras fuentes 263 de calor y al menos una fuente 269 de calor precalentador. Las fuentes 261, 262, 263, 269 de calor están soportadas en el chasis 210 y están configuradas para dirigir el calor radiante "H" a través de un espacio "G" y hacia el segundo lado 232 de la superficie 230 de soporte.

Cada una de las fuentes 261, 262, 263, 269 de calor es deseablemente una fuente de calor radiante seco. El término "fuente de calor radiante seco" significa un dispositivo que está configurado para producir y emitir calor radiante, así

como para dirigir el calor radiante a través de un espacio hacia otro cuerpo, sin la incorporación o utilización de ningún medio de calentamiento líquido o sustancia de ningún tipo, incluida el agua. El término "espacio" significa un espacio que separa dos cuerpos entre los cuales el calor se transfiere sustancialmente por radiación y en donde los dos cuerpos no contactan entre sí.

5 Las fuentes 261, 262, 263, 269 de calor se seleccionan preferiblemente del grupo que consiste en calentadores radiantes de gas y calentadores radiantes eléctricos. Además, cada una de las fuentes 261, 262, 263, 269 de calor está configurada preferiblemente para modular, o variar gradualmente, la cantidad de calor radiante producido de ese modo de manera proporcional. El funcionamiento de las fuentes 261, 262, 263, 269 de calor se describe más detalladamente más adelante.

10 Las fuentes 269, 261, 262, 263 de calor pueden comprender elementos calefactores que producen calor radiante en el espectro infrarrojo. Cada fuente de calor puede comprender un soporte de calentador que soporta un conjunto de uno o más elementos de calentamiento de cuarzo para producir radiación infrarroja. Cada elemento de calentamiento de este tipo puede comprender un alambre enrollado encerrado en un tubo de cuarzo. El tubo de cuarzo se puede esmerilar, como se conoce en la técnica, para aumentar la capacidad de calor del elemento calefactor. El tubo de cuarzo puede incluir aditivos, como silicio o grafito, para aumentar aún más la capacidad de calor del elemento calefactor. El aumento de la capacitancia de calor puede proporcionar un mejor control de la temperatura de funcionamiento del elemento calefactor, como si se usa un interruptor o relé de tipo "encendido/apagado" para modular la corriente a los elementos calefactores.

20 Cada fuente de calor radiante está configurada deseablemente para alcanzar una temperatura superior a 212°F (100°C), y más deseablemente, la fuente de calor está configurada para alcanzar una temperatura significativamente superior a 212°F, tal como superior a 300°F (aproximadamente 149°C), o más de 400°F (aproximadamente 204°C). Típicamente, cuando se secan productos líquidos como se describe aquí, la temperatura de una fuente de calor radiante varía entre aproximadamente 250°F (aproximadamente 121°C) y 500°F (aproximadamente 260°C). Dependiendo de las características del producto (por ejemplo, espesor, viscosidad, contenido de humedad), la temperatura del producto calentado generalmente varía entre aproximadamente 110°F (aproximadamente 43°C) y aproximadamente 194°F (90°C) a lo largo de toda la longitud del secador.

25 Deseablemente, cada fuente de calor radiante puede configurarse para modular de modo que su temperatura pueda aumentarse o disminuirse de manera rápida. Cada fuente de calor se puede configurar para modular mediante el empleo de un esquema de control de "encendido/apagado". Sin embargo, deseablemente, cada fuente de calor se puede configurar para modular mediante el empleo de un esquema de control proporcional verdadero, como el uso de un módulo de control de ángulo de fase para regular el voltaje a cada fuente de calor.

30 El aparato 200 puede comprender un recinto 246, tal como una campana o similar, que se emplea para cubrir el aparato. El recinto 246 se puede configurar para contener aire acondicionado "A" que se puede introducir en el recinto a través de un conducto de entrada 226. Antes de entrar en el recinto, el aire acondicionado "A" se puede procesar en la unidad de aire acondicionado (no se muestra) para tener una temperatura y humedad beneficiosas para el secado del producto "P". El aire acondicionado "A" puede circular a través del recinto 246 antes de salir del recinto por medio de un conducto 228 de salida. Al salir del recinto 246, el aire acondicionado "A" puede devolverse a la unidad de aire acondicionado o puede ventilarse para expulsión.

35 El aparato 200 puede comprender además un primer sensor 281, un segundo sensor 282 y un tercer sensor 283. Se entiende que, aunque se representan tres sensores 281, 282, 283, se puede incluir cualquier número de sensores en el aparato 200. Cada uno de los sensores 281, 282, 283 puede estar soportado en el recinto 246, u otra estructura adecuada, de una manera sustancialmente uniforme como se muestra. Cada uno de los sensores 281, 282, 283 puede ser cualquiera de varios tipos de sensores conocidos en la técnica. Deseablemente, en el caso de detectar la temperatura del producto "P", cada uno de los sensores 281, 282, 283 es un detector infrarrojo o un sensor bimetálico.

40 Deseablemente, los sensores 281, 282, 283 se colocan de manera que estén sustancialmente expuestos al primer lado 231 de la superficie 230 de soporte. Los sensores 281, 282, 283 están configurados para detectar y medir al menos una característica del producto "P" mientras el producto está soportado de forma móvil en el primer lado 231 de la superficie 230 de soporte. Las características del producto "P" que son detectables y medibles por los sensores 281, 282, 283 pueden incluir la temperatura, el contenido de humedad y composición química del producto. Los aspectos operativos de los sensores 281, 282, 283 se describen más detalladamente más adelante.

45 El aparato 200 puede comprender un controlador 250 para controlar diversas funciones del aparato durante el funcionamiento del mismo. El controlador 250 puede incluir cualquiera de varios dispositivos tales como un procesador (no mostrado), una memoria legible (no mostrada) y un algoritmo (no mostrado). El controlador 250 se discutirá con más detalle más adelante. Además del controlador 250, el aparato 200 puede incluir una interfaz 235 de operador que puede estar en comunicación con el controlador.

La interfaz 235 de operador puede configurarse para transmitir información sobre el funcionamiento del aparato 200 al operador por medio de una pantalla 237 de visualización tal como un CRT o similar. A la inversa, la interfaz 235

del operador también se puede configurar para transmitir datos o comandos operativos del operador al controlador 250. Esto se puede lograr mediante un teclado 239 o similar que también puede estar en comunicación con el controlador 250.

Como se ve, una pluralidad de zonas Z1, Z2, Z3 de control están definidas en el aparato 200. Es decir, el aparato 200 incluye al menos una primera zona Z1 de control, que se define en el aparato entre el extremo 216 de admisión y el extremo 218 de alimentación de salida. Una segunda zona Z2 de control está definida en el aparato 200 entre la primera zona Z1 de control y el extremo 218 de alimentación de salida. El aparato 200 puede incluir también zonas de control adicionales, tales como una tercera zona Z3 de control que se define en el aparato entre la segunda zona Z2 de control y el extremo de alimentación de salida. Cada zona Z1, Z2, Z3 de control se define como estacionaria en relación con el chasis 210.

Como se muestra en la Figura 3, cada primera fuente 261 de calor, así como el primer sensor 281 están ubicados dentro de la primera zona Z1 de control. Asimismo, cada segunda fuente 262 de calor, y el segundo sensor 282, se encuentran dentro de la segunda zona Z2 de control. Cada tercera fuente 263 de calor, y el tercer sensor 283, se encuentran dentro de la tercera zona Z3 de control. Es evidente además que la superficie 230 de soporte mueve el producto "P" a través de cada una de las zonas Z1, Z2, Z3 de control. Es decir, a medida que el actuador 240 mueve la superficie 230 de soporte en la dirección "D", una porción dada del producto "P" que está soportada en la superficie de soporte, se mueve sucesivamente a través de la primera zona Z1 de control y luego a través de la segunda zona Z2 de control.

Después de moverse a través de la segunda zona Z2 de control, la porción dada del producto "P" se puede mover a través de la tercera zona Z3 de control y al dispositivo 254 de extracción. Como se ve, al menos una porción del banco 260 de calentadores, tal como la fuente 269 de calor precalentador, puede estar fuera de cualquiera de las zonas Z1, Z2, Z3 de control. Además, se puede definir una zona 248 de enfriamiento con relación al chasis 210 y cerca del extremo 218 de alimentación de salida del aparato 200. La zona 248 de enfriamiento se puede configurar para emplear cualquiera de varios medios conocidos de enfriamiento del producto "P" a medida que el producto pasa a través de la zona de enfriamiento.

Por ejemplo, la zona 248 de enfriamiento puede configurarse para emplear un disipador de calor refrigerado (no mostrado) tal como un cuerpo negro frío, o similar, que está expuesto al segundo lado 232 de la superficie 230 de soporte y que se coloca dentro de la zona de enfriamiento. Tal disipador de calor puede configurarse para enfriar el producto "P" mediante transferencia de calor radiante desde el producto y a través de la superficie 230 de soporte al disipador de calor. Un tipo de disipador de calor que puede emplearse de este modo puede configurarse para comprender un serpentín evaporador que es una parte de un sistema de refrigeración que utiliza un refrigerante fluido como el freón o similares.

La zona 248 de enfriamiento puede tener una longitud relativa que es diferente de la representada. Además, se pueden emplear otros medios de enfriamiento. Por ejemplo, la zona 248 de enfriamiento se puede configurar para incorporar un sistema de enfriamiento por convección (no mostrado) en donde el aire enfriado se dirige al segundo lado 232 de la superficie 230 de soporte. Además, la zona 248 de enfriamiento se puede configurar para incorporar un conductor sistema de enfriamiento (no mostrado) en donde los rodillos refrigerados o similares entran en contacto con el segundo lado 232 de la superficie 230 de soporte. Como se representa en la Figura 3, el producto "P" se puede aplicar al primer lado 231 de la superficie de soporte móvil 230 cerca del extremo 216 de admisión.

La superficie 230 de soporte es accionada por el actuador 240 a través del enlace de accionamiento 242 y el rodillo 222 de accionamiento para girar en la dirección "D" alrededor de los rodillos 220 locos. El producto "P" puede estar sustancialmente en estado líquido cuando es aplicado a la superficie 230 de soporte por el dispositivo 252 de aplicación. El producto "P", que debe ser secado por el aparato 200, se alimenta a través de él en la dirección de alimentación "F" hacia el extremo 218 de alimentación.

El producto "P", mientras está apoyado en la superficie 230 de soporte y se mueve a través del aparato 200 en la dirección "F", pasa el banco 260 de calentadores que puede colocarse en una relación sustancialmente yuxtapuesta al segundo lado 232 del soporte superficie para exponerse a la misma como se muestra. El banco 260 de calentadores comprende una o más primeras fuentes 261 de calor y una o más segundas fuentes 262 de calor que están configuradas para dirigir el calor radiante "H" hacia el segundo lado 232 y a través de la superficie 230 de soporte para calentar el producto "P" que está movido en la dirección "F".

El banco 260 de calentadores también puede comprender una o más terceras fuentes 263 de calor y una o más fuentes de calor precalentadoras 269 que también están configuradas para dirigir el calor radiante "H" hacia el segundo lado 232 para calentar el producto "P". El producto "P", mientras se mueve sobre la superficie 230 de soporte en la dirección de alimentación "F", se seca por el calor radiante "H" hasta un contenido de humedad deseado, y luego se retira de la superficie de soporte en el extremo 218 de alimentación de salida por el dispositivo 254 de extracción.

El producto "P", una vez retirado de la superficie 230 de soporte, puede recogerse en una tolva 256 de recolección o similar para almacenamiento, envasado o procesamiento adicional. La superficie 230 de soporte, una vez que el

producto "P" se retira de allí, vuelve al extremo 216 de admisión, después de lo cual el dispositivo 252 de aplicación puede aplicar un producto adicional.

Para promover un secado eficiente del producto así como una alta calidad del producto, el aire acondicionado "A" puede ser provisto por una unidad 245 de aire acondicionado (HVAC), y puede circular sobre el producto "P" a través del recinto 246, conducto 226 de admisión y conducto 228 de salida a medida que el producto se mueve a través del aparato 200 en la dirección de alimentación "F" concurrente con la dirección del movimiento del producto.

Como una mejora adicional de la tasa de producción y la calidad del producto, se pueden emplear una pluralidad de zonas de control. El término "zona de control" significa una región estacionaria definida en el aparato 200 a través del cual se mueve el producto "P" y en esa región el calor radiante se dirige sustancialmente exclusivamente al producto por una o más fuentes de calor dedicadas que están reguladas independientemente de las fuentes de calor fuera de la región. Es decir, una zona de control dada incluye un servomecanismo dedicado para controlar la cantidad de calor dirigida al producto "P" que está dentro de la zona de control dada, en donde la cantidad de calor es una función de una característica medida del producto.

Como se ve, la superficie 230 de soporte está configurada para mover el producto "P" sucesivamente a través de una primera zona Z1 de control, y luego a través de una segunda zona Z2 de control. Esto puede ser seguido por una tercera zona Z3 de control. Dentro de la primera zona Z1 de control, una o más primeras fuentes 261 de calor dirigen el calor radiante "H" a través del espacio "G" hacia el producto "P" cuando el producto se mueve a través de la primera zona de control. Del mismo modo, dentro de la segunda zona Z2 de control y dentro de la tercera zona Z3 de control, una o más segundas fuentes 262 de calor y una o más terceras fuentes 263 de calor, respectivamente, dirigen el calor radiante "H" a través del espacio "G" hacia el producto "P" a medida que el producto se mueve a través de la segunda y tercera zonas de control, respectivamente.

La temperatura y, por lo tanto, la cantidad de calor "H" producida por las primeras fuentes 261 de calor radiante se regula independientemente de la temperatura y la cantidad de calor producida por las segundas fuentes 262 de calor. De manera similar, las terceras fuentes 263 de calor están reguladas independientemente de la primera y segunda fuentes 261, 262 de calor. El uso de las zonas Z1, Z2, Z3 de control puede proporcionar un mayor control de los parámetros de producción en comparación con los dispositivos de la técnica anterior.

Es decir, se pueden obtener perfiles de producto específicos y curvas de calor con el uso del aparato 200 porque el producto "P" se puede exponer a diferentes cantidades de calor "H" en cada zona Z1, Z2, Z3 de control. Específicamente, por ejemplo, las primeras fuentes 261 de calor pueden configurarse para producir calor "H" a una primera temperatura. Las segundas fuentes 262 de calor pueden configurarse para producir calor "H" a una segunda temperatura que es diferente de la primera temperatura. Asimismo, las terceras fuentes 263 de calor pueden configurarse para producir calor "H" a una tercera temperatura.

Así, a medida que el producto "P" avanza a través del aparato en la dirección de alimentación "F", el producto puede exponerse a una cantidad diferente de calor "H" en cada una de las zonas Z1, Z2, Z3 de control. Esto puede ser particularmente útil, por ejemplo, para disminuir el tiempo de secado del producto "P" en comparación con los tiempos de secado en los aparatos de la técnica anterior. Esto se puede lograr alcanzando rápidamente una temperatura dada del producto "P" y luego manteniendo la temperatura dada a medida que el producto avanza sucesivamente a través de las zonas Z1, Z2, Z3 de control. El uso de las zonas Z1, Z2, Z3 de control también puede ser útil para proporcionar un control estricto de la cantidad de calor "H" que se transmite al producto "P" para proporcionar una mayor calidad del producto. Es decir, la calidad del producto puede mejorarse utilizando las zonas Z1, Z2, Z3 de control para minimizar la sobreexposición y la subexposición del producto "P" a la energía térmica "H".

Suponiendo que un producto dado "P" está relativamente húmedo y a temperatura ambiente cuando el dispositivo 252 de aplicación lo coloca sobre la superficie 230 de soporte, se requiere una cantidad relativamente grande de calor "H" para elevar la temperatura del producto a temperatura dada tal como 100°C. Por lo tanto, se puede emplear una fuente 269 de calor precalentada para precalentar el producto "P" antes de que el producto entre en la primera zona Z1 de control. La fuente 269 de calor precalentador puede configurarse para producir continuamente calor radiante "H" a una temperatura máxima y para dirigir una cantidad máxima de calor "H" al producto "P".

Cuando el producto "P" entra en la primera zona Z1 de control, las primeras fuentes 261 de calor dentro de la primera zona Z1 de control pueden configurarse para producir una cantidad de calor "H" que sea suficiente para alcanzar la temperatura del producto deseada. El primer sensor 281, junto con el controlador 250, puede emplearse para regular la temperatura de las primeras fuentes 261 de calor para transferir la cantidad deseada de calor "H" al producto "P". El primer sensor 281 está configurado para detectar y medir al menos una característica dada del producto "P" mientras el producto está dentro de la primera zona Z1 de control. Por ejemplo, el primer sensor 281 puede configurarse para detectar y medir la temperatura del producto "P" mientras el producto está dentro de la primera zona Z1 de control.

El primer sensor 281 puede detectar y medir una característica del producto "P" mientras el producto está en la primera zona Z1 de control y luego transmitir esa característica medida al controlador 250. El controlador 250 puede usar la medición desde el primer sensor 281 para modular la temperatura, o salida de calor, de las primeras fuentes

261 de calor. Es decir, el calor "H" producido por las primeras fuentes 261 de calor puede regularse en función de un producto medido característico del producto "P" dentro de la primera zona Z1 de control detectada y medida por el primer sensor 281. Esta característica de producto medida puede incluir, por ejemplo, la temperatura del producto.

5 El segundo sensor 282 se emplea de manera similar para detectar y medir al menos una característica del producto "P" mientras el producto está dentro de la segunda zona Z2 de control. Asimismo, el tercer sensor 283 puede emplearse para detectar y medir al menos una característica del producto "P" mientras el producto está dentro de la tercera zona Z3 de control.

10 Las características del producto detectadas y medidas por el segundo y tercer sensores 282, 283 dentro de la segunda y tercera zonas de control Z2, Z3, respectivamente, también pueden utilizarse para modular la cantidad de calor "H" producido por el segundo y las terceras fuentes 262, 263 de calor para mantener un perfil de temperatura específico del producto "P" a medida que el producto progresa a través de cada una de las zonas de control.

15 En el caso en donde el producto "P" se calienta rápidamente a una temperatura dada y luego se mantiene a la temperatura dada, las primeras fuentes 261 de calor probablemente producirán calor "H" a una temperatura relativamente alta para aumentar rápidamente la temperatura del producto a la temperatura dada para cuando el producto "P" abandona la primera zona Z1. Suponiendo que el producto "P" está a la temperatura dada al entrar en la segunda zona Z2 de control, la segunda y tercera fuentes 262, 263 de calor producirán calor "H" a temperaturas sucesivamente más bajas porque se requiere menos calor "H" para mantener la temperatura del producto a medida que disminuye el contenido de humedad del mismo.

20 Como se mencionó anteriormente, los sensores 281, 282, 283 se pueden configurar para detectar y medir cualquiera de una serie de características del producto, como el contenido de humedad. Esto puede ser particularmente beneficioso para la producción de un producto "P" de alta calidad. Por ejemplo, en el caso anterior en donde la temperatura del producto ha alcanzado la temperatura dada cuando el producto "P" entra en la segunda zona Z2 de control, el segundo y tercer sensores 282, 283 pueden detectar y medir el contenido de humedad del producto a medida que el producto avanza respectivas zonas Z2, Z3 de control segunda y tercera.

25 Si el segundo sensor 282 detecta y mide un contenido de humedad del producto relativamente alto del producto "P" dentro de la segunda zona Z2 de control, entonces el controlador 250 puede modular las segundas fuentes 262 de calor para continuar manteniendo la temperatura del producto a la temperatura dada para continuar secando el producto. Sin embargo, si el segundo sensor 282 detecta un contenido de humedad del producto relativamente bajo, entonces el controlador 250 puede modular las segundas fuentes 262 de calor para reducir la temperatura del producto a fin de evitar el secado excesivo del producto "P".

30 Del mismo modo, el tercer sensor 283 puede detectar y medir el contenido de humedad del producto dentro de la tercera zona Z3 de control, con lo cual el controlador puede determinar la cantidad adecuada de calor "H" que producirán las terceras fuentes 263 de calor. Aunque tres zonas de control se representan Z1, Z2, Z3, se entiende que se puede incorporar cualquier número de zonas de control.

35 En cumplimiento de la descripción de la interacción entre el controlador 250, los sensores 281, 282, 283 y las fuentes 261, 262, 263 de calor proporcionadas por el ejemplo anterior, una zona de control dada Z1, Z2, Z3 puede ser descrita como un circuito de control separado, independiente y exclusivo que comprende cada sensor asociado y cada fuente de calor asociada ubicada dentro de la zona de control dada, y que, junto con el controlador, está configurado para regular independientemente la cantidad de calor "H" producido por las fuentes de calor asociadas en función de al menos una característica del producto "P" medida por el sensor asociado.

40 Es decir, cada sensor 281, 282, 283 asociado con una zona de control dada Z1, Z2, Z3, puede considerarse configurado para proporcionar retroalimentación de control al controlador 250 exclusivamente con respecto a las características de una parte del producto "P" que está en la zona de control dada. El controlador 250 puede usar la retroalimentación para ajustar la salida de las fuentes 261, 262, 263 de calor de acuerdo con un perfil de temperatura u otros parámetros definidos por el operador o almacenados de otro modo dentro del controlador.

45 La pluralidad de zonas Z1, Z2, Z3 de control del aparato 200 también se puede emplear para lograr perfiles de producto específicos que pueden ser beneficiosos para la calidad del producto. Por ejemplo, se puede suponer que la calidad de un producto dado "P" se puede maximizar mientras se logra un contenido de humedad extremadamente bajo siguiendo un perfil de temperatura del producto dado durante el secado. El perfil de temperatura del producto dado puede dictar que, a medida que el producto "P" pasa sucesivamente a través de la primera, segunda y tercera zonas Z1, Z2, Z3 de control, la temperatura del producto inicialmente aumenta rápidamente a una temperatura máxima dada, con lo cual la temperatura del producto "P" disminuye gradualmente hasta que se retira de la superficie 230 de soporte.

50 En ese caso, el primer sensor 281, las primeras fuentes 261 de calor y el controlador 250 pueden funcionar de manera similar a la descrita anteriormente para aumentar rápidamente la temperatura del producto "P" a una primera temperatura que puede alcanzarse como el producto "P" pasa a través de la primera zona Z1 de control. La primera temperatura puede corresponder a una cantidad relativamente grande de calor "H" que se transfiere al producto "P" que inicialmente contiene un alto porcentaje de humedad.

A medida que el producto "P" pasa a través de la segunda zona Z2 de control, el segundo sensor 282, las segundas fuentes 262 de calor y el controlador 250 pueden funcionar para disminuir la temperatura del producto a una segunda temperatura relativamente media que es más baja que la primera temperatura. La segunda temperatura puede corresponder a una menor cantidad de calor "H" que se requiere a medida que cae el contenido de humedad del producto "P".

Del mismo modo, cuando el producto "P" pasa a través de la tercera zona Z3 de control, el tercer sensor 283, las terceras fuentes 263 de calor y el controlador 250 pueden operar para disminuir aún más la temperatura del producto a una tercera temperatura relativamente baja que es inferior a la segunda temperatura. La tercera temperatura puede corresponder a una cantidad relativamente baja de calor "H" que se requiere cuando el producto "P" se acerca a la sequedad deseada.

Además de regular la temperatura de las fuentes 261, 262, 263 de calor, el controlador 250 también se puede configurar para regular la velocidad de la superficie 230 de soporte con respecto al chasis 210. Esto se puede lograr configurando el controlador 250 para modular la velocidad del actuador 240. Por ejemplo, como en el caso en que el actuador 240 es un motor eléctrico de A/C, el controlador puede configurarse para modular la unidad de control de velocidad variable 244 por medio de un servo o similar.

La velocidad, o velocidad de movimiento, de la superficie 230 de soporte puede afectar el proceso de secado del producto "P" que realiza el aparato 200. Por ejemplo, una velocidad relativamente lenta de la superficie 230 de soporte puede aumentar la cantidad de calor "H" que es absorbida por el producto "P" porque la velocidad más lenta hará que el producto quede expuesto al calor "H" por un período de tiempo más largo. Por el contrario, una velocidad relativamente rápida de la superficie 230 de soporte puede disminuir la cantidad de calor "H" que es absorbido por el producto "P" porque la velocidad más rápida dará como resultado un menor tiempo de exposición durante el cual el producto está expuesto al calor.

Además, el controlador 250 también puede configurarse para regular diversas cualidades del aire acondicionado "A" que puede hacerse circular a través del recinto 246. Por ejemplo, el controlador 250 puede hacerse para regular el caudal, relativa humedad y temperatura del aire acondicionado "A". Estas cualidades del aire acondicionado "A" pueden tener un efecto tanto en el tiempo de secado como en la calidad del producto "P".

En otra versión alternativa del aparato 200 que no se muestra, el recinto 246 puede configurarse de modo que esté sustancialmente sellado contra el aire atmosférico exterior. En ese caso, la composición química del aire acondicionado "A" puede controlarse para afectar el proceso de secado de maneras específicas, o para afectar o preservar las propiedades químicas del producto "P". Por ejemplo, el aire acondicionado "A" puede ser sustancialmente un gas inerte que puede actuar para evitar la oxidación del producto "P".

Pasando a la Figura 4, se muestra un diagrama esquemático que representa una posible configuración del aparato 200 que comprende una pluralidad de enlaces 257 de comunicación. Los enlaces 257 de comunicación están configurados para proporcionar la transmisión de señales de datos entre los diversos componentes del aparato 200. Los enlaces 257 de comunicación pueden configurarse como cualquiera de los diversos medios de comunicación posibles, incluidos los de cable duro y fibra óptica. Además, los enlaces 257 de comunicación pueden comprender medios de comunicación inalámbrica que incluyen ondas infrarrojas, microondas, ondas de sonido, ondas de radio y similares.

Un dispositivo 255 de almacenamiento en memoria legible, tal como una memoria digital, puede incluirse dentro del controlador 250. El dispositivo 255 de memoria legible puede emplearse para almacenar datos con respecto a los aspectos operativos del aparato 200 que son recibidos por el controlador por medio de enlaces 257 de comunicación, así como los puntos de ajuste y otros valores y datos almacenados que pueden ser utilizados por el controlador 250 para controlar el proceso de secado. El controlador 250 también puede incluir al menos un algoritmo 253 que puede emplearse para llevar a cabo diversos procesos de toma de decisiones requeridos durante el funcionamiento del aparato 200.

Los procesos de toma de decisiones tomados en cuenta por el algoritmo 253 pueden incluir el mantenimiento de la coordinación integrada de varios aspectos de control variable del aparato 200. Estos aspectos de control variable comprenden la velocidad de la superficie 230 de soporte, la cantidad de calor "H" producido por cada una de las fuentes 261, 262, 263, 269 de calor y las mediciones características del producto recibidas de los sensores 281, 282, 283. Además, se puede requerir el algoritmo 253 para llevar a cabo los procesos operativos de toma de decisiones de acuerdo con varios parámetros de producción establecidos, como el perfil de temperatura del producto y la tasa de producción.

Los enlaces 257 de comunicación pueden proporcionar transmisión de datos entre el controlador 250 y la interfaz 235 del operador que puede comprender una pantalla 237 de visualización y un teclado 239. Es decir, los enlaces 257 de comunicación entre el controlador 250 y la interfaz 235 del operador pueden proporcionar la comunicación de datos del controlador al operador a través de la pantalla de visualización. Dichos datos pueden incluir varios aspectos del aparato 200, incluyendo el contenido de temperatura y humedad del producto "P" con respecto a la posición del producto dentro de cada una de las zonas Z1, Z2, Z3 de control.

Además, dichos datos pueden incluir la velocidad de la superficie de soporte con respecto al chasis 210 y la temperatura de cada una de las fuentes 261, 262, 263, 269 de calor. Los enlaces 257 de comunicación también pueden proporcionar datos para ser comunicados desde el operador hasta el controlador 250 por medio del teclado 239 o similar. Dichos datos pueden incluir comandos operativos que incluyen la especificación por parte del operador de un perfil de temperatura de producto dado.

Se puede proporcionar un enlace 257 de comunicación entre el controlador 250 y la unidad HVAC 245 para comunicar datos entre ellos. Dichos datos pueden incluir comandos desde el controlador 250 a la unidad HVAC 245 que especifican una temperatura, humedad o similar, del aire acondicionado "A". También se puede proporcionar un enlace 257 de comunicación entre el controlador 250 y el actuador 240 para comunicar datos entre ellos. Estos datos pueden incluir comandos desde el controlador 250 al actuador que especifican una velocidad dada de la superficie 230 de soporte.

Se pueden proporcionar enlaces 257 de comunicación adicionales entre el controlador 250 y cada uno de los sensores 281, 282, 283 para comunicar datos entre cada uno de los sensores y el controlador. Dichos datos pueden incluir mediciones de diversas características del producto "P", como la temperatura del producto "P", el contenido de humedad del producto y/o la composición química del producto. Se pueden proporcionar otros enlaces 257 de comunicación entre el controlador 250 y cada una de las fuentes 261, 262, 263, 269 de calor para proporcionar la transmisión de datos entre ellos.

Estos datos pueden incluir comandos del controlador 250 a cada una de las fuentes 261, 262, 263, 269 de calor que indican a cada una de las fuentes de calor la cantidad de calor "H" a producir. Como puede verse, el aparato 200 puede incluir una pluralidad de dispositivos 233 de control, que pueden comprender relés eléctricos, en donde cada uno de los dispositivos de control está conectado por medio de los respectivos enlaces 257 de comunicación al controlador 250. Cada uno de los dispositivos de control puede ser, por ejemplo, un relé eléctrico en el caso de una fuente de calor alimentada eléctricamente, o alternatively, una servoválvula en el caso de una fuente de calor alimentada por gas. En casos particulares, cada dispositivo 233 de control puede comprender un relé de estado sólido "encendido/apagado" o un módulo de control de ángulo de fase que puede variar el voltaje a uno o más elementos de calentamiento, como se describe más adelante.

Un aparato de secado puede ser capaz de controlar independientemente la temperatura del producto que se calienta (por ejemplo, para lograr un perfil de temperatura deseado) y la longitud de onda de la radiación (por ejemplo, para maximizar la velocidad de transferencia de calor). Para tales fines, se puede proporcionar un aparato de secado con una o más fuentes de calor que son móviles con respecto al producto "P" para aumentar o disminuir la brecha o espaciado entre la fuente de calor y el producto "P". Al ajustar el espacio entre el producto y la fuente de calor, es posible controlar la temperatura de la fuente de tal manera que produzca la temperatura deseada del producto y la longitud de onda de la radiación. Por ejemplo, si un perfil de secado particular requiere que la temperatura del producto permanezca sustancialmente constante a través de una o más zonas de control, entonces el producto generalmente se somete a menos calor en cada zona de control sucesiva. Para mantener la temperatura deseada del producto y la longitud de onda de la radiación, los calentadores en una zona de control se pueden mover más lejos del producto para disminuir el calor aplicado al producto mientras se mantiene la temperatura de la fuente para producir radiación en la longitud de onda deseada. Por ejemplo, si se desea, la temperatura de la fuente y las posiciones del calentador se pueden controlar para producir una longitud de onda constante predeterminada en zonas sucesivas para compensar los cambios en la energía requerida para evaporar la humedad a medida que el contenido de humedad en el producto disminuye a medida que se seca a través de cada una de las zonas.

Alternativamente, si se desea, la temperatura de la fuente se puede ajustar para producir una longitud de onda deseada en una zona de control que es diferente de la longitud de onda en la zona de control anterior y el espacio entre la fuente de calor y el producto se puede ajustar en consecuencia para lograr la temperatura deseada del producto. Esto permite que el secador compense otras características del producto que pueden variar en cada zona o de una zona a otra durante el proceso de secado, como la emisividad del producto, el grosor del producto, los cambios en la sensibilidad del producto (o compuestos específicos en el producto) a una longitud de onda particular de IR (radiación infrarroja), y la capacidad de liberar humedad ligada en el producto (la capacidad de liberar humedad ligada disminuye a medida que el producto se seca). El controlador del secador se puede configurar para monitorear continuamente la longitud de onda de las fuentes de calor y la temperatura del producto durante el proceso de secado, y ajustar automáticamente la temperatura y las posiciones de las fuentes de calor para mantener la temperatura del producto y la longitud de onda deseadas dentro de cada zona de calentamiento.

En referencia ahora a la Figura 5, se muestra un aparato 200A de secado. El aparato 200A de secado es una modificación del aparato de secado 200 de las Figuras 3 y 4. Una diferencia entre el aparato 200A de secado y el aparato de secado 200 es que el aparato 200A de secado tiene fuentes de calor que se pueden mover hacia arriba y hacia abajo en relación con el producto "P". El aparato 200A de secado incluye un chasis 300 que se modifica con relación al chasis 210 de la Figuras 3 en el sentido de que incluye plataformas móviles, o soportes calefactores, 302, 304, 306, 308 que soportan fuentes 269, 261, 262, 263 de calor, respectivamente. Como con el aparato de secado de la Figura 3, las fuentes de calor 269, 261, 262 263 pueden comprender elementos calefactores que producen calor radiante en el espectro infrarrojo. Cada plataforma 302, 304, 306, 308 está montada en un par de patas 310 verticales del chasis 300 y está configurada para moverse hacia arriba y hacia abajo en relación con el mismo, como

lo indican las flechas 312 de doble punta. Cada soporte del calentador puede soportar un conjunto de uno o más elementos de calentamiento de cuarzo para producir radiación infrarroja, como se describe anteriormente en relación con la Figura 3.

Como se muestra en la Figura 5, cada fuente de calor dentro de una zona Z1, Z2 o Z3 de control está soportada en una plataforma común, y por lo tanto cada fuente de calor dentro de una zona de control específica se mueve hacia arriba y hacia abajo juntas. Alternativamente, se pueden montar menos de tres fuentes de calor en una sola plataforma. Por ejemplo, cada fuente de calor se puede montar en una plataforma separada y su posición vertical se puede ajustar en relación con otras fuentes de calor dentro de la misma zona de control. En otra alternativa, una sola plataforma puede extenderse a múltiples zonas para soportar fuentes de calor en zonas de control adyacentes.

Montados dentro de cada zona de calentamiento (zonas Z1, Z2, Z3 de control y zona PH de precalentamiento) directamente encima de una fuente de calor hay uno o más dispositivos sensores de temperatura para medir la temperatura de las fuentes de calor, tales como uno o más termopares 314. Cada termopar 314 está posicionado para controlar la temperatura de la superficie de los elementos calefactores de una fuente de calor correspondiente y está en comunicación con el controlador 250 (Figura 4). Como se describe con mayor detalle más adelante, se proporciona un circuito de control de retroalimentación para monitorear continuamente la temperatura de las fuentes de calor dentro de cada zona de calentamiento y ajustar la posición vertical de las fuentes de calor y/o la temperatura de las fuentes de calor para lograr una longitud de onda determinada y una temperatura predeterminada del producto utilizando energía radiante. En el ejemplo ilustrado, un termopar está ubicado dentro de cada zona de calentamiento. Sin embargo, en otras versiones, se puede usar más de un termopar en cada zona de calentamiento. Por ejemplo, si cada fuente de calor está montada en su propia plataforma, sería deseable colocar al menos un termopar por encima de cada fuente de calor. Se puede montar un termopar 314 en cualquier posición conveniente adyacente a los elementos de calentamiento de una fuente de calor correspondiente. Por ejemplo, se puede montar un termopar en el bastidor o bandeja de soporte de una fuente de calor que soporte uno o más elementos de calentamiento.

En lugar de o además de los termopares, el secador puede incluir en cada zona de calentamiento uno o más sensores, tales como un espectrómetro o radiómetro infrarrojo, para medir la energía o la longitud de onda de la energía infrarroja que llega al producto. Dichos sensores se pueden montar en cualquier lugar conveniente en el secador, como directamente encima de la superficie 230 de soporte y el producto, preferiblemente directamente encima de una porción de borde de la superficie de soporte que no está cubierta por la capa de producto. Este método tiene la ventaja de permitir que el sistema compense los cambios en la longitud de onda IR real que llega al producto que puede variar debido a la transparencia y las propiedades refractivas de la superficie 230 de soporte, así como a la energía IR que se emite desde las superficies de la bandeja del calentador, o de reflectores en las cacerolas del calentador. Los sensores de longitud de onda o energía pueden reemplazar los termopares 314 del calentador (o pueden usarse en combinación con los termopares) como un medio para determinar la longitud de onda de la energía radiante emitida por las fuentes de calor en un esquema de control mediante el cual las posiciones verticales de las fuentes de calor y/o sus temperaturas se ajustan para lograr una longitud de onda predeterminada y una temperatura de producto predeterminada dentro de cada zona.

Se puede usar cualquier técnica o mecanismo adecuado para efectuar el movimiento vertical de cada plataforma 302, 304, 306, 308 en relación con las patas 310 de soporte. La Figura 6, por ejemplo, es una ilustración esquemática de la zona Z1 de control que muestra la plataforma 304 que tiene engranajes 316 de accionamiento montados en lados opuestos de la plataforma. Cada engranaje de accionamiento 316 engrana con un engranaje 318 de cremallera respectivo montado en una pata de soporte respectiva 310 del chasis. Los engranajes 316 de accionamiento pueden ser accionados por un motor 320 eléctrico montado en una ubicación conveniente en la plataforma. El motor 320 se puede acoplar operativamente a cada engranaje 316 de accionamiento por un eje impulsor (no mostrado) de modo que la operación del motor sea efectiva para impulsar los engranajes impulsores, que se trasladan a lo largo de los engranajes de cremallera para mover la plataforma hacia arriba o hacia abajo. El motor 320 está en comunicación con el controlador 250 (Figura 4), que controla la posición vertical de la plataforma. Las plataformas de las otras zonas de calentamiento pueden tener una configuración similar.

La Figura 8 muestra una configuración alternativa para efectuar el movimiento vertical de una plataforma. Una plataforma 304 está montada en cuatro actuadores 350 lineales (uno montado en cada esquina de la plataforma), aunque puede usarse un número mayor o menor de actuadores. Cada actuador 350 en la realización ilustrada comprende un eje 352 roscado y una tuerca 354 dispuesta en el eje. La plataforma 304 está soportada en los extremos superiores de los ejes 352. La rotación sincronizada de las tuercas 354 (controlada por el controlador 350) hace que la plataforma 304 se eleve o baje en relación con el transportador 230. Cabe señalar que varios otros mecanismos se pueden utilizar para efectuar el movimiento vertical de las plataformas. Por ejemplo, se puede usar cualquiera de los diversos mecanismos neumáticos, electromecánicos y/o hidráulicos para mover una plataforma hacia arriba y hacia abajo, incluidos varios tipos de actuadores lineales, motores de tornillo, rieles de tornillo y similares.

Como se puede apreciar, el ajuste de la posición vertical de la(s) fuente(s) de calor en una plataforma ajusta la brecha o espacio G entre la(s) fuente(s) de calor y el producto "P" soportado en la superficie 230 de soporte. La temperatura del producto varía según la distancia entre la fuente de calor y el producto, así como la temperatura de

la fuente de calor. El aumento de la distancia desde la fuente de calor al producto disminuirá la temperatura del producto, mientras que la disminución de la distancia desde la fuente de calor al producto aumentará la temperatura del producto (si la temperatura de la fuente de calor permanece constante). Como se señaló anteriormente, la longitud de onda de la energía radiante emitida por una fuente de calor puede aumentarse y disminuirse disminuyendo y aumentando, respectivamente, la temperatura de la fuente de calor. En consecuencia, la temperatura del producto "P" dentro de una zona de calentamiento y la longitud de onda de la energía radiante absorbida por el producto dentro de esa zona de calentamiento pueden controlarse independientemente ajustando la temperatura de la(s) fuente(s) de calor y la distancia entre la fuente de calor(s) y el producto.

El controlador 250 puede configurarse para controlar continuamente la temperatura del producto (y/u otras características del producto) a través de los sensores 281, 282, 283 y la temperatura de las fuentes de calor a través de los termopares 314 y para ajustar automáticamente el posición vertical de las fuentes de calor y/o la temperatura de las fuentes de calor para mantener un perfil de temperatura predeterminado para el producto y una longitud de onda predeterminada de energía radiante en cada zona de calentamiento. Para determinar las longitudes de onda de la energía radiante de las fuentes de calor, el controlador 250 puede incluir un algoritmo o tabla de búsqueda que utiliza el controlador para determinar la longitud de onda correspondiente a cada fuente de calor en función de las lecturas de temperatura de los termopares 314 que se transmiten al controlador.

En una implementación, la longitud de onda de una fuente de calor puede determinarse midiendo la temperatura de la fuente de calor y calculando la longitud de onda usando la ley de Wien ($\lambda_{\max} = b/T$, donde λ_{\max} es la longitud de onda máxima, b es la constante de desplazamiento de Wien y T es la temperatura de la fuente de calor). En otra implementación, la longitud de onda de una fuente de calor puede determinarse midiendo la temperatura de la fuente de calor e identificando la longitud de onda pico correspondiente de la fuente de calor en un gráfico, como se ilustra en la Figura 9. Alternativamente, el secador puede incluir sensores de longitud de onda (como se discutió anteriormente) que monitorean directamente las longitudes de onda de la energía radiante de cada fuente de calor y transmiten señales al controlador.

El controlador 250 puede estar en comunicación con una pluralidad de dispositivos 233 de control (Figura 4) que controlan las temperaturas de los elementos de calentamiento en cada zona. Deseablemente, se proporciona un dispositivo 233 de control para cada zona del secador. Por ejemplo, los dispositivos 233 de control pueden ser relés de estado sólido que modulan la corriente eléctrica a los elementos calefactores empleando un esquema de control de "encendido/apagado". Más deseablemente, los dispositivos 233 de control comprenden módulos de control de ángulo de fase que pueden aumentar o disminuir la temperatura de los elementos de calentamiento variando el voltaje a los elementos de calentamiento. Cada módulo 233 de control de ángulo de fase está en comunicación con el controlador 250 y, en base a las señales recibidas del controlador, varía el voltaje de entrada a los elementos de calentamiento de una zona respectiva en orden para aumentar o disminuir la temperatura de funcionamiento de los elementos de calentamiento. El uso de los módulos 233 de control de ángulo de fase es ventajoso porque permite un control preciso sobre las temperaturas de funcionamiento de los elementos de calentamiento para lograr mejor el perfil de temperatura del producto deseado.

La longitud de onda de las ondas infrarrojas emitidas por las fuentes de calor en cada zona se puede seleccionar en función de las características de calentamiento y secado deseadas para un producto particular en una etapa particular de secado, así como diversas características del producto, tales como la emisividad y capacidad de absorber calor radiante. Por ejemplo, la longitud de onda en cada zona de calentamiento se puede seleccionar para maximizar la tasa de absorción de energía radiante en cada zona de calentamiento para un producto en particular. La Figura 10 muestra la absorción de radiación electromagnética por el agua. En el rango infrarrojo, hay un pico a aproximadamente $3 \mu\text{m}$ y a aproximadamente $6.2 \mu\text{m}$. En una implementación específica, puede ser deseable mantener una longitud de onda constante durante todo el proceso de secado a 3 o $6.2 \mu\text{m}$ para una absorción óptima de la energía IR por el agua en el producto que se evapora. Debido a que el contenido de humedad del producto aplicado a la superficie 230 de soporte varía al igual que la humedad en el producto a medida que se mueve a través de cada zona de calentamiento (así como otras características del producto), la cantidad de calor requerida para lograr la temperatura deseada del producto en cada zona puede variar sustancialmente. En consecuencia, las posiciones de las fuentes de calor pueden ajustarse automáticamente para mantener una longitud de onda constante predeterminada y un perfil de temperatura predeterminado. Mover los calentadores produce una longitud de onda constante para compensar los cambios en el contenido de humedad en el producto durante el secado, y para compensar los diferentes puntos de ajuste de temperatura del producto deseados en cada zona de secado (es decir, el perfil de temperatura de secado deseado, que puede variar para diferentes productos). En algunos casos, puede ser deseable operar algunas fuentes de calor a $3 \mu\text{m}$ en algunas zonas de secado (como en las zonas tempranas donde se necesitan temperaturas relativamente más altas) y a $6.2 \mu\text{m}$ en otras zonas de secado (como en las zonas hacia el final de el secador donde se necesitan temperaturas relativamente más bajas). De esta manera, la longitud de onda específica (3 o $6.2 \mu\text{m}$) para cada zona se puede seleccionar en función de si la zona tiene limitaciones o requisitos de temperatura específicos.

En otras implementaciones, puede ser deseable cambiar la longitud de onda en cada zona sucesiva por una o más razones. Por ejemplo, la emisividad del producto en su conjunto puede cambiar a medida que avanza a través del proceso de secado. Como tal, la longitud de onda en cada zona de calentamiento se puede seleccionar para maximizar la absorción de energía radiante por el producto a medida que la emisividad del producto cambia durante

el proceso de secado. Como otro ejemplo, la longitud de onda en cada zona de calentamiento se puede seleccionar para lograr un grado deseado de penetración de ondas radiantes en el producto o para compensar los cambios en el grosor de la capa de producto a medida que se seca. Además, la sensibilidad del producto (o un compuesto particular en el producto) a una longitud de onda particular de IR puede aumentar a medida que el producto se mueve a través del secador. Por lo tanto, la longitud de onda en cada zona de calentamiento se puede seleccionar para evitar daños al producto o compuestos particulares en el producto.

Más adelante se describe un enfoque específico para operar el secador 200A para secar un producto usando una longitud de onda predeterminada de IR. Como se señaló anteriormente, las longitudes de onda infrarroja de aproximadamente 3 micras y 6.2 micras generalmente producen la mejor tasa de absorción de energía radiante para el agua. Por lo tanto, el controlador 250 puede programarse para controlar la temperatura de las fuentes de calor en cada zona de calentamiento para producir ondas infrarrojas a, por ejemplo, 3 micras (o alternativamente, 6.2 micras) en todas las zonas de calefacción. Para mantener un perfil de temperatura predeterminado para el producto, el controlador 250 controla la temperatura del producto y ajusta continuamente el espacio entre las fuentes de calor y el producto según sea necesario para mantener la temperatura deseada del producto dentro de cada zona. Como se discutió anteriormente, para secar ciertos productos es deseable mantener una temperatura constante del producto en las zonas Z1, Z2, Z3. Como el contenido de humedad del producto disminuye a medida que el producto se mueve a través de cada zona, se necesita menos calor en cada zona sucesiva para mantener la temperatura deseada del producto. Como tal, las fuentes de calor en la primera zona Z1 de control típicamente están más cerca del producto que las fuentes de calor en la segunda zona Z2 de control, que típicamente están más cerca del producto que las fuentes de calor en la tercera zona Z3 de control, como se muestra en la Figura 5. Como puede apreciarse, las fuentes de calor pueden funcionar a temperaturas de funcionamiento constantes o sustancialmente constantes, y el controlador puede hacer que las posiciones de las fuentes de calor se muevan hacia arriba o hacia abajo para variar la cantidad de calor que llega al producto. Una ventaja de operar las fuentes de calor a temperaturas de operación constantes o sustancialmente constantes es que las fuentes de calor pueden funcionar a una fuente de alimentación y voltaje constantes o sustancialmente constantes, lo que puede aumentar significativamente la eficiencia energética del secador.

Un esquema de control alternativo para operar el aparato 200A de secado se ilustra en el diagrama de flujo mostrado en la Figura 7 y puede operar de la siguiente manera. Cuando el secador se inicia inicialmente y el producto se aplica por primera vez a la superficie 230 de soporte, las fuentes de calor están en una posición inicial (generalmente, pero no necesariamente, todas las fuentes de calor están en la misma posición vertical). Con referencia a la Figura 7, el controlador lee primero la temperatura (402) del producto y ajusta las temperaturas de funcionamiento de las fuentes de calor en consecuencia para lograr la temperatura deseada del producto en cada zona (404 y 406) de calentamiento. Si la temperatura del producto está en el punto de ajuste predeterminado para el producto en una zona particular, entonces el controlador lee la temperatura de funcionamiento de las fuentes de calor y determina la longitud de onda producida por las fuentes de calor en esa zona (408 y 410). Alternativamente, la longitud de onda en la zona de calentamiento puede determinarse a partir de señales transmitidas al controlador desde un espectrómetro, radiómetro o dispositivo equivalente.

Si la longitud de onda en una zona particular es mayor o menor que una longitud de onda predeterminada, el controlador controla las fuentes de calor en esa zona para alejarse o acercarse al producto (412 y 414). Más específicamente, si la longitud de onda medida es mayor que la longitud de onda predeterminada, entonces el controlador hace que las fuentes de calor se alejen más del producto, y si la longitud de onda medida es menor que la longitud de onda predeterminada, entonces el controlador hace que las fuentes de calor se muevan más cerca del producto. A medida que las fuentes de calor se alejan o se acercan al producto, la temperatura del producto puede comenzar a disminuir o aumentar, respectivamente. En consecuencia, el circuito de proceso comienza de nuevo en el bloque 402 donde el controlador lee la temperatura del producto y aumenta o disminuye la temperatura de funcionamiento de las fuentes de calor hasta que se alcanza nuevamente la temperatura predeterminada del producto. En este punto, el controlador nuevamente determina la longitud de onda producida por las fuentes (408 y 410) de calor y hace que las fuentes de calor se alejen o se acerquen aún más al producto si la longitud de onda es aún mayor o menor que la longitud de onda predeterminada para esa zona (412 y 414). Este ciclo de proceso se repite hasta que las fuentes de calor producen energía a la longitud de onda predeterminada. En este punto, el controlador nuevamente determina la temperatura (402 y 404) del producto, ajusta la temperatura de funcionamiento de las fuentes de calor según sea necesario para mantener la temperatura (406) predeterminada del producto, y luego compara la longitud de onda medida con la longitud (410 y 412) de onda predeterminada y mueve las fuentes de calor si la longitud de onda medida es mayor o menor que la longitud (414) de onda predeterminada.

Cuando el controlador determina que las fuentes de calor en una zona se deben mover (hacia arriba o hacia abajo), las fuentes de calor se pueden mover en pequeños incrementos predeterminados en el bloque 414. Después de cada movimiento incremental, el controlador lee la temperatura (402) del producto, aumenta o disminuye la temperatura de funcionamiento de las fuentes de calor para alcanzar la temperatura (406) predeterminada del producto, y una vez que se alcanza la temperatura (404) predeterminada del producto, el controlador determina la longitud de onda producida por las fuentes (408 y 410) de calor, y luego hace que las fuentes de calor se muevan otro incremento si la longitud de onda es más larga o más corta que la longitud (414) de onda predeterminada.

La manera de operar el secador ilustrada en la Figura 7 puede mejorar la capacidad de respuesta del secador (es decir, la capacidad del sistema para aumentar o disminuir la cantidad de calor aplicado al producto según sea necesario para evitar el sobrecalentamiento o el subcalentamiento del producto) en comparación con un esquema de control donde los elementos de calentamiento se mantienen a una temperatura constante y se suben y bajan para ajustar la cantidad de calor aplicado al producto. El método mostrado en la Figura 7, por lo tanto, incluye dos circuitos de retroalimentación, a saber, un primer circuito de retroalimentación que ajusta la temperatura de los elementos calefactores en respuesta a cambios repentinos que requieren un aumento o disminución inmediata de la cantidad de calor aplicado al producto, y un segundo circuito de retroalimentación que ajusta las posiciones de los elementos calefactores hasta que se alcance la longitud de onda deseada a la temperatura óptima del producto. Una variedad de características del proceso varía durante el proceso de secado y puede causar una demanda de un aumento o disminución repentina en la cantidad de calor que debe aplicarse al producto para mantener el perfil de temperatura objetivo del producto. Algunas de estas características incluyen el contenido de humedad y sólidos del producto aplicado al transportador, la temperatura inicial del producto, la velocidad y el grosor del producto aplicado al transportador y las condiciones ambientales (temperatura y humedad relativa). El funcionamiento de dos circuitos de retroalimentación de la manera descrita permite que las temperaturas de funcionamiento de los elementos de calentamiento aumenten y disminuyan rápidamente para responder a la demanda de un aumento o disminución de la cantidad de calor aplicado al producto para evitar el sobrecalentamiento o el subcalentamiento del producto.

En otra implementación, el controlador 250 puede programarse para aumentar y disminuir la temperatura de una fuente de calor dentro de un intervalo de temperatura predeterminado que corresponde a un espectro de longitud de onda aceptable antes de ajustar la posición de la fuente de calor. Por ejemplo, el controlador 250 puede controlar la temperatura del producto y ajustar la temperatura de una fuente de calor dentro de un rango predeterminado según sea necesario para mantener el perfil de temperatura. Si la temperatura de la fuente de calor excede o cae por debajo del rango predeterminado, el controlador puede mover la fuente de calor más cerca o más lejos del producto según sea necesario para mantener el perfil de temperatura del producto. Esta forma de operar el secador permite respuestas muy rápidas de las fuentes de calor a los cambios en la cantidad de calor requerida para lograr la temperatura deseada del producto en cada zona de secado. Explicando además, se selecciona una temperatura objetivo para cada calentador para lograr la longitud de onda deseada, pero para responder rápidamente, la temperatura del calentador varía dentro de un rango específico y limitado dentro de una banda aceptable de longitudes de onda. Esto permite que las fuentes de calor respondan rápidamente a pequeños cambios en tiempo real en el producto que se está secando, como los cambios en el contenido de humedad o el grosor del producto que pueden ocurrir con frecuencia, evitando así el sobrecalentamiento o subcalentamiento del producto.

Como se ilustra, el controlador 250 opera en un primer circuito de retroalimentación para controlar la temperatura de las fuentes de calor y en un segundo circuito de retroalimentación para controlar la separación de las fuentes de calor con relación al producto. En realizaciones alternativas, un operador puede ajustar manualmente la temperatura de las fuentes de calor y sus posiciones con respecto al producto. Por ejemplo, el operador puede monitorear los diversos parámetros de operación del proceso (temperatura del producto, temperatura de la fuente de calor, etc.) y hacer ajustes a uno o más de los parámetros de operación ingresando la información en el teclado 269, cuya información se transmite a el controlador 250.

El aparato 200A de secado se describe en el contexto del secado de una capa delgada de producto líquido, tales como las mezclas que contienen líquidos de frutas y verduras descritos anteriormente.

Los siguientes factores pueden afectar la capacidad de un secador para controlar la longitud de onda y la temperatura del producto dentro de una zona de control: (i) el rango de ajuste de los elementos calefactores hacia y desde la superficie de soporte de la cinta transportadora; (ii) la densidad de vatios de los elementos de calentamiento; (iii) separación entre elementos calefactores; y (iv) la configuración del reflector de los elementos de calentamiento. Estas características se pueden optimizar dentro de cada zona de control para maximizar la capacidad del secador y la calidad del producto.

Si un elemento calefactor está demasiado cerca del transportador (por ejemplo, más cerca que el espacio entre elementos calefactores individuales), pueden producirse áreas calientes/frías en la cinta transportadora si el radio de los rayos infrarrojos de los elementos calefactores adyacentes no se superpone ya que la energía infrarroja se proyecta sobre la cinta. Por lo tanto, la distancia mínima entre los elementos de calentamiento y el transportador debe ser al menos igual o mayor que la separación entre elementos de calentamiento individuales. Un elemento calefactor que esté demasiado lejos de la cinta transportadora requerirá una cantidad relativamente alta de energía para alcanzar la temperatura del producto a una longitud de onda dada debido al hecho de que la densidad de energía disminuye a medida que el cuadrado de la distancia entre el elemento calefactor y el transportador.

La densidad de vatios de un elemento calefactor puede expresarse en julios por segundo (vatios) por centímetro (pulgada) de la longitud del elemento calefactor. Si la densidad de vatios de un elemento calefactor es demasiado alta, entonces los elementos calefactores deberán ubicarse muy lejos de la cinta para mantener una temperatura del calentador que emita la longitud de onda deseada para una temperatura de producto dada. Si la densidad de vatios de un elemento calefactor es demasiado baja, entonces el elemento calefactor puede necesitar estar demasiado cerca de la cinta, creando puntos calientes y fríos y/o el elemento calefactor puede no alcanzar la temperatura del calentador requerida para alcanzar la longitud de onda deseada. Para tener en cuenta los cambios en el contenido

de humedad del producto durante el secado, la densidad de vatios del calentador y el espacio entre los elementos calefactores individuales se pueden seleccionar en función del rango de contenido de humedad previsto en una zona en particular, y la potencia prevista requerida en función de la capacidad térmica del producto ($Q = mC_p(T_1 - T_2)$) así como la cantidad de vapor de agua producido (2326 kJ/kg (1000 BTU/lb) de vapor).

- 5 Los calentadores de cuarzo pueden ser transparentes o esmerilados y pueden incluir un reflector directamente en el elemento o cierta distancia detrás del elemento. Por ejemplo, cada soporte 302, 304, 306, 308 de calentador (figura 6) puede incluir un reflector (por ejemplo, una bandeja metálica) colocado debajo de los elementos de calentamiento soportados por el soporte del calentador. Los elementos calefactores con un reflector en el elemento en sí tendrán una temperatura del elemento relativamente más alta en las mismas condiciones debido a la reflexión del infrarrojo inferior directamente de regreso al elemento en sí, lo que da como resultado una temperatura más alta y una longitud de onda más corta con el mismo ajuste de potencia en comparación con un elemento calefactor que tiene un reflector que se coloca debajo del elemento calefactor. Si el reflector está debajo del elemento calefactor, se pueden reflejar más ondas infrarrojas iniciales alrededor del elemento. La ventaja de la reflexión alrededor del elemento es que puede haber una distribución más uniforme de infrarrojos en la cinta, especialmente en una zona donde los elementos de calentamiento están relativamente cerca de la cinta debido a la alta tasa de eliminación de agua (alto calor de vaporización). Por otro lado, los reflectores en los elementos de calentamiento serían más favorables en las zonas de control donde los calentadores necesitan estar relativamente más lejos de la cinta para reducir la distancia máxima de los elementos de calentamiento de la cinta, reduciendo así la cantidad de energía requerido para lograr la longitud de onda deseada.
- 10
- 15
- 20 La selección del rango de ajuste del calentador, la densidad de vatios, el espacio del calentador y la configuración del reflector se pueden explicar adicionalmente con referencia a la Figura 11. La Figura 11 muestra una ilustración esquemática de un secador 500 para secar líquidos de frutas y verduras (aunque puede usarse para secar otras sustancias). El secador 500 comprende cinco secciones 502, 504, 506, 508 y 510 principales del secador. Cada sección del secador puede incluir una o más zonas de control. Típicamente, cada zona de control comprende una pluralidad de elementos de calentamiento por infrarrojos (también denominados emisores de infrarrojos o lámparas de infrarrojos). Dentro de cada sección del secador, puede haber soportes móviles del calentador (por ejemplo, 302, 304, 306, 308) que soportan los elementos calefactores de una zona de control, soportes calefactores que soportan los elementos calefactores de más de una zona de control, o una combinación de soportes del calentador que soportan los elementos de calentamiento de una zona de control y soportes del calentador que soportan los elementos de calentamiento de más de una zona de control. La longitud de las zonas de control (en la dirección del movimiento del transportador) así como la longitud de los soportes móviles del calentador pueden variar a lo largo de la longitud del secador, por ejemplo, entre 3.3 m (un pie) y 33 m (10 pies). En términos generales, las zonas de control más cortas y los soportes de calentador más cortos pueden proporcionar un control más preciso sobre la temperatura del producto y pueden responder mejor a los cambios en las propiedades térmicas del producto debido a la pérdida de humedad. En casos particulares, la primera sección 502 de secado se extiende aproximadamente el 10 % de la longitud total del secador; la segunda sección 504 de secado se extiende aproximadamente el 25 % de la longitud total del secador; la tercera sección 506 de secado se extiende aproximadamente el 35 % de la longitud total del secador; la cuarta sección 508 de secado se extiende aproximadamente el 20 % de la longitud total del secador; y la quinta sección 510 de secado se extiende aproximadamente el 10 % de la longitud total del secador.
- 25
- 30
- 35
- 40 La primera sección 502 de secado es una sección de "aumento gradual" del secador en donde la temperatura del producto se incrementa en un corto período de tiempo a una temperatura óptima para la evaporación más eficiente del producto. En esta sección del secador, las zonas de control pueden ser relativamente cortas para aumentar la temperatura del producto lo más rápido posible y evitar el sobrecalentamiento. En realizaciones particulares, la densidad de vatios de los elementos de calentamiento en esta sección del secador está en el rango de aproximadamente 8-32 J·s⁻¹·cm⁻¹ (20-80 vatios/pulgada), con 20 J·s⁻¹·cm⁻¹ (50 vatios/pulgada) es un ejemplo específico. La separación del calentador (distancia entre elementos de calentamiento individuales) está en el rango de aproximadamente 1.3 cm (0.5 pulgadas) a aproximadamente 13 cm (5.0 pulgadas), con 5.1 cm (2.0 pulgadas) como un ejemplo específico. La longitud de cada zona de control está en el rango de aproximadamente 15 cm (6 pulgadas) a aproximadamente 152 cm (60 pulgadas), siendo 76 cm (30 pulgadas) un ejemplo específico (cada zona tiene aproximadamente 15 elementos de calentamiento). La longitud de cada soporte de calentador móvil está en el rango de aproximadamente 15 cm (6 pulgadas) a aproximadamente 152 cm (60 pulgadas), siendo 76 cm (30 pulgadas) un ejemplo específico. En una implementación específica, cada soporte de calentador móvil puede soportar los elementos de calentamiento de una zona de control (como se muestra en la figura 5). La distancia entre los elementos de calentamiento y el transportador 230 dentro de la primera sección 502 de secado puede ajustarse entre aproximadamente 1.3 cm (0.5 pulgadas) y 13 cm (5.0 pulgadas), siendo 5.1 cm (2.0 pulgadas) una distancia operativa específica. Los reflectores montados debajo de los elementos calefactores se pueden usar en esta sección del secador.
- 45
- 50
- 55

- 60 La segunda sección 504 de secado es una sección de alta evaporación en donde el contenido de humedad es inicialmente alto, y el producto se mantiene a una temperatura eficiente para la evaporación de la humedad. En esta sección, el proceso generalmente se encuentra en un estado estable, evaporando una gran cantidad de humedad con poco efecto sobre la temperatura del producto. En consecuencia, las zonas de control pueden ser relativamente más largas en esta sección del secador. Se requiere una cantidad relativamente grande de energía en esta sección del secador. La densidad de vatios de los elementos de calentamiento en esta sección del secador puede estar en el

rango de aproximadamente $8\text{--}32 \text{ J}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$ (20-80 vatios/pulgada), con $24 \text{ J}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$ (60 vatios/pulgada) es un ejemplo específico. La separación del calentador (distancia entre elementos de calentamiento individuales) está en el rango de aproximadamente 1.3 cm (0.5 pulgadas) a aproximadamente 13 cm (5.0 pulgadas), con 5.1 cm (2.0 pulgadas) como un ejemplo específico. La longitud de cada zona de control está en el rango de aproximadamente 38 cm (15 pulgadas) a aproximadamente 305 cm (120 pulgadas), siendo 152 cm (60 pulgadas) un ejemplo específico (cada zona tiene aproximadamente 30 elementos de calentamiento). La longitud de cada soporte de calentador móvil está en el rango de aproximadamente 38 cm (15 pulgadas) a aproximadamente 610 cm (240 pulgadas), siendo 305 cm (120 pulgadas) un ejemplo específico. En una implementación específica, cada soporte de calentador móvil puede soportar los elementos de calentamiento de dos zonas de control. La distancia entre los elementos de calentamiento y el transportador 230 dentro de la segunda sección 504 de secado se puede ajustar entre aproximadamente 1,3 cm (0.5 pulgadas) y 13 cm (5.0 pulgadas), siendo 5,1 cm (2.0 pulgadas) una distancia operativa específica. Los reflectores montados debajo de los elementos calefactores se pueden usar en esta sección del secador.

La tercera sección 506 de secado es una sección de transición en donde el producto pasa a un estado principalmente seco y se vuelve muy sensible al calor. En consecuencia, las longitudes de las zonas de control deseablemente son relativamente más cortas en esta sección del secador para responder a cualquier fluctuación en las características del producto que afecten la velocidad de secado. La densidad de vatios de los elementos de calentamiento en esta sección del secador puede estar en el rango de aproximadamente $8\text{--}24 \text{ J}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$ (20-60 vatios/pulgada), con $12 \text{ J}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$ (30 vatios/pulgada) es un ejemplo específico. La separación del calentador (distancia entre elementos calefactores individuales) está en el rango de aproximadamente 1.3 cm (0.5 pulgadas) a aproximadamente 61 cm (24.0 pulgadas), con 7.6 cm (3.0 pulgadas) como un ejemplo específico. La longitud de cada zona de control está en el rango de aproximadamente 38 cm (15 pulgadas) a aproximadamente 305 cm (120 pulgadas), siendo 76 cm (30 pulgadas) un ejemplo específico (cada zona tiene aproximadamente 10 elementos de calentamiento). La longitud de cada soporte de calentador móvil está en el rango de aproximadamente 38 cm (15 pulgadas) a aproximadamente 610 cm (240 pulgadas), siendo 76 cm (30 pulgadas) un ejemplo específico. En una implementación específica, cada soporte de calentador móvil puede soportar los elementos de calentamiento de una zona de control. La distancia entre los elementos de calentamiento y el transportador 230 dentro de la tercera sección 506 de secado se puede ajustar entre aproximadamente 1.3 cm (0.5 pulgadas) y 61 cm (24.0 pulgadas), y más específicamente entre aproximadamente 10 cm (4.0 pulgadas) y aproximadamente 25 cm (10 pulgadas). En esta sección de secado, se puede utilizar una combinación de reflectores montados debajo de los elementos calefactores y elementos calefactores que tienen reflectores integrales.

La cuarta sección 508 de secado es una sección de secado final donde el producto inicialmente está mayormente seco y las zonas de control son relativamente más largas para eliminar la última humedad del producto en condiciones relativamente estables. Zonas de control más largas son deseables para mantener un secado sustancialmente constante. La densidad de vatios de los elementos de calentamiento en esta sección del secador puede estar en el rango de aproximadamente $8\text{--}32 \text{ J}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$ (20-80 vatios/pulgada), con $24 \text{ J}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$ (60 vatios/pulgada) es un ejemplo específico. La separación del calentador (distancia entre elementos calefactores individuales) está en el rango de aproximadamente 1.3 cm (0.5 pulgadas) a aproximadamente 13 cm (5.0 pulgadas), siendo 10 cm (4.0 pulgadas) un ejemplo específico. La longitud de cada zona de control está en el rango de aproximadamente 152 cm (60 pulgadas) a aproximadamente 305 cm (120 pulgadas), siendo 229 cm (90 pulgadas) un ejemplo específico (cada zona tiene aproximadamente 22 elementos de calentamiento). La longitud de cada soporte de calentador móvil está en el rango de aproximadamente 38 cm (15 pulgadas) a aproximadamente 610 cm (240 pulgadas), siendo 305 cm (120 pulgadas) un ejemplo específico. En una implementación específica, algunos de los soportes de calentadores móviles pueden soportar los elementos de calentamiento de una zona de control, mientras que otros soportes de calentadores móviles pueden soportar los elementos de calentamiento de dos zonas de control. La distancia entre los elementos calefactores y el transportador 230 dentro de la cuarta sección 508 de secado se puede ajustar entre aproximadamente 1.3 cm (0.5 pulgadas) y 51 cm (20.0 pulgadas), siendo 41 cm (16 pulgadas) una distancia operativa específica. Los elementos calefactores que tienen reflectores integrales pueden usarse en esta sección de secado.

La quinta sección 510 de secado es una sección de salida o de "disminución gradual" donde las zonas de control pueden ser relativamente cortas para reducir la temperatura del producto para el recocado y/o evitar el sobrecalentamiento de un producto particularmente sensible al calor. La densidad de vatios de los elementos de calentamiento en esta sección del secador puede ser de aproximadamente $4 \text{ J}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$ (10 vatios/pulgada). La separación del calentador (distancia entre elementos de calentamiento individuales) está en el rango de aproximadamente 1.3 cm (0.5 pulgadas) a aproximadamente 13 cm (5.0 pulgadas), con 7.6 cm (3.0 pulgadas) como un ejemplo específico. La longitud de cada zona de control está en el rango de aproximadamente 152 cm (60 pulgadas) a aproximadamente 305 cm (120 pulgadas), siendo 76 cm (30 pulgadas) un ejemplo específico (cada zona tiene aproximadamente 10 elementos de calentamiento). La longitud de cada soporte de calentador móvil está en el rango de aproximadamente 38 cm (15 pulgadas) a aproximadamente 305 cm (120 pulgadas), siendo 76 cm (30 pulgadas) un ejemplo específico. En una implementación específica, cada soporte de calentador móvil puede soportar los elementos de calentamiento de una zona de control. La distancia entre los elementos calefactores y el transportador 230 dentro de la quinta sección del secador 510 se puede ajustar entre aproximadamente 1.3 cm (0.5

pulgadas) y 38 cm (15.0 pulgadas), siendo 25.4 cm (10 pulgadas) una distancia operativa específica. Los elementos calefactores que tienen reflectores integrales pueden usarse en esta sección de secado.

En una implementación específica, un secador 500 tiene una longitud total de aproximadamente 328 m (100 pies). La primera sección 502 de secado tiene cuatro zonas de control, cada una de las cuales tiene aproximadamente 76 cm (30 pulgadas) de longitud y está montada en un soporte de calentador móvil respectivo. La segunda sección 504 de secado tiene cinco zonas de control, cada una de las cuales tiene aproximadamente 150 cm (60 pulgadas) de longitud, y diez soportes de calentadores móviles, cada uno de los cuales soporta dos zonas de control. La tercera sección 506 de secado tiene catorce zonas de control, cada una de las cuales tiene aproximadamente 76 cm (30 pulgadas) de longitud y está montada en un soporte de calentador móvil respectivo. La cuarta sección 508 de secado tiene tres zonas de control, cada una de las cuales tiene una longitud de aproximadamente 230 cm (90 pulgadas). La quinta sección 510 de secado puede incluir soportes de calentadores móviles que soportan una zona de control y soportes de calentadores que admiten más de una zona de control. La quinta sección 510 de secado tiene cuatro zonas de control, cada una de las cuales tiene aproximadamente 76 cm (30 pulgadas) de longitud y está montada en un soporte de calentador móvil respectivo.

V. Aplicaciones comerciales

Un polvo que comprende 40-99.9 % (p/p) de producto derivado de plantas secas, 0-60 % (p/p) de disacárido exógeno y ≤ 5 % (p/p) de agua puede empaquetarse en paquetes de una porción. En algunos casos, un paquete de una porción incluye suficiente polvo para proporcionar al menos una porción de una fruta (7-35 g de fruta seca) y/o una verdura (3-35 g de verdura seca) como se definió previamente. Un paquete puede incluir 7-90 g de un polvo que comprende 40-99.9 % (p/p) de fruta seca, 0-60 % (p/p) de disacárido exógeno y ≤ 5 % (p/p) de agua. En un caso, un paquete puede incluir 8-90 g de un polvo que comprende 40-90 % (p/p) de fruta seca, 10-60 % (p/p) de disacárido exógeno y ≤ 5 % (p/p) de agua. En otro caso, un paquete puede incluir 3-90 g de un polvo que comprende 40-99.9 % (p/p) de vegetales, 0-60 % (p/p) de disacárido exógeno y ≤ 5 % (p/p) de agua. En otro caso más, un paquete puede incluir 4-90 g de un polvo que comprende 40-90 % (p/p) de vegetales secos, 10-60 % (p/p) de disacárido exógeno y ≤ 5 % (p/p) agua.

Una persona de habilidad ordinaria en la técnica comprenderá que, a medida que aumenta el porcentaje de fruta/verdura seca en el polvo, disminuye la cantidad de polvo que proporciona un tamaño de porción de fruta/verdura. Por ejemplo, un tamaño de porción de un polvo que comprende 40 % (p/p) de fruta seca es 18-93 g, mientras que un tamaño de porción de un polvo que comprende 90 % (p/p) de fruta seca es 8-40 g.

En otro caso, un polvo que comprende 40-90 % (p/p) de fruta/verdura seca, 10-60 % (p/p) de disacárido exógeno y ≤ 5 % (p/p) de agua se envasa a granel, es decir, envasados en una cantidad suficiente para proporcionar más de una porción de una fruta o verdura. El paquete puede incluir un dispositivo de medición, como un cucharón o una cuchara, del tamaño apropiado para medir una sola porción del polvo.

En otros casos, se puede mezclar un polvo que comprende 40-90 % (p/p) de producto derivado de plantas secas, 10-60 % (p/p) de disacárido exógeno y ≤ 5 % (p/p) de agua con otros ingredientes secos conocidos en la industria de alimentos y bebidas para formar mezclas de bebidas y otros productos. En otros casos, un polvo que comprende 40-90 % (p/p) de producto derivado de plantas secas, 10-60 % (p/p) de disacárido exógeno, y ≤ 5 % (p/p) de agua puede usarse para hacer suplementos o nutraceuticos, que se pueden proporcionar, por ejemplo, en cápsulas que contienen el polvo y cualquier ingrediente adicional.

VI. Ejemplos

Se prepararon y secaron muestras de fruta como se muestra en la Tabla 3. Algunas muestras incluyeron una mezcla de purés y/o zumos de fruta. Otras muestras incluyeron una sola fruta, que se preparó como un puré, un zumo o una mezcla de puré y zumo. En algunos casos, se añadió a la fruta 30 % o 50 % de un disacárido exógeno (sacarosa (SU) o trehalosa (TR)) antes del secado. El disacárido se mezcló directamente en la muestra de fruta o se disolvió en agua caliente antes de agregarlo a la muestra de fruta. En un caso (muestra #5), también se agregó 25 % de maltodextrina; la maltodextrina se usa en otros procesos para mitigar la aglomeración de polvo. Las muestras se secaron como se describe aquí, y luego se recoció rápida o lentamente (es decir, se enfriaron) a temperatura ambiente. Las muestras recocidas rápidamente se enfriaron durante un período de tiempo de 9 minutos. Las muestras recocidas lentamente se enfriaron durante un período de tiempo aproximadamente 3 veces más largo que las muestras recocidas rápidamente disminuyendo las temperaturas gradualmente en zonas de secado posteriores. A menos que se indique lo contrario, las muestras secas incluían ≤ 2 % (p/p) de humedad. En la Tabla 3, las muestras con una "condición de secado" que se muestra como 3 % o 1.5 % de humedad se recoció rápidamente.

Los productos secos se envasaron en tamaños de muestra de 50 g, 350 g y 5 kg para pruebas de vida útil. Cada muestra fue empaquetada en dos bolsas. La bolsa interior era una bolsa de polietileno con cierre de cremallera con un grosor de 6.0 mil. La bolsa exterior era una película de poliéster laminada con papel de aluminio con un espesor total de 5.0 mil y un espesor de capa de papel de 0.00035 mil. La bolsa exterior está diseñada para proteger contra la humedad (la velocidad de transmisión del vapor de agua es de 0.0006 g/645 cm²/24 horas) y el oxígeno (la velocidad de transmisión de O₂ es de 0.0006 cm³/645 cm²/24 horas). Las muestras empaquetadas se almacenaron

a temperatura ambiente (21.1°C, 25 % de humedad relativa) o a una temperatura elevada (32.2°C/20 % de humedad relativa).

Se evaluó la solubilidad de los productos secos después del almacenamiento durante 7 días, 14 días, 30 días, 90 días, 182 días y 365 días a la temperatura indicada. La solubilidad/dispersabilidad se evaluó agregando 15 g de producto seco a un matraz que contenía 300 ml de H₂O (a 21°C) y agitando el matraz hasta que el producto se dispersó sustancialmente por completo en el agua. Se contó el número de batidos necesarios para la dispersabilidad. A los resultados se les asignó un valor en una escala de 1-5, donde 1 representaba la dispersabilidad en ≤ 20 batidos, 2 representaba la dispersabilidad en 21-40 batidos, etc. Los productos secos también se evaluaron para determinar cuánto tiempo los polvos permanecieron fluidos bajo el condiciones de almacenamiento indicadas.

Una comparación de las muestras 1 y 2 demuestra que la adición de sacarosa al 30 % a la mezcla de uva/arándano mejoró la vida útil del producto a temperaturas de almacenamiento tanto calientes como ambientales. Sin embargo, aumentar el contenido de sacarosa del 30 % al 50 % no mejoró aún más la vida útil del producto (muestras 2 y 3). La adición de 30 % de sacarosa también mejoró la vida útil de fluidez de una mezcla de fresa, granada y grosella negra (muestras 9 y 10); los resultados fueron más pronunciados para las muestras almacenadas a 32°C.

Cuando se cambiaron las condiciones de secado de recocado rápido a recocado lento, se observó una disminución en la vida útil de fluidez (véase, por ejemplo, muestras 3, 4 y muestras 11, 12). Los cambios fueron más pronunciados cuando los productos se almacenaron a una temperatura más alta. Este resultado fue inesperado. Sin desear estar sujeto a una teoría de funcionamiento particular, la velocidad de enfriamiento puede afectar la formación de cristales (por ejemplo, la formación de cristales de azúcar) en el producto. Por ejemplo, el enfriamiento rápido puede producir muchos cristales pequeños, mientras que el enfriamiento lento puede producir menos cristales más grandes. El mayor número de cristales producidos por enfriamiento rápido puede dar como resultado un polvo que permanece fluido durante un período de tiempo más largo.

Se añadió maltodextrina, 25 %, a la muestra 5 antes de que la muestra se secase. La maltodextrina no produjo ninguna mejora en la vida útil de fluidez a 21°C. Tampoco hubo ninguna mejora para los tamaños de muestra más grandes almacenados a 32°C. Estos resultados fueron inesperados ya que se sabe que la maltodextrina, un oligosacárido, mitiga la acumulación de polvo en otros procesos.

En algunos casos, mezclar previamente el disacárido con agua caliente para preparar una solución de disacárido, y luego agregar la solución de disacárido a la fruta mejoró significativamente la vida útil de fluidez cuando se almacenó a 32°C en comparación con las muestras donde el disacárido sólido se mezcló directamente en el fruta (véase, por ejemplo, muestras 7, 8). En otros casos, no se observaron diferencias significativas (véase, por ejemplo, las muestras 13, 14 y las muestras 15, 16).

La evaluación de las muestras de puré de frambuesa mostró que el contenido final de humedad (1.5 % frente a 3 %) tuvo un efecto significativo sobre la vida útil de la fluidez (muestras 17 y 18). El producto más seco tuvo una vida útil mucho mejor tanto a 21°C como a 32°C. A medida que se agregaba zumo al puré, la vida útil de fluidez disminuyó como se esperaba. Sin embargo, la adición de sacarosa al 30 % mitigó la disminución, particularmente a 21°C. La adición de 30 % de sacarosa al zumo puro dio como resultado un producto que permaneció fluido durante 7 días cuando se almacenó a 32°C y 365 días cuando se almacenó a 21°C (muestra 22).

Las muestras de arándano (muestras 24 y 25) confirmaron los resultados de humedad encontrados con las muestras de frambuesa. A medida que se agregaba zumo al puré (muestras 26 y 27), la vida útil de fluidez disminuyó en relación con el producto hecho de puré 100 %.

Los purés puros de arándano y purés puros de fresa produjeron polvos que tienen una buena vida útil de fluidez sin la adición de disacáridos o coadyuvantes de secado (por ejemplo, maltodextrina). Sin desear limitarse a ninguna teoría particular de funcionamiento, los polvos pueden tener una buena estabilidad debido al proceso de secado, que produce partículas lisas (en contraste con los productos gruesos secados por aspersión y liofilizados al vacío), y debido al alto contenido de fibra de esas frutas (con las pieles).

La solubilidad/dispersión fue excelente a buena para todos los productos. La adición de disacárido mejoró ligeramente la dispersión. Debido a que las partículas secadas por las realizaciones del proceso divulgado son planas y lisas, hay menos área superficial para mojar que una partícula secada al vacío (por ejemplo, liofilizada) o secada por aspersión. Por lo tanto, hay menos área de superficie que necesita estar saturada y menos tensión superficial, lo que resulta en una mejor solubilidad/dispersión del polvo.

Las composiciones divulgadas incluyen una dispersión que comprende 40-90 % (p/p) de producto derivado de plantas y 10-60 % (p/p) de disacárido exógeno, y agua, en donde la composición comprende ≤ 5 % (p/p) agua, como ≤ 2 % (p/p) de agua. El producto derivado de plantas puede comprender sólidos obtenidos a partir de un puré de frutas, un puré de verduras, un zumo de frutas, un zumo de verduras, un producto derivado de néctar, un producto derivado de savia o cualquier combinación de los mismos. En cualquiera o en todas las realizaciones anteriores, el producto derivado de plantas puede incluir además color natural y/o sabor natural derivado de una fruta, un vegetal o

una combinación de los mismos. En cualquiera o en todos los casos anteriores, la fruta, verdura, néctar, savia o combinación de los mismos puede comprender $\leq 6\%$ (p/p) de disacárido endógeno.

El disacárido exógeno puede ser sacarosa, trehalosa o una combinación de los mismos.

- 5 La composición reivindicada comprende una pluralidad de partículas que tienen una dimensión mayor promedio de ≤ 7 mm, tal como una dimensión mayor promedio de 0.1-2 mm. En algunas realizaciones, las partículas tienen una superficie externa lisa, una morfología aplanada o una superficie externa lisa y una morfología aplanada. En cualquiera o en todas las realizaciones anteriores, cada partícula en la pluralidad de partículas puede tener una composición sustancialmente similar. En cualquiera o en todos los casos anteriores, la composición puede consistir esencialmente en el producto derivado de la planta, disacárido exógeno; agua.
- 10 En cualquiera o en todos los casos anteriores, la composición puede incluir además $\leq 5\%$ (p/p) de agente de fluidez. En algunos casos, el agente de fluidez es dióxido de silicio, fosfato tricálcico o una combinación de los mismos. En cualquiera o en todos los casos anteriores, la composición puede consistir esencialmente en el producto de origen vegetal disacárido exógeno, agente de fluidez y $\leq 5\%$ (p/p) de agua.
- 15 En cualquiera o todas las realizaciones anteriores de la invención, la composición puede tener una vida útil de al menos un mes cuando se almacena a 20-25°C.
- 20 La divulgación de un producto incluye una cantidad de un polvo que comprende una pluralidad de partículas, cada partícula comprende (i) 40-90 % (p/p) de producto derivado de plantas, en donde el producto derivado de plantas comprende sólidos obtenidos de un puré de frutas, un puré de verduras, un zumo de frutas, un zumo de verduras o una combinación de estos, (ii) 10-60 % (p/p) de disacárido exógeno y (iii) $\leq 5\%$ (p/p) de agua; y un material de embalaje que contiene el polvo. En algunas realizaciones de la invención, el producto derivado de plantas comprende además color natural y/o sabor natural obtenido de una fruta, un vegetal o una combinación de los mismos. En las composiciones reivindicadas, el contenido de agua es $\leq 2\%$ (p/p). En cualquiera o en todos los casos anteriores, el polvo puede consistir esencialmente en el producto derivado de la planta, disacárido exógeno y agua, y el polvo tiene un contenido de agua $\leq 2\%$ (p/p).
- 25 En cualquiera o en todos los casos anteriores, el polvo puede incluir además agente de fluidez $\leq 5\%$ (p/p). En algunos casos, el polvo consiste esencialmente en el producto derivado de la planta, disacárido exógeno, agente de fluidez y agua, y el polvo tiene un contenido de agua $\leq 2\%$ (p/p).
- 30 En cualquiera o en todas las realizaciones anteriores de la invención, la cantidad de polvo puede ser suficiente para proporcionar al menos una porción de fruta, verdura, zumo de fruta, zumo de verdura o una combinación de los mismos. En algunas realizaciones, las partículas comprenden sólidos de al menos una fruta, y la cantidad de polvo es de 8 ga 90 g. En algunas realizaciones, las partículas comprenden sólidos de al menos un vegetal, y la cantidad de polvo es de 4 ga 90 g.
- 35 En cualquiera o en todas las realizaciones anteriores de la invención, la cantidad de polvo puede ser suficiente para proporcionar una porción que tenga un contenido de nutrientes en el intervalo del 90-100 % de un contenido de nutrientes de una porción de un producto fresco correspondiente fruta, verdura fresca, zumo de fruta o una combinación de los mismos.
- 40 En cualquiera o en todas las realizaciones anteriores de la invención, el producto puede tener una vida útil de al menos un mes cuando se almacena a 20-25°C.
- 45 En un caso, una composición consiste esencialmente en 95-99.9 % de producto derivado de plantas, en donde el producto derivado de plantas es (i) sólidos de al menos un puré de frutas o puré de verduras, (ii) sólidos de al menos uno zumo de fruta o zumo de vegetales, y opcionalmente (iii) color natural y/o sabor natural obtenido de una fruta, un vegetal o una combinación de los mismos; y 1-5 % (p/p) de agua, en donde la composición comprende una pluralidad de partículas que tienen una dimensión media mayor de ≤ 7 mm. En algunas realizaciones de la invención, las partículas tienen una morfología aplanada, una superficie externa lisa, o una morfología aplanada y una superficie externa lisa. En cualquiera o en todas las realizaciones anteriores de la invención, las partículas pueden tener una dimensión mayor promedio de 0.1-2 mm. En cualquiera o en todas las realizaciones anteriores, el producto derivado de plantas puede comprender sólidos obtenidos de una mezcla que comprende 50-90 % (p/p) de puré y 10-50 % (p/p) de zumo.
- 50 En un caso, la composición consiste esencialmente en 90-99.9 % de producto derivado de plantas, en donde el producto derivado de plantas es (i) sólidos de al menos un puré de frutas o puré de verduras, (ii) sólidos de al menos una fruta zumo o zumo de vegetales, y opcionalmente (iii) color natural y/o sabor natural obtenido de una fruta, un vegetal o una combinación de los mismos; $\leq 5\%$ (p/p) de agente de fluidez; y 1-5 % (p/p) de agua, en donde la composición comprende una pluralidad de partículas que tienen una dimensión media mayor de ≤ 7 mm.
- 55 Las divulgaciones de un método para preparar las composiciones divulgadas incluyen proporcionar al menos un producto derivado de plantas en forma de un puré, un zumo, un jarabe, un néctar o cualquier combinación de los mismos; añadir una cantidad de un disacárido exógeno al producto derivado de la planta para producir una mezcla,

- 5 en donde la cantidad de disacárido exógeno está en el rango de 10 % a 60 % en peso de sólidos en el producto derivado de la planta; calentar la mezcla durante un período de tiempo suficiente para reducir el contenido de agua de la mezcla; y enfriar la mezcla, produciendo así una composición seca que comprende ≤ 5 % (p/p) de agua. En las composiciones reivindicadas, las composiciones secas tienen ≤ 2 % (p/p) de agua. El disacárido exógeno utilizado en el método reivindicado es sacarosa, trehalosa o una combinación de los mismos. En cualquiera o en todos los casos anteriores, el al menos un producto derivado de la planta puede incluir ≤ 6 % (p/p) de disacárido endógeno.
- 10 El método reivindicado incluye mezclar el producto derivado de la planta y la trehalosa y/o sacarosa para producir una mezcla homogénea antes de calentar la mezcla. En cualquiera o en todas las realizaciones anteriores de la invención, el método puede incluir además precalentar la mezcla a una temperatura suficiente para disolver el disacárido en la mezcla antes de calentar la mezcla para reducir el contenido de agua. En cualquiera o en todas las realizaciones anteriores, el método puede incluir además disolver el disacárido exógeno en agua antes de añadir el disacárido exógeno al producto derivado de la planta. En cualquiera o en todas las realizaciones anteriores, si el producto derivado de la planta comprende un puré, el método puede incluir reducir un tamaño de partícula promedio en el puré a menos de 50 μm antes de calentar la mezcla para reducir el contenido de agua. En cualquiera o en todos los casos anteriores, el método puede incluir la adición de ≤ 5 % (p/p) de un agente de fluidez a la composición seca.
- 15 El método reivindicado incluye triturar la mezcla seca para producir partículas que tienen una dimensión media más grande ≤ 7 mm. Después de la trituración, las partículas pueden tener una superficie externa lisa, una morfología aplanada o una superficie externa lisa y una morfología aplanada.
- 20 Las divulgaciones de un método para preparar ciertas de las composiciones divulgadas incluyen proporcionar una mezcla que comprende al menos un puré derivado de plantas y al menos un zumo derivado de plantas; calentar la mezcla durante un período de tiempo suficiente para reducir el contenido de agua de la mezcla; y enfriar la mezcla, produciendo así una composición seca que comprende ≤ 5 % (p/p) de agua. En algunas realizaciones, la mezcla comprende 50-90 % (p/p) de puré y 10-50 % (p/p) de zumo. En una realización, la mezcla consiste esencialmente en
- 25 al menos un puré derivado de plantas, el al menos un zumo derivado de plantas, y opcionalmente color natural y/o sabor natural obtenido de una fruta, un vegetal o una combinación de los mismos.
- En cualquiera o en todos los casos anteriores, el método puede incluir la adición de una cantidad de un disacárido exógeno a la mezcla antes de calentar la mezcla. En cualquiera o en todos los casos anteriores, el método puede incluir la adición de ≤ 5 % (p/p) de un agente de fluidez a la composición seca.
- 30 El método reivindicado incluye triturar la composición seca para producir partículas que tengan una dimensión media mayor ≤ 7 mm. En algunas realizaciones, las partículas trituradas tienen una superficie externa lisa, una morfología aplanada o una superficie externa lisa y una morfología aplanada.

Tabla 3

Muestra #	Fruta*	Auxiliar de secado	Contenido de disacárido*	Preparación de disacárido	Condiciones de secado	Muestra en polvo	Días como fluido a 32°C	Días como fluido a 21°C	Solubilidad
	Mezcla de uva (GR), arándano (BB)								
1a	67 % de puré de GR, 33 % de puré de BB	ninguna	ninguna	Ninguno agregado	Recocido rápido	50 g	7	365	1
1b	67 % de puré de GR, 33 % de puré de BB	ninguna	ninguna	Ninguno agregado	Recocido rápido	350 g	7	7	1
1c	67 % de puré de GR, 33 % de puré de BB	ninguna	ninguna	Ninguno agregado	Recocido rápido	5 kg	N/A	7	1
2a	47 % de puré de GR, 23 % de puré de BB	ninguna	30 % SU ¹	Mezclado en puré	Recocido rápido	50 g	182	365	1
2b	47 % de puré de GR, 23 % de puré de BB	ninguna	30 % SU	Mezclado en puré	Recocido rápido	350 g	7	365	1
2c	47 % de puré de GR, 23 % de puré de BB	ninguna	30 % SU	Mezclado en puré	Recocido rápido	5 kg	N/A	365	1
3a	33.5 % de puré de GR, 16.5 % de puré de BB	ninguna	50 % SU	Mezclado en puré	Recocido rápido	50 g	90	365	1

Muestra #	Fruta*	Auxiliar de secado	Contenido de disacárido*	Preparación de disacárido	Condiciones de secado	Muestra en polvo	Días como fluido a 32°C	Días como fluido a 21°C	Solubilidad
3b	33.5 % de puré de GR, 16.5 % de puré de BB	ninguna	50 % SU	Mezclado en puré	Recocido rápido	350 g	7	365	1
3c	33.5 % GR puree, 16.5 % Puré de BB	ninguna	50 % SU	Mezclado en puré	Recocido rápido	5 kg	N/A	365	1
4a	33.5 % de puré de GR, 16.5 % de puré de BB	ninguna	50 % SU	Mezclado en puré	Recocido lento	50 g	7	365	1
4b	33.5 % de puré de GR, 16.5 % puré de BB	ninguna	50 % SU	Mezclado en puré	Recocido lento	350 g	7	365	1
4c	33.5 % de puré de GR, 16.5 % de puré de BB	ninguna	50 % SU	Mezclado en puré	Recocido lento	5 kg	N/A	182	1
5a	16.5 % puré de GR, 8.5 % de puré de BB	25 % MD ²	50 % SU	Mezclado en puré	Recocido lento	50 g	182	365	1
5b	16.5 % de puré de GR, 8.5 % de puré de BB	25 % MD	50 % SU	Mezclado en puré	Recocido lento	350 g	7	365	1
5c	16.5 % de puré de GR, 8.5 % de puré de BB	25 % MD	50 % SU	Mezclado en puré	Recocido lento	5 kg	N/A	365	1

Muestra #	Fruta*	Auxiliar de secado	Contenido de disacárido*	Preparación de disacárido	Condiciones de secado	Muestra en polvo	Días como fluido a 32°C	Días como fluido a 21°C	Solubilidad
6a	47 % de puré de GR, 23 % de puré de BB	ninguno	30 % TR ³	Mezclado en puré	Recocido rápido	50 g	182	365	1
6b	47 % de puré de GR, 23 % de puré de BB	ninguno	30 % TR	Mezclado en puré	Recocido rápido	350 g	14	365	1
6c	47 % de puré de GR, 23 % de puré de BB	ninguno	30 % TR	Mezclado en puré	Recocido rápido	5 kg	N/A	365	1
7a	33.5 % de puré de GR, 16.5 % de puré de BB	ninguno	50 % TR	Mezclado en puré	Recocido rápido	50 g	14	365	1
7b	33.5 % de puré de GR, 16.5 % de puré de BB	ninguno	50 % TR	Mezclado en puré	Recocido rápido	350 g	14	365	1
7c	33.5 % de puré de GR, 16.5 % de puré de BB	ninguno	50 % TR	Mezclado en puré	Recocido rápido	5 kg	N/A	365	1
8a	33.5 % de puré de GR, 16.5 % de puré de BB	ninguno	50 % TR	premezclado con H ₂ O caliente	Recocido rápido	50 g	365	365	1
8b	33.5 % de puré de GR, 16.5 % de puré de BB	ninguno	50 % TR	premezclado con H ₂ O caliente	Recocido rápido	350 g	365	365	1

Muestra #	Fruta*	Auxiliar de secado	Contenido de disacárido*	Preparación de disacárido	Condiciones de secado	Muestra en polvo	Días como fluido a 32°C	Días como fluido a 21°C	Solubilidad
8c	33.5 % de puré de GR, 16.5 % de puré de BB	ninguno	50 % TR	premezclado con H ₂ O caliente	Recocado rápido	5 kg	N/A	365	1
	Mezcla de fresa (ST), granada (PM), grosella negra (BC)								
9a	68 % de puré ST, 17 % de zumo PM, 15 % de zumo BC	ninguno	ninguno	ninguno agregado	Recocado rápido	50 g	14	365	2
9b	68 % de puré ST, 17 % de zumo PM, 15 % de zumo BC	ninguno	ninguno	ninguno agregado	Recocado rápido	350 g	7	365	2
9c	68 % de puré ST, 17 % de zumo PM, 15 % de zumo BC	ninguno	ninguno	ninguno agregado	Recocado rápido	5 kg	N/A	365	2
10a	47.5 % de puré ST, 12 % de zumo PM, 10.5 % de zumo BC	ninguno	30 % SU	Mezclado en puré	Recocado rápido	50 g	365	365	2
10b	47.5 % de puré ST, 12 % de zumo PM, 10.5 % de zumo BC	ninguno	30 % SU	mezclado en puré	Recocado rápido	350 g	14	365	2
10c	47.5 % de puré ST, 12 % de zumo PM, 10.5 % de zumo BC	ninguno	30 % SU	mezclado en puré	Recocado rápido	5 kg	N/A	365	2

Muestra #	Fruta*	Auxiliar de secado	Contenido de disacárido*	Preparación de disacárido	Condiciones de secado	Muestra en polvo	Días como fluido a 32°C	Días como fluido a 21°C	Solubilidad
									2
11a	34 % de puré ST, 8.5 % de zumo PM, 7.5 % de zumo BC	ninguno	50 % SU	mezclado en puré	Recocido rápido	50 g	365	365	2
11b	34 % de puré ST, 8.5 % de zumo PM, 7.5 % de zumo BC	ninguno	50 % SU	mezclado en puré	Recocido rápido	350 g	30	365	2
11c	34 % de puré ST, 8.5 % de zumo PM, 7.5 % de zumo BC	ninguno	50 % SU	mezclado en puré	Recocido rápido	5 kg	N/A	365	2
12a	34 % de puré ST, 8.5 % de zumo PM, 7.5 % de zumo BC	ninguno	50 % SU	mezclado en puré	Recocido lento	50 g	30	365	2
12b	34 % de puré ST, 8.5 % de zumo PM, 7.5 % de zumo BC	ninguno	50 % SU	mezclado en puré	Recocido lento	350 g	7	365	2
12c	34 % de puré ST, 8.5 % de zumo PM, 7.5 % de zumo BC	ninguno	50 % SU	mezclado en puré	Recocido lento	5 kg	N/A	365	2
13a	47.5 % de puré ST, 12 % de zumo PM, 10.5 % de zumo BC	ninguno	30 % TR	mezclado en puré	Recocido lento	50 g	365	365	2
13b	47.5 % de puré ST, 12 % de zumo PM, 10.5 % de zumo BC	ninguno	30 % TR	mezclado en puré	Recocido lento	350 g	365	365	2

Muestra #	Fruta*	Auxiliar de secado	Contenido de disacárido*	Preparación de disacárido	Condiciones de secado	Muestra en polvo	Días como fluido a 32°C	Días como fluido a 21°C	Solubilidad
13c	47.5 % de puré ST, 12 % de zumo PM, 10.5 % de zumo BC	ninguno	30 % TR	mezclado en puré	Recocido rápido	5 kg	N/A	365	2
14a	47.5 % de puré ST, 12 % de zumo PM, 10.5 % de zumo BC	ninguno	30 % TR	premezclado con H ₂ O caliente	Recocido rápido	50 g	365	365	2
14b	47.5 % de puré ST, 12 % de zumo PM, 10.5 % de zumo BC	ninguno	30 % TR	premezclado con H ₂ O caliente	Recocido rápido	350 g	365	365	2
14c	47.5 % de puré ST, 12 % de zumo PM, 10.5 % de zumo BC	ninguno	30 % TR	premezclado con H ₂ O caliente	Recocido rápido	5 kg	N/A	365	2
15a	34 % de puré ST, 8.5 % de zumo PM, 7.5 % de zumo BC	ninguno	50 % TR	mezclado en puré	Recocido rápido	50 g	365	365	2
15b	34 % de puré ST, 8.5 % de zumo PM, 7.5 % de zumo BC	ninguno	50 % TR	mezclado en puré	Recocido rápido	350 g	365	365	2
15c	34 % de puré ST, 8.5 % de zumo PM, 7.5 % de zumo BC	ninguno	50 % TR	mezclado en puré	Recocido rápido	5 kg	N/A	365	2

Muestra #	Fruta*	Auxiliar de secado	Contenido de disacárido*	Preparación de disacárido	Condiciones de secado	Muestra en polvo	Días como fluido a 32°C	Días como fluido a 21°C	Solubilidad
16a	34 % de puré ST, 8.5 % de zumo PM, 7.5 % de zumo BC	ninguno	50 % TR	premezclado con H ₂ O caliente	Recocido rápido	50 g	365	365	2
16b	34 % de puré ST, 8.5 % de zumo PM, 7.5 % de zumo BC	ninguno	50 % TR	premezclado con H ₂ O caliente	Recocido rápido	350 g	365	365	2
16c	34 % de puré ST, 8.5 % de zumo PM, 7.5 % de zumo BC	ninguno	50 % TR	premezclado con H ₂ O caliente	Recocido rápido	5 kg	N/A	365	2
	Frambuesa (RB)								
17a	Puré 100 % RB	ninguno	ninguno	N/A	3 % de humedad	50 g	7	30	1
17b	Puré 100 % RB	ninguno	ninguno	N/A	3 % de humedad	50 g	7	30	1
17c	Puré 100 % RB	ninguno	ninguno	N/A	3 % de humedad	350 g	7	14	1
17d	Puré 100 % RB	ninguno	ninguno	N/A	3 % de humedad	350 g	7	14	1

Muestra #	Fruta*	Auxiliar de secado	Contenido de disacárido*	Preparación de disacárido	Condiciones de secado	Muestra en polvo	Días como fluido a 32°C	Días como fluido a 21°C	Solubilidad
18a	Puré 100 % RB	ninguno	ninguno	N/A	1.5 % de humedad	50 g	365	365	1
18b	Puré 100 % RB	ninguno	ninguno	N/A	1.5 % de humedad	350 g	7	365	1
18c	Puré 100 % RB	ninguno	ninguno	N/A	1.5 % de humedad	5 kg	N/A	365	1
19a	Puré 80 % RB, Zumo 20 % RB	ninguno	ninguno	N/A	Recocido rápido	50 g	7	30	1
19b	Puré 80 % RB, Zumo 20 % RB	ninguno	ninguno	N/A	Recocido rápido	50 g	7	30	1
19c	Puré 80 % RB, Zumo 20 % RB	ninguno	ninguno	N/A	Recocido rápido	350 g	7	30	1
19d	Puré 80 % RB, Zumo 20 % RB	ninguno	ninguno	N/A	Recocido rápido	350 g	7	30	1
19e	Puré 80 % RB, Zumo 20 % RB	ninguno	ninguno	N/A	Recocido rápido	5 kg	7	30	1

Muestra #	Fruta*	Ayuda de secado	Contenido de disacárido*	Preparación de disacárido	Condiciones de secado	Muestra de polvo	Días como fluido a 32°C	Días como fluido a 21°C	Solubilidad
20a	Puré 56 % RB, zumo 14 % RB	ninguno	30 % SU	mezclado en puré	Recocado rápido	50 g	7	365	2
20b	Puré 56 % RB, zumo 14 % RB	ninguno	30 % SU	mezclado en puré	Recocado rápido	350 g	7	365	2
20c	Puré 56 % RB, zumo 14 % RB	ninguno	30 % SU	mezclado en puré	Recocado rápido	5 kg	7	365	2
21a	Puré 50 % RB, zumo 50 % RB	ninguno	ninguno	N/A	Recocado rápido	50 g	7	30	1
21b	Puré 50 % RB, zumo 50 % RB	ninguno	ninguno	N/A	Recocado rápido	50 g	7	30	1
21c	Puré 50 % RB, zumo 50 % RB	ninguno	ninguno	N/A	Recocado rápido	350 g	7	14	1
21d	Puré 50 % RB, zumo 50 % RB	ninguno	ninguno	N/A	Recocado rápido	350 g	7	14	1
22a	Zumo 70 % RB zumo	ninguno	30 % SU	mezclado en zumo	Recocado rápido	50 g	7	365	2

Muestra #	Fruta*	Ayuda de secado	Contenido de disacárido*	Preparación de disacárido	Condiciones de secado	Muestra de polvo	Días como fluido a 32°C	Días como fluido a 21°C	Solubilidad
22b	70 % RB	ninguno	30 % SU	mezclado en zumo	Recocado rápido	350 g	7	365	2
22c	Zumo 70 % RB	ninguno	30 % SU	mezclado en zumo	Recocado rápido	5 kg	7	365	2
23a	Puré 70 % RB	ninguno	30 % SU	mezclado en puré	Recocado rápido	50 g	365	365	1
23b	Puré 70 % RB	ninguno	30 % SU	mezclado en puré	Recocado rápido	350 g	7	365	1
23c	Puré 70 % RB	ninguno	30 % SU	mezclado en puré	Recocado rápido	5 kg	N/A	365	1
	Arándano								
24a	Puré 100 % BB	ninguno	ninguno	N/A	1.5 % de humedad	50 g	365	365	1
24b	Puré 100 % BB	ninguno	ninguno	N/A	1.5 % de humedad	50 g	365	365	1
24c	Puré 100 % BB	ninguno	ninguno	N/A	1.5 % de humedad	350 g	30	365	1

Muestra #	Fruta*	Ayuda de secado	Contenido de disacárido*	Preparación de disacárido	Condiciones de secado	Muestra de polvo	Días como fluido a 32°C	Días como fluido a 21°C	Solubilidad
24d	Puré 100 % BB	ninguno	ninguno	N/A	1.5 % de humedad	350 g	30	365	1
24e	Puré 100 % BB	ninguno	ninguno	N/A	1.5 % de humedad	5 kg			
25a	Puré 100 % BB	ninguno	ninguno	N/A	3 % de humedad	50 g	7	365	1
25b	Puré 100 % BB	ninguno	ninguno	N/A	3 % de humedad	350 g	7	365	1
25c	Puré 100 % BB	ninguno	ninguno	N/A	3 % de humedad	5 kg	N/A	365	1
26a	Puré 50 % BB, zumo 50 % BB	ninguno	ninguno	N/A	Recocado rápido	50 g	7	30	1
26b	Puré 50 % BB, zumo 50 % BB	ninguno	ninguno	N/A	Recocado rápido	50 g	7	30	1
26c	Puré 50 % BB, zumo 50 % BB	ninguno	ninguno	N/A	Recocado rápido	350 g	7	30	1
26d	Puré 50 % BB, zumo 50 % BB	ninguno	ninguno	N/A	Recocado rápido	350 g	7	30	1

Muestra #	Fruta*	Ayuda de secado	Contenido de disacárido*	Preparación de disacárido	Condiciones de secado	Muestra de polvo	Días como fluido a 32°C	Días como fluido a 21°C	Solubilidad
27a	Puré 50 % BB, zumo 50 % BB	ninguno	ninguno	N/A	Recocado rápido	50 g	7	90	1
27b	Puré 50 % BB, zumo 20 % BB	ninguno	ninguno	N/A	Recocado rápido	50 g	7	90	1
27c	80 % Puré de BB, 20 % Zumo de BB	ninguno	ninguno	N/A	Recocado rápido	350 g	7	30	1
27d	80 % Puré de BB, 20 % Zumo de BB	ninguno	ninguno	N/A	Recocado rápido	350 g	7	30	1
27e	80 % Puré de BB, 20 % Zumo de BB	ninguno	ninguno	N/A	Recocado rápido	5 kg	7	30	1
	Fresa								
28a	100 % Puré ST	ninguno	ninguno	N/A	Recocado rápido	50 g	365	365	2
28b	100 % Puré ST	ninguno	ninguno	N/A	Recocado rápido	50 g	365	365	2

Muestra #	Fruta*	Ayuda de secado	Contenido de disacárido*	Preparación de disacárido	Condiciones de secado	Muestra de polvo	Días como fluido a 32°C	Días como fluido a 21°C	Solubilidad
28c	100 % Puré ST	ninguno	ninguno	N/A	Recocido rápido	350 g	30	365	2
28d	100 % Puré ST	ninguno	ninguno	N/A	Recocido rápido	350 g	30	365	2
28e	100 % Puré ST	ninguno	ninguno	N/A	Recocido rápido	5 kg	30	365	2
<p>* Los porcentajes son el porcentaje de sólidos en el producto final, por ejemplo, 47 % de puré de GR, 23 % de puré de BB, 30 % de sacarosa indica un producto final seco que incluye 47 % (p/p) de sólidos de uva (de puré), 23 % (p/p) sólidos de arándano (de puré) y 30 % (p/p) de sólidos de sacarosa.</p> <p>¹SU = sacarosa</p> <p>²MD = maltodextrina</p> <p>³TR = trehalosa</p>									

REIVINDICACIONES

1. Un método para elaborar una composición en polvo alimenticia que consiste esencialmente en un producto derivado de plantas, sacarosa y/o trehalosa exógenas, y $\leq 2\%$ (p/p) de agua, comprendiendo el método:
 - 5 proporcionar al menos un producto derivado de plantas en forma de puré, zumo, néctar o cualquier combinación de los mismos;
 - agregar una cantidad de sacarosa y/o trehalosa exógena al producto derivado de plantas, y mezclando el producto derivado de plantas y la sacarosa y/o trehalosa exógenas para producir una mezcla homogénea, en donde la cantidad de sacarosa y/o trehalosa exógenas es suficiente para proporcionar una composición seca que comprende el producto derivado de la planta y del 10 % al 60 % en peso de sacarosa y/o trehalosa exógenas;
 - 10 depositar una capa de la mezcla sobre un soporte que mueve la mezcla a través de una pluralidad de zonas de calentamiento de un aparato de secado en donde el calor es suministrado por calor radiante seco en forma de energía infrarroja debajo del soporte, calentando así la mezcla a una temperatura de 65°C a 90°C durante un período de tiempo suficiente para reducir el contenido de agua de la mezcla;
 - enfriar la mezcla a temperatura ambiente durante un período de tiempo de 2 a 10 minutos;
 - 15 producir así una composición seca que comprende $\leq 2\%$ (p/p) de agua y que retiene al menos el 90 % de los nutrientes encontrados en el producto derivado de la planta antes del secado; y
 - triturar la composición seca para producir partículas que tienen una dimensión media mayor de ≤ 7 mm.
2. El método de la reivindicación 1, que comprende además:
 - 20 a) precalentar la mezcla a una temperatura suficiente para disolver la sacarosa y/o la trehalosa en la mezcla antes de calentar la mezcla para reducir el contenido de agua; o
 - b) disolver la sacarosa y/o la trehalosa exógenas en agua antes de añadir la sacarosa y/o la trehalosa exógenas al producto derivado de la planta.
3. El método de la reivindicación 1, en donde el producto derivado de la planta comprende un puré, el método comprende además reducir un tamaño de partícula promedio en el puré a menos de 50 μm antes de calentar la mezcla para reducir el contenido de agua.
- 25 4. El método de la reivindicación 1, en donde el al menos un producto derivado de plantas comprende $\leq 6\%$ (p/p) de sacarosa y/o trehalosa endógena.
5. El método de la reivindicación 1, donde proporcionar al menos un producto derivado de plantas comprende proporcionar una mezcla que comprende al menos un puré derivado de plantas y al menos un zumo derivado de plantas.
- 30 6. El método de la reivindicación 1, en donde el calor radiante seco es proporcionado por fuentes de calor debajo del soporte, comprendiendo además el método:
 - 35 ajustar las posiciones verticales de las fuentes de calor y/o la temperatura de las fuentes de calor para mantener un perfil de temperatura predeterminado para la mezcla y una longitud de onda predeterminada de energía radiante en cada zona de calentamiento.
7. El método de la reivindicación 6, que comprende además:
 - medir la temperatura de la mezcla;
 - determinar la longitud de onda de la energía radiante; y
 - 40 ajustar las posiciones verticales de las fuentes de calor y/o la temperatura de las fuentes de calor en función de la temperatura medida y la longitud de onda determinada para mantener el perfil de temperatura predeterminado para la mezcla y una longitud de onda predeterminada de energía radiante en cada zona de calentamiento.
8. El método de la reivindicación 6 o la reivindicación 7, en donde la longitud de onda predeterminada de la energía radiante es de 3 micras o 6,2 micras.
- 45 9. El método de la reivindicación 1, en donde la cantidad de sacarosa y/o trehalosa exógenas es suficiente para proporcionar una composición seca que comprende el producto derivado de plantas y del 25 % al 50 % en peso de la sacarosa y/o trehalosa exógenas.
10. Una composición de alimentos en polvo obtenida por el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, consistiendo la composición de alimentos en polvo esencialmente en:

- (i) 40-90 % (p/p) producto derivado de plantas que comprende sólidos obtenidos de un puré de frutas, un puré de vegetales, un zumo de frutas, un zumo de vegetales, un producto derivado de néctar, o cualquier combinación de los mismos;
- 5 (ii) 10-60 % (p/p) de trehalosa exógena, en donde el producto derivado de la planta y la trehalosa exógena forman una dispersión; y
- (iii) ≤ 2 % (p/p) de agua, en donde la composición de alimentos en polvo retiene al menos el 90 % de los nutrientes encontrados en el producto derivado de la planta antes del secado, y en donde la composición de polvo comprende una pluralidad de partículas que tienen una dimensión promedio más grande de ≤ 7 mm.
- 10 11. La composición de alimentos en polvo de la reivindicación 10, en donde el producto derivado de plantas comprende además color natural y/o sabor natural derivado de una fruta, un vegetal o una combinación de los mismos.
12. La composición de alimentos en polvo de la reivindicación 10, en donde el puré de frutas, el puré de verduras, el zumo de frutas, el zumo de verduras, el néctar o una combinación de los mismos comprende ≤ 6 % (p/p) de trehalosa endógena.
- 15 13. La composición de alimentos en polvo de la reivindicación 10, que consiste esencialmente en:
- el producto derivado de plantas;
- 25-50 % (p/p) de la trehalosa exógena; y
- ≤ 2 % (p/p) de agua.

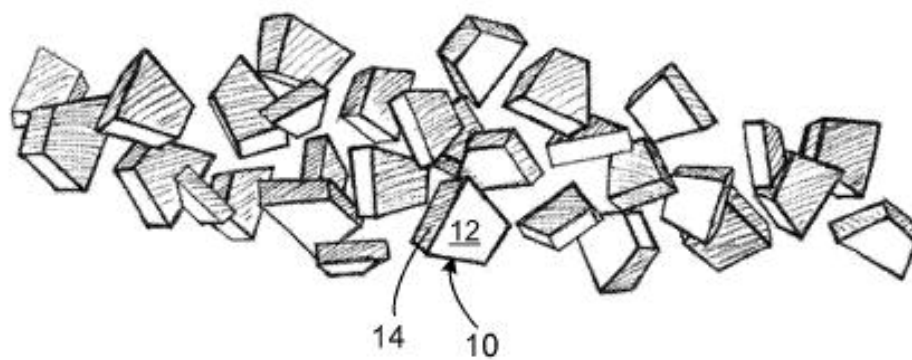
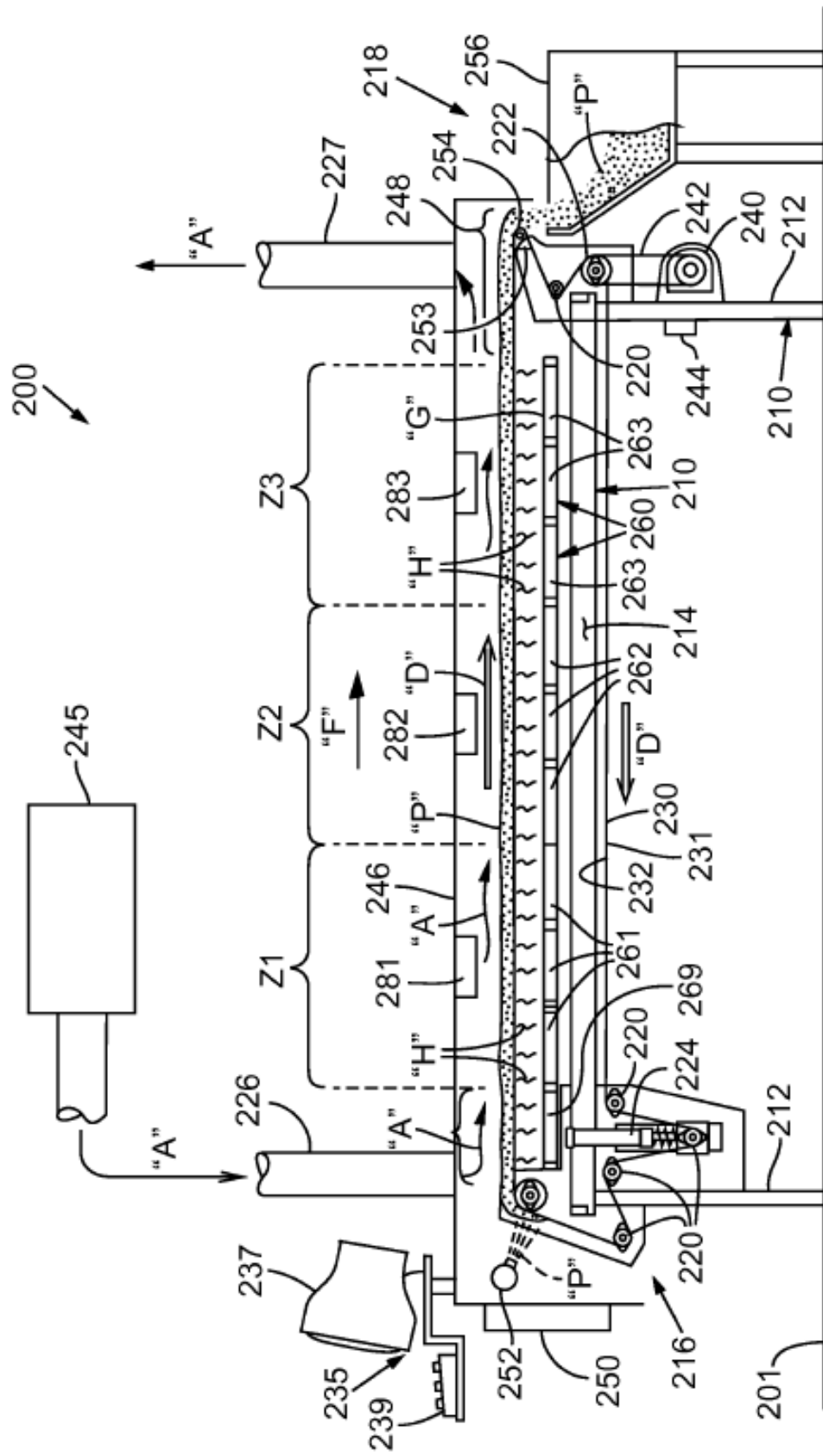


FIG. 1



FIG. 2



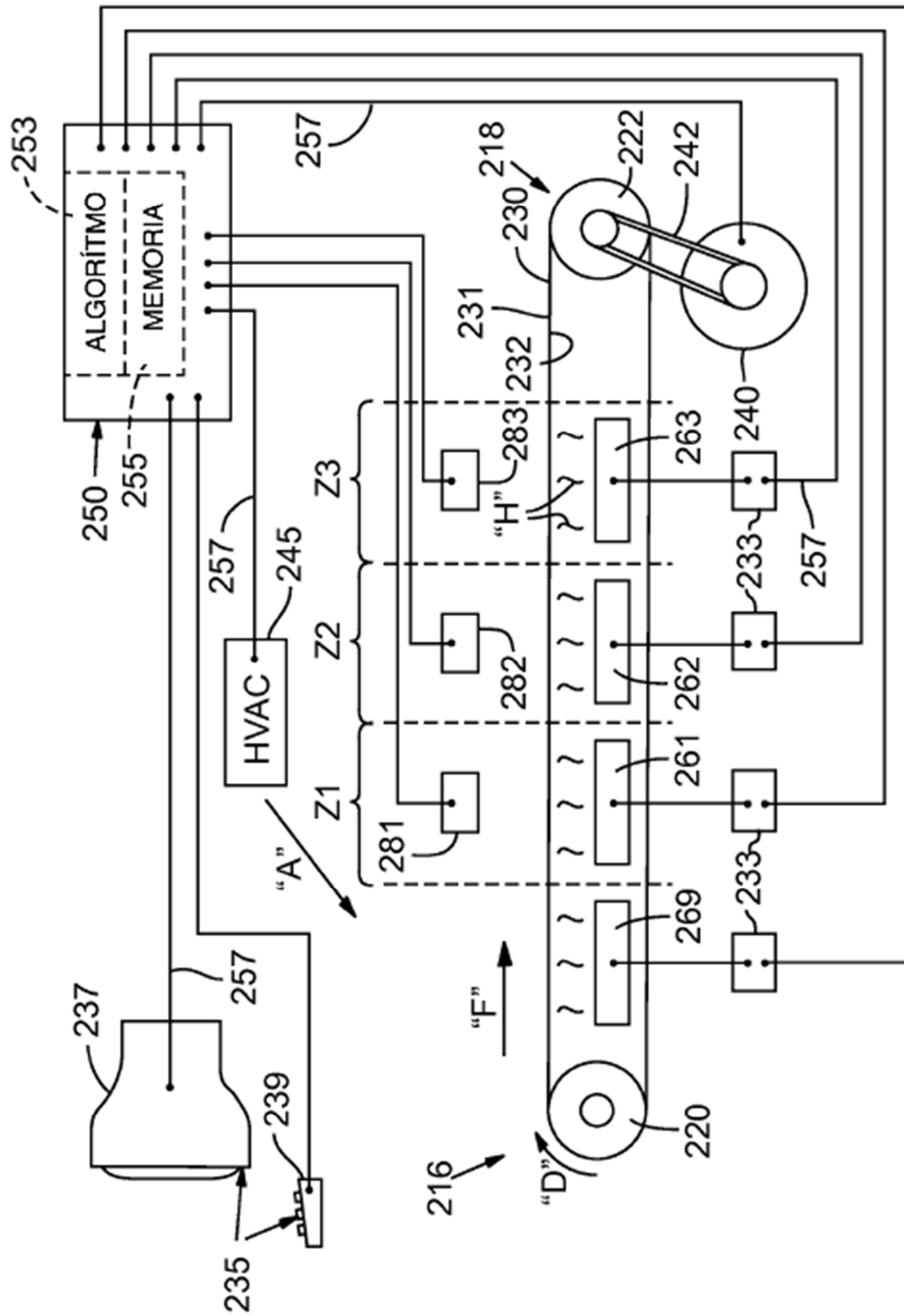


FIG. 4

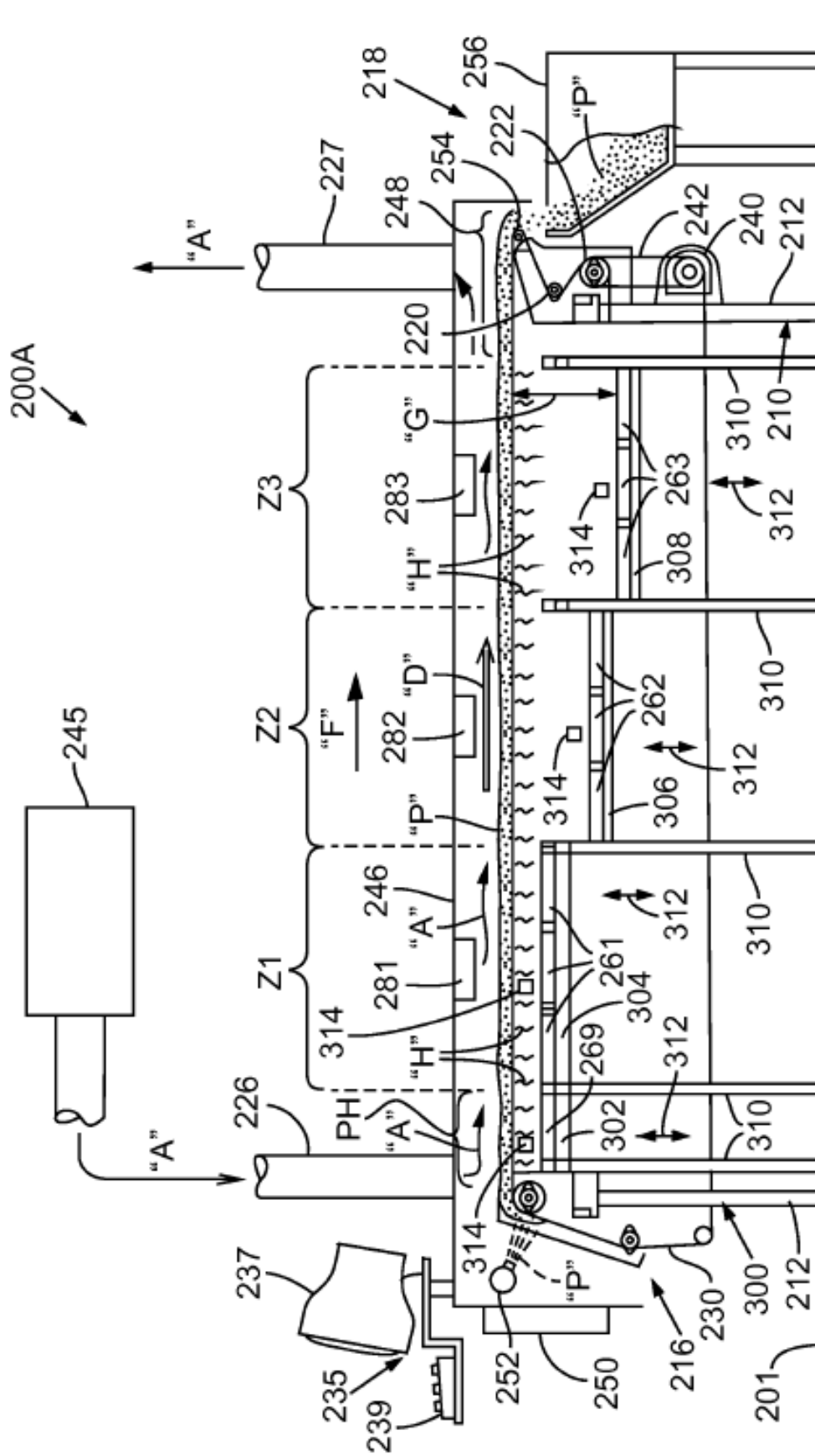
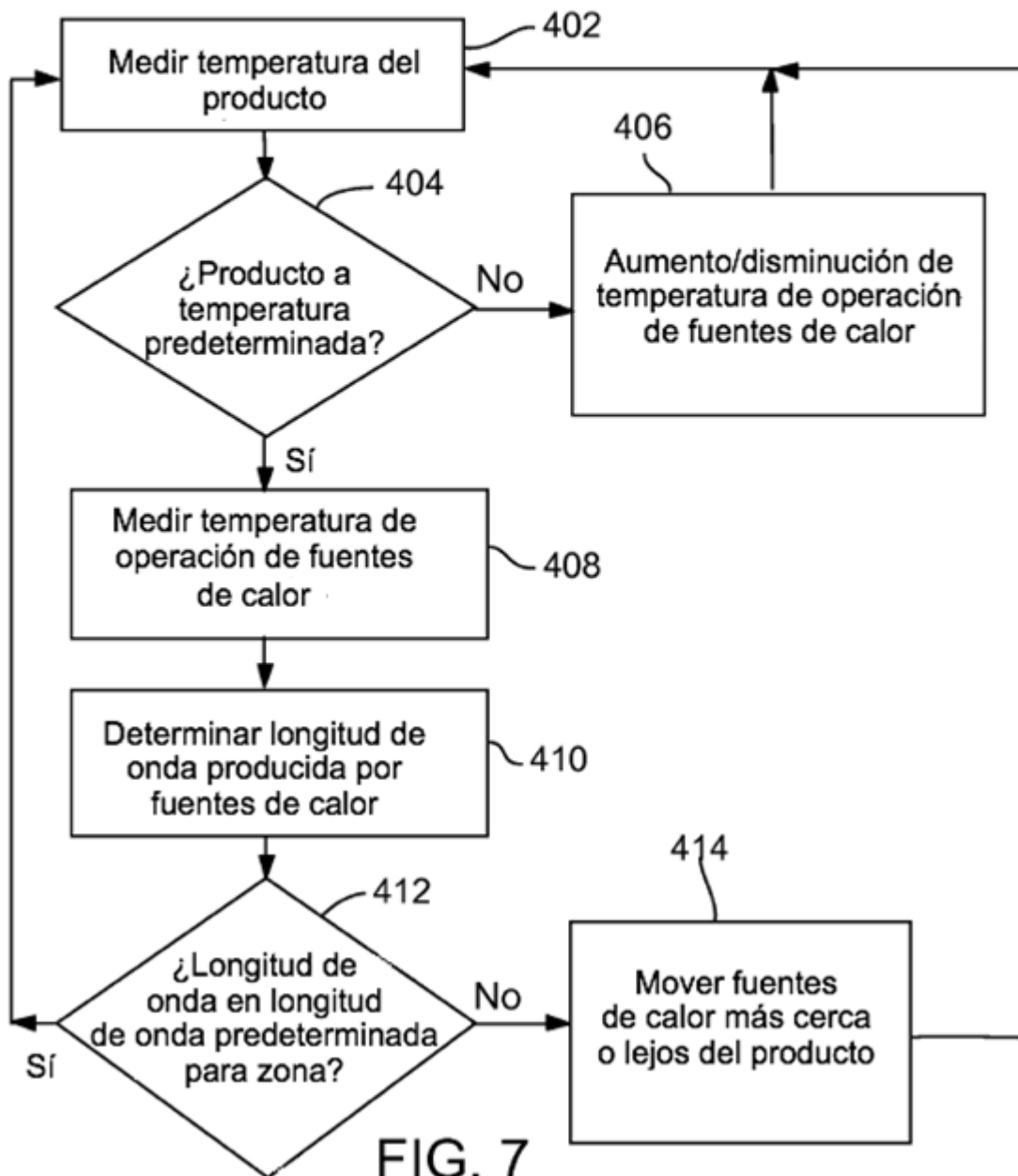
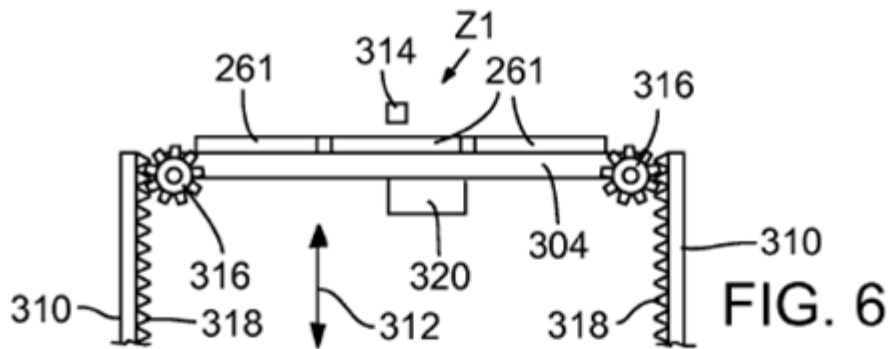


FIG. 5



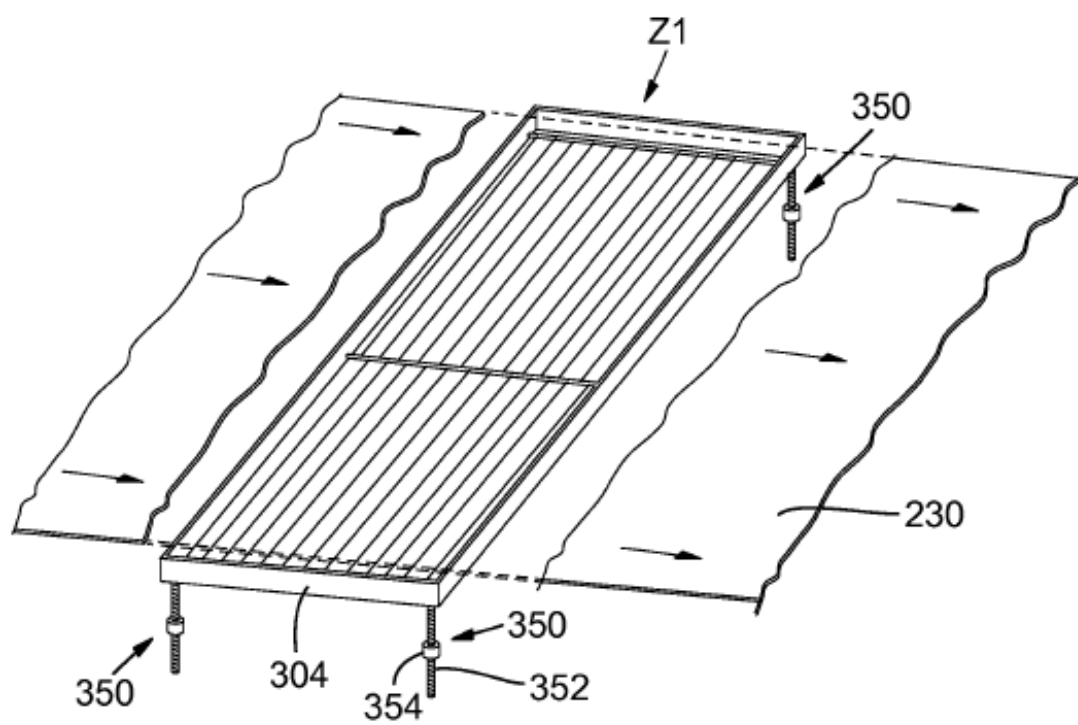


FIG. 8

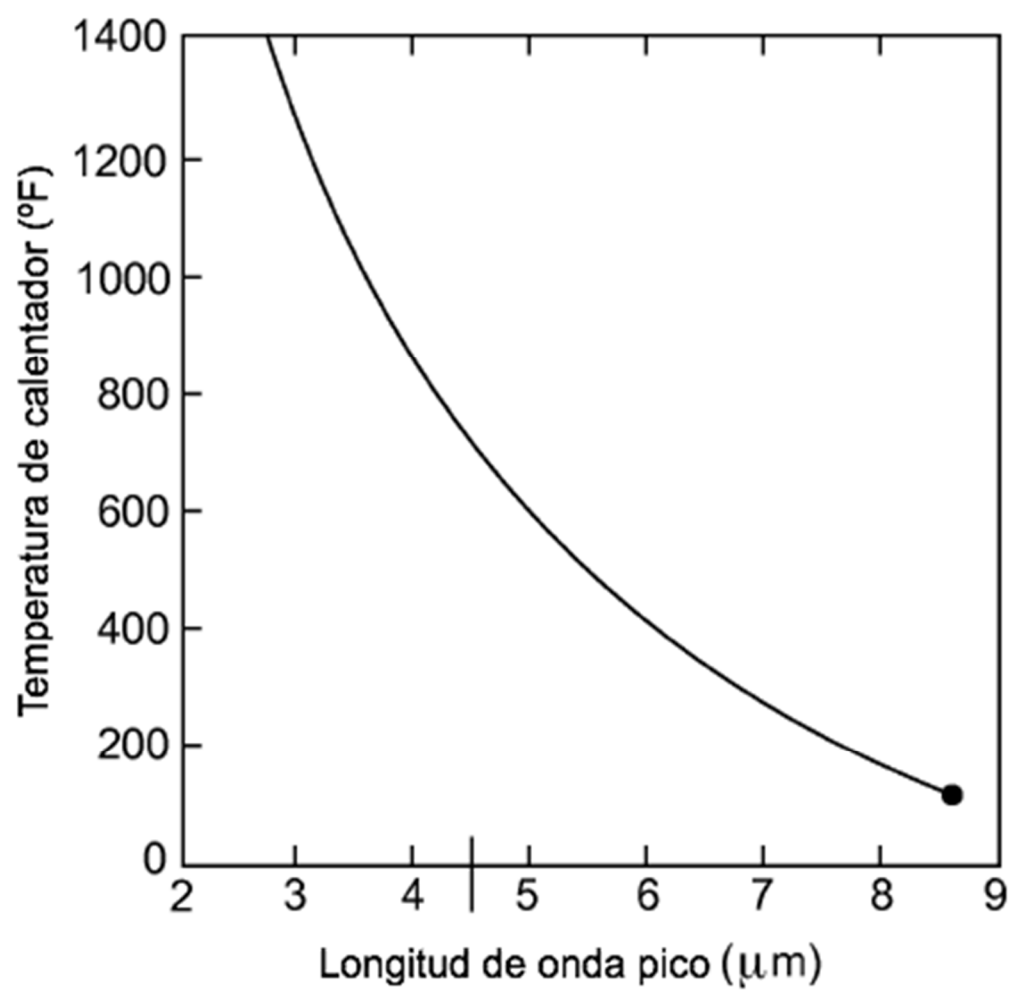


FIG. 9

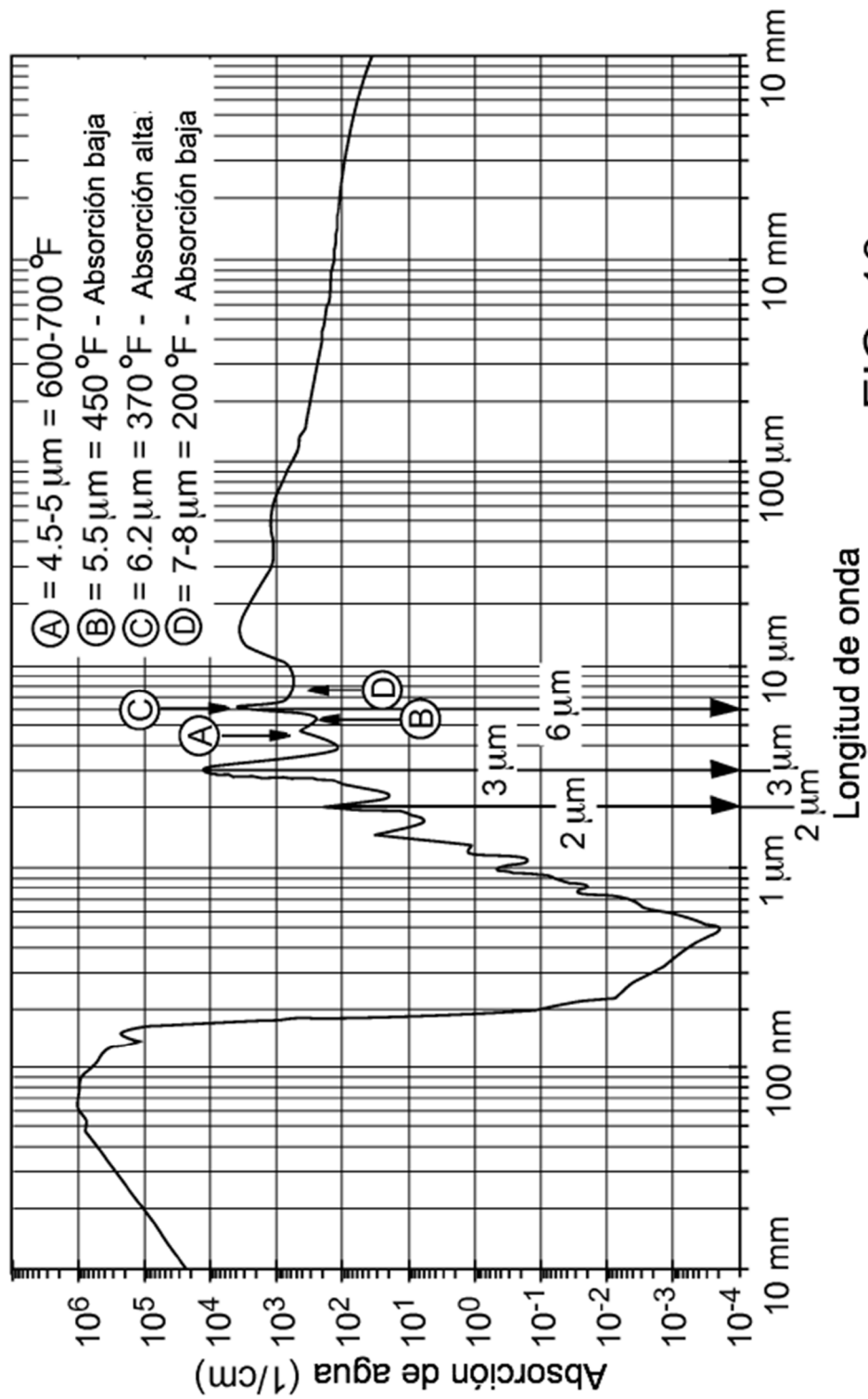


FIG. 10

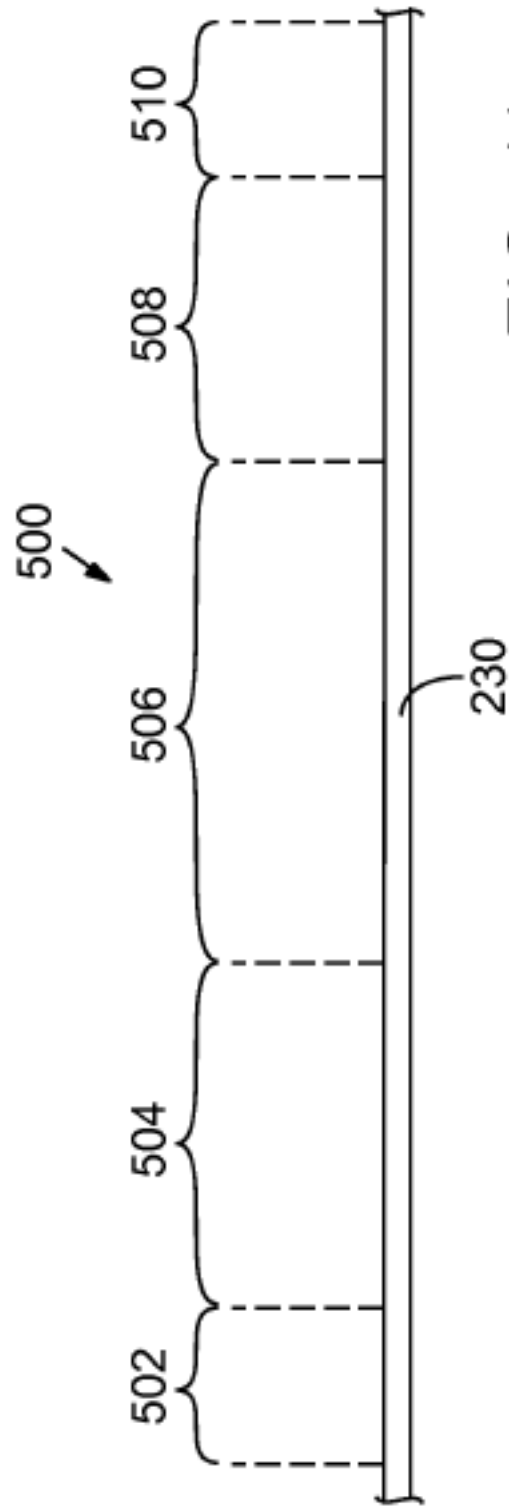


FIG. 11