(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 608 915**

(51) Int. CI.:

A23L 3/3409 (2006.01)
A23L 3/3418 (2006.01)
A23B 7/148 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.03.2015 E 15000695 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.10.2016 EP 2918179**

(54) Título: **Aparato de control para celdas de atmósfera controlada para almacenar artículos perecederos**

(30) Prioridad:

12.03.2014 IT MI20140386

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.04.2017

(73) Titular/es:

ISOLCELL S.P.A. (100.0%)
Via Antonio Meucci 7
39055 Laives (Bolzano), IT

(72) Inventor/es:

BRACKMANN, AURI

(74) Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

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

Aparato de control para celdas de atmósfera controlada para almacenar artículos perecederos

La presente invención se refiere a un aparato de control para celdas de atmósfera controlada para almacenar artículos perecederos.

Como es conocido, los artículos perecederos tales como frutas y verduras con frecuencia se almacenan y transportan en celdas de atmósfera controlada, conocidas como celdas “AC”, en las que puede controlarse la temperatura y composición atmosférica con el fin de prolongar la vida de los productos.

Las celdas de AC normalmente son estancas a gas y están dotadas de sistemas de monitorización y control de la temperatura y los niveles de oxígeno, dióxido de carbono y nitrógeno.

Los sistemas de control de atmósferas operan en general tomando muestras repetidamente de los niveles de gas en el interior de la celda y añadiendo o extrayendo gases con el fin de mantener la atmósfera en los valores deseados.

Los valores de referencia están, por lo general, predeterminados basándose en el conocimiento adquirido en experiencias previas con los productos almacenados.

Por ejemplo, puede generarse un conjunto de valores de referencia para oxígeno para una fruta específica con el fin de permitir al sistema ajustar los niveles de oxígeno en la atmósfera y seguir un perfil predeterminado en el tiempo.

No obstante, estos valores de referencia pueden variar de forma significativa debido a diversos factores.

Por esta razón, se usan celdas de atmósfera controlada que están dotadas de sistemas de control capaces de llevar a cabo un control dinámico de la atmósfera, las denominadas celdas ACD (Atmósfera Controlada Dinámica).

La tecnología ACD permite controlar de forma dinámica la atmósfera en una celda de AC sin basarse en valores de referencia predeterminados sino basándose en información que se origina de controlar la respuesta de los productos a los cambios ambientales.

La respuesta de los artículos almacenados a los cambios puede determinarse por características afectadas por procesos metabólicos, tales como la producción de etanol, fluorescencia de clorofila y respiración.

Uno de los factores más importantes que están relacionados con la atmósfera es la respiración.

La respiración de frutas y verduras puede tener un efecto significativo sobre los niveles de oxígeno y dióxido de carbono en una celda.

La respiración de frutas y verduras es el proceso natural de maduración que se produce después de la cosecha.

La respiración es la absorción de oxígeno y la emisión de dióxido de carbono, tal como hace el ser humano durante la respiración.

Es conocido controlar el cociente respiratorio, CR, en una celda de almacenamiento de atmósfera controlada dinámicamente, para poder conocer las variaciones reales de oxígeno y dióxido de carbono en la celda.

La medida del CR puede ser difícil debido a la incertidumbre de la estanqueidad del gas de la celda y debido a la adición de N_2 gas, con el fin de reducir el oxígeno, o eliminar el CO_2 gas de sistemas de lavado externos, que son procesos normales asociados con la gestión de muchas celdas de AC.

El documento US2012/0097050 describe un sistema para control dinámico de la atmósfera en una celda para el almacenamiento de artículos perecederos tales como frutas y verduras que usa una pequeña cámara que está dispuesta en el interior de la celda de almacenamiento y en la que hay una muestra de los artículos. La cámara permanece temporalmente cerrada, sin ningún flujo de gas, durante la medida del CR y por esta razón el consumo de oxígeno es rápido y total, es decir, se consume en 12 horas o menos, mientras que parte del CO_2 que se ha formado por la respiración anaeróbica no tiene tiempo suficiente para salir de la pulpa, y esto causa un error en el cálculo del CR. El CO_2 no tiene tiempo suficiente para escapar debido a la alta solubilidad del CO_2 en la savia celular.

Otro inconveniente del sistema descrito en el documento US2012/0097050 está constituido por el hecho de que usa un flujo de nitrógeno, con el fin de eliminar CO_2 cuando este alcance valores elevados. Debido al elevado coste de generación de nitrógeno, el sistema propuesto por el documento US2012/0097050 es económicamente no ventajoso.

Otro inconveniente más del sistema descrito en el documento US2012/0097050 está constituido por el hecho de que un sellado imperfecto del analizador de gases o de las tuberías de succión y retorno puede causar la introducción de O_2 en la cámara durante la determinación del CR, induciendo errores en su cálculo.

Otro problema del sistema descrito en el documento US2012/0097050 es que la cámara de medida está sellada por medio de agua, lo cual puede alterar la humedad interna de la cámara, o puede crear unas condiciones ambientales que son excesivamente húmedas con respecto a las condiciones de la celda de AC. Además, en caso de evaporación del agua, con el fin de garantizar su hermeticidad, sería necesario llenar el agua periódicamente en el canal de sellado; no obstante, esta adición de agua es complicada, debido a que el acceso a la celda de almacenamiento por personal está restringido a causa de la concentración letal de gas en la celda de AC.

Otro problema del documento US2012/0097050 está constituido por el hecho de que cualquier inclinación de la celda podría causar el escape de agua del canal de sellado y, por tanto, la posible entrada de gas en la celda de AC, alterando de este modo la determinación del CR. Además, el CO_2 en el interior de la cámara puede solubilizarse en el agua del canal de sellado, alterando el contenido de CO_2 en la atmósfera y generando errores en el cálculo del CR.

El documento WO2013125944 describe un procedimiento y un aparato para controlar la atmósfera en una celda que contiene productos hortícolas, por medio de una determinación del CR en la atmósfera de toda la celda de AC. El sistema descrito en el documento WO2013125944 requiere un sellado casi total de la celda de AC; sin embargo, el sellado de las celdas de AC comerciales disminuye a medida que aumenta el tiempo de operación y también hay grandes diferencias en la estanqueidad entre las diferentes celdas de AC. Además, el sistema descrito en el documento WO2013125944 requiere la desconexión del sistema de refrigeración y del sistema de control de gas de la celda durante 4 horas, con el consiguiente inconveniente de aumento temporal de la temperatura de las frutas almacenadas en la celda de AC. Otro inconveniente del sistema descrito en el documento WO2013125944 es que este requiere la medida de la presión interna de la celda de AC y presurización de la última con nitrógeno durante la determinación del CR, con los consiguientes costes adicionales para la producción de nitrógeno y para el sistema para medir y ajustar la presión de la celda de AC. Otro inconveniente del sistema descrito en el documento WO2013125944 reside en que un error del sistema de control podría causar un estrés excesivo en toda la fruta almacenada en la celda de AC si la medida del CR no es interrumpida después de las 4 horas planificadas para esta operación.

El documento WO2011113915 describe un sistema de almacenamiento en el que la determinación del CR se produce en la atmósfera de toda la celda de AC. En tal sistema, el nivel de O_2 se establece como una función del CTIG (Cociente de la Tasa de Intercambio de Gas) y del flujo de entrada de aire en la celda de AC. El CTIG y el flujo de entrada de aire en la celda de AC se calculan por medio de modelos matemáticos que simulan estos fenómenos. El CTIG se calcula usando el cociente respiratorio y la difusión de los gases a través de la pulpa de la fruta. El propósito del documento WO2011113915 es determinar el comienzo de la respiración anaeróbica, con el fin de evitar esta con un incremento en el nivel de oxígeno en el interior de las celdas de almacenamiento, para mantener solo la respiración normal (aeróbica) con un CR de aproximadamente 1,0. El sistema descrito en el documento WO2011113915 requiere la completa estanqueidad de la celda de AC. Esta estanqueidad se calcula basándose en un modelo matemático que establece el valor de consigna del O_2; sin embargo, puesto que la variabilidad de la estanqueidad del gas de una celda de AC comercial no es predecible, el modelo matemático puede estar sujeto a errores. La estanqueidad de las celdas varía como una función del daño de paneles o puertas, el envejecimiento de los materiales de impermeabilización, la edad de las celdas, el cierre imperfecto de la puerta, el movimiento y el agrietamiento del suelo son algunas de las causas que son difíciles de predecir. Además, el sistema descrito en el documento WO2011113915 requiere la inyección de nitrógeno (lavado) para el absorbedor de CO_2.

El objetivo de la presente invención es proporcionar un aparato y un procedimiento para controlar celdas de atmósfera controlada para almacenar artículos perecederos, que solucionan los inconvenientes de la técnica anterior citada.

Dentro del ámbito de este objetivo, un objeto de la invención es proporcionar un aparato y un procedimiento para almacenar productos por medio del control dinámico de la atmósfera, llevado a cabo por medio del procedimiento del cociente respiratorio, que permite una variación dinámica del nivel de oxígeno en el interior de la celda hasta un nivel que no causa estrés excesivo a la fruta y permite producir pequeñas cantidades de etanol, para así reducir la síntesis de etileno y la respiración, prolongando el almacenamiento de los productos y manteniendo una mejor calidad de los mismos.

Otro objeto de la invención es proporcionar un aparato y un procedimiento para almacenar que permite reducir el uso de fungicidas, de reguladores del crecimiento tales como 1-MCP (1-metilciclopropeno) y de difenilamina para controlar el recalentamiento, reduciendo de este modo los costes de almacenamiento y la contaminación de los productos con productos químicos.

Otro objeto es proporcionar un aparato y un procedimiento que puedan usarse en el almacenamiento, con control dinámico de la atmósfera, para diversas especies de frutas y otras verduras.

Otro objeto de la invención es proporcionar un aparato y un procedimiento que sean económicamente ventajosos con respecto a los sistemas conocidos hasta ahora.

Otro objeto es proporcionar un aparato que permita la automatización de las operaciones de control de la celda,

permitiendo que un software de gestión de una única celda ajuste de forma automática la concentración de O_2 en la misma hasta un nivel al cual se produce una pequeña producción de etanol. Una concentración de etanol mínima y controlada de forma constante en el tejido de la fruta inhibe la síntesis y acción de etileno y aumenta la eficacia de almacenamiento de las manzanas.

Otro objeto de la invención es proporcionar un aparato capaz de mantener menores niveles de O_2 con respecto a los procedimientos de control dinámico de la atmósfera conocidos hasta ahora, con una mejora consiguiente en el almacenamiento del producto.

Este objetivo, estos objetos y otros que serán más evidentes en lo sucesivo se consiguen por un aparato de control para celdas de atmósfera controlada para almacenar artículos perecederos, que comprende al menos una celta adaptada para contener productos y al menos una cámara dispuesta en el interior de dicha celta y adaptada para contener una cantidad de muestra de dichos productos; siendo dicha cámara aislable con respecto a dicha celda y estando conectada a un dispositivo de control adaptado para determinar el cociente respiratorio de dicha cantidad de muestra; estando dicho aparato caracterizado por que este comprende al menos un recipiente dispuesto en el interior de dicha celda y conectado al mismo por un medio de válvula, recibiendo dicho recipiente una cantidad de gas de dicha celda y siendo aislable de dicha celda; estando dicho recipiente conectado a dicha al menos una cámara con el fin de transmitir un flujo de dicho gas a dicha cámara.

Otras características y ventajas serán más evidentes a partir de la descripción de realizaciones preferidas aunque no exclusivas de la invención, ilustradas a modo de ejemplo no limitante en los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es una vista esquemática del aparato de acuerdo con la presente invención;

La Figura 2 es una vista esquemática del recipiente en la atmósfera de referencia;

La Figura 3 es una vista esquemática de la cámara hermética;

La Figura 4 es una gráfica que representa el CR en una cámara ACD;

La Figura 5 es una gráfica que representa el CR en una cámara ACD con manzanas Gala con un valor de 1,2 kPa de CO_2 durante un período de 30 horas de cierre hermético;

La Figura 6 muestra dos gráficas que representan la variación del CR y el nivel de O_2 en la celda ACD durante el almacenamiento de manzanas Fuji con un CR de 1,5 y un CR de 2,0;

La Figura 7 muestra cuatro gráficas que muestran los niveles de etanol, acetaldehído, acetato de etilo y dureza de la pulpa de manzanas Fuji almacenadas en una atmósfera controlada convencional y en una atmósfera controlada dinámica con fluorescencia de clorofila (HarvesWatch) y un cociente respiratorio (CR) después de nueve horas de almacenamiento y siete días a 20 °C;

La Figura 8 muestra dos gráficas que muestran las condiciones de manzanas Royal Gala después de ocho meses de almacenamiento en una Atmósfera Controlada Dinámica a la temperatura de 0,5 °C, más 7 días de exposición a 20 °C.

Con referencia a las figuras citadas, el aparato de acuerdo con la invención tiene un dispositivo de control, designado por el número de referencia 9 en la Figura 1, que está conectado a un recipiente 11 con atmósfera de referencia y a una cámara 12, que están instalados en el interior de la celda de almacenamiento 1.

La celda de almacenamiento 1 puede tener cualquier volumen y no requiere una impermeabilización total, con tal que permita mantener bajas concentraciones de O_2, tal como por ejemplo, 0,2 %.

La celda 1 tiene preferiblemente un absorbedor de CO_2, designado por el número de referencia 28, con un sistema para la inyección automática de CO_2, y un volumen de compensación 41 para equilibrar las variaciones de presión de la celda 1.

El recipiente 11 con atmósfera de referencia está realizado en material flexible 111, tal como polietileno u otro polímero flexible, y es impermeable a gases.

El recipiente 11 tiene preferiblemente un volumen de 200 a 300 l o más.

El recipiente 11 está soportado, en la parte superior, por un armazón rígido 112, por ejemplo, realizado en metal u otro material rígido. Este armazón 112 permite montar el recipiente en la parte trasera de la cámara 12.

La parte inferior del recipiente está fijada a un cuerpo 113 de peso adecuado, cuya fuerza de gravedad provoca el llenado automático del recipiente 11 con la atmósfera de la celda de almacenamiento 1, cuando una válvula de entrada 13, que conecta la celda de almacenamiento 1 con el interior del recipiente 11, está en la posición abierta.

El recipiente 11 está conectado a la cámara 12 a través de una válvula de retención 29.

Además, el recipiente 11 está conectado a una tercera válvula 16, situada en la parte exterior de la celda 1, por medio de un tubo flexible 30.

La cámara 12 está constituida por un recipiente metálico 121, que también puede estar realizado en PVC o en otro polímero, con un volumen que puede variar desde 100 l o más.

El dispositivo de acuerdo con la presente invención también incluye más de una cámara 12 en una celda 1, por ejemplo, con el fin de permitir determinar el cociente respiratorio en diferentes lotes de fruta.

De acuerdo con una realización mostrada en la Figura 3, una parte delantera de la cámara 12 está herméticamente cerrada con una cubierta 122 realizada en material metálico o acrílico o en policarbonato.

El sellado se proporciona con una junta 123 realizada en caucho u otro material adecuado.

Por medio de la presión de la cubierta 122, en virtud de ganchos o tornillos, se consigue una hermeticidad perfecta a gas.

En la parte trasera, en una región superior, la cámara 12 está conectada al recipiente 11 por medio de la válvula de retención 29.

Un tubo flexible 35 conecta la cámara 12 a una primera válvula 14 y a una segunda válvula 15 del dispositivo de control 9.

En el interior de la cámara 12 están dispuestas jaulas de almacenaje 124 que contienen el producto 125, por ejemplo, fruta.

Un primer colector 18 está conectado a una cuarta válvula 17 y a un analizador de gases 26 por medio de tuberías, designadas por los números de referencia 32, 33 y 34.

El primer colector 18 puede estar conectado a válvulas adicionales opcionales de otras celdas de almacenamiento, si están presentes, no mostradas en los dibujos.

Un segundo colector 19 está conectado a la tercera válvula 16 y al analizador de gases 26 por medio de las tuberías 33 y 34.

Además, el segundo colector 19 puede estar conectado a válvulas adicionales de otras celdas de almacenamiento, si están presentes, no visibles en las figuras.

Un tercer colector 20 está conectado a la segunda válvula 15, por medio de la tubería 37, y al analizador de gases 26 con la tubería 34.

Además, el tercer colector 20 puede estar conectado a válvulas adicionales de otras celdas de almacenamiento, si están presentes, no visibles en las figuras.

Un cuarto colector 21 está conectado a un primer caudalímetro 23, en un lado, y en el otro lado está conectado, por medio de una tubería 40, a una bomba de succión 25 con un vacuómetro 24 intercalado.

Además, el cuarto colector 21 puede estar conectado a válvulas adicionales de otras celdas de almacenamiento, si están provistas, no visibles en las figuras.

Un segundo caudalímetro 22 está instalado, junto con el primer caudalímetro 23, externamente a la celda 1; ambos caudalímetros tienen una escala graduada de 0 a 10 l/min y permite el ajuste adecuado del flujo.

El primer caudalímetro 23 puede ser reemplazado por un sensor de flujo, que en caso de falta de flujo del gas emite una señal acústica o una señal eléctrica en un panel de control 27, que señala una alarma en una pantalla.

El primer caudalímetro 23, o el sensor de flujo, pueden estar montados en el interior de la celda 1, pero esto podría conllevar un mantenimiento más complicado.

El vacuómetro 24 tiene la función de mantener la presión de succión constante, con el fin de mantener el flujo de succión de los gases sin alterar desde la cámara 12 o desde las diversas cámaras si están presentes varias cámaras 12 en la celda 1.

La desactivación de algunas cámaras 12 podría causar un aumento o disminución del flujo en el resto de cámaras conectadas al aparato de control 9, si no se lleva a cabo un ajuste de la presión de succión en el cuarto colector 21. Disminuyendo el flujo de gas que llega desde las cámaras, el vacuómetro se abre y se produce succión de parte del gas que fluye hacia afuera desde la bomba 25, manteniendo de este modo la fuerza de succión y el flujo de gas procedente de las cámaras 12 uniforme.

Si se usa una bomba de succión para cada celda 1, no se requiere el vacuómetro.

La bomba de succión 25 puede ser una bomba de diafragma (membrana) o una bomba de otro tipo, preferiblemente con un caudal de al menos 2 l/min para cada cámara 12 conectada al dispositivo 9.

Es posible usar una bomba 25 para varias celdas 1 o una bomba individual para cada celda. Esta bomba puede estar montada externamente a la celda 1, como en el ejemplo ilustrado, o también en el interior de la celda 1; en este último caso, el mantenimiento sería más complicado pero se evitaría el uso de una tubería de conexión a un volumen de compensación 41, puesto que el gas que saldría de la bomba 25 retornaría automáticamente a la celda 1.

Si la bomba está montada en el interior de la celda 1, es conveniente reemplazar el caudalímetro 23 con un vacuómetro, puesto que la visualización y ajuste del caudalímetro sería más difícil.

El analizador de gases 26 permite detectar y medir los gases O_2 y CO_2.

Preferiblemente, el analizador es una unidad de alta precisión y alta exactitud y muestra el valor de lectura con un mínimo de dos decimales para ambos gases, permitiendo la determinación correcta del cociente respiratorio.

Además, el analizador de gases 26 está provisto de una bomba de vacío para extraer muestras de gas de la cámara 12 y del recipiente 11 de los gases de referencia.

El panel de control electrónico 27 tiene la función de coordinar la apertura de las válvulas 13 a 17, la actuación de la bomba 25 y la operación de un absorbedor 28, como una función de los parámetros predeterminados, es decir, el cociente respiratorio, el tiempo de determinación del CR, el valor de consigna de O_2 y CO_2, de cada celda 1.

El absorbedor 28 está conectado a la celda 1 por medio de dos tuberías 50 independientes y constituye un absorbedor de CO_2 y un inyector de O_2.

En particular, el absorbedor 28 tiene una capacidad adecuada con el fin de permitir la eliminación de CO_2 a niveles adecuados para cada variedad de manzanas u otra fruta y debe prevenir que cantidades sustanciales de O_2 (aire) se introduzcan en la celda como consecuencia de la regeneración del carbón activado, puesto que esto comprometería el mantenimiento de niveles bajos de O_2 (próximos a 0,2 %) en la celda 1.

El absorbedor 28 está provisto con un dispositivo para introducir aire (O_2) en la celda 1; tal dispositivo opera de acuerdo con las necesidades, con el fin de corregir los valores de O_2 de la celda 1; estos valores son calculados y mantenidos por el software tomando como base la determinación del valor del CR.

La válvula de retención 29 se abre solo en la dirección desde el recipiente 11, hacia la cámara 12, y se cierra automáticamente en la dirección opuesta, con el fin de prevenir el retorno de los gases desde la cámara al recipiente. La válvula de retención 29 es requerida si la determinación del CR se lleva a cabo sin flujo de gas (tipo estático) durante el período de exclusión de la cámara 12, con el fin de permitir la acumulación de CO_2 y la reducción del nivel de O_2 en la cámara.

Cuando la determinación del CR se lleva a cabo con un flujo de gas (tipo dinámico), es decir, 0,1 l/min -1, la válvula de retención 29 es superflua.

La tubería 40 está realizada preferiblemente de material polimérico flexible y resistente, con un diámetro interno no menor de 10 mm.

El volumen de compensación 41 constituye un almacenamiento flexible de gas y está conectado a la celda 1 por medio de una tubería 51.

El volumen de compensación 41 tiene la función de compensar el vacío parcial y la presión positiva de la celda 1 con el fin de evitar el flujo de entrada de aire (O_2) cuando, como normalmente ocurre, la hermeticidad al gas de la celda 1 no es total.

El gas que llega desde la bomba de succión 25 puede recuperarse y enviarse al volumen de compensación de la celda 1. Esta recuperación del gas que llega procedente de la bomba 25 es una característica especial.

El dispositivo de control 9 tiene, en el panel de control electrónico 27, un software que controla las válvulas de solenoide, la bomba de succión 25 y el absorbedor 28, para mantener la celda 1, y cualquier otra celda conectada al panel de control 27, a un nivel de O_2 que permita la respiración anaeróbica y está controlado por medio del CR de las frutas almacenadas en la cámara 12.

Todas las válvulas son preferiblemente válvulas de 24 voltios. Las válvulas 13 y 14 pueden estar (NA) (“normalmente abiertas”) o NC (“normalmente cerradas”), con un diámetro interno de 10 mm, las válvulas 16 están NC (“normalmente cerradas”), y las válvulas 17 están NC (“normalmente cerradas”), mientras que la segunda válvula 15 es del tipo tres vías, estando (NA) (“normalmente abierta”) en la tubería 36 en la dirección del caudalímetro 22 y NC (“normalmente cerrada”) en la tubería 36 en la dirección de la tubería 37. Las válvulas 15, 16 y 17 tienen preferiblemente un diámetro interno de 0,5 cm o más.

Cada celda 1 tiene una cámara 12 que contiene una muestra de producto 125, por ejemplo, fruta, que es representativa del contenido de la celda 1. Con el fin de monitorizar la respiración anaeróbica mediante la determinación del CR, el panel de control 27 realiza las siguientes etapas.

Etapa 1: Aislamiento del recipiente 11 y la cámara 12 durante un período de 24 a 36 horas.

De forma periódica, (3-10 días), se realiza una medida del CR de la cámara 1 y de las otras cámaras conectadas al dispositivo 9. El intervalo entre una determinación y la siguiente puede modificarse por medio del software del panel de control 27 según sea necesario. Con el fin de determinar el CR de la celda 1, el panel de control 27 reduce el flujo de la cámara 12 durante un período de 24 horas o más, actuando eléctricamente (cerrando) las válvulas 12 (NA) y 14 (NA) de modo que el recipiente 11 esté aislado de la celda 1. De este modo, el gas almacenado en el recipiente 11 se usa para mantener un pequeño flujo para la cámara 12, durante las 24 horas de aislamiento, y además el gas almacenado se usará como un gas de referencia finalmente para determinar el RQ. El gas del contenedor fluye a través de la válvula de retención 29, la cámara 12, el tubo flexible 35, la segunda válvula 15, el caudalímetro 22, las tuberías 38 y 39, el caudalímetro 23, los cuatro colectores 21, la tubería 40, la bomba de succión 25, y el volumen de compensación 41. El caudalímetro 22 está ajustado para un flujo de 0,1-0,2 l/h -1. Este bajo flujo de gas de la cámara permite una lenta reducción del nivel de O_2 y un aumento en el nivel de CO_2 que permite una correcta determinación del CR. El bajo flujo permite que el CR, calculado durante un período mayor (24 horas), sea más representativo de la respiración anaeróbica real de las frutas de la celda 1, puesto que el CO_2 requiere un cierto tiempo para liberarse desde el interior de la pulpa de las frutas, con el resultado de que en las primeras 6-10 horas de medida el CR permanece próximo a 1, como se muestra en el gráfico de la Figura 4. También es posible usar una interrupción total de gas (sistema estático) para la cámara 12; sin embargo, en este caso el tiempo de aislamiento del recipiente 11 y de la cámara 12 y la determinación del CR deben ser más cortos, aproximadamente 12-14 horas, puesto que con un período de tiempo mayor existiría una excesiva reducción del oxígeno (menor de 0,1 %) que podría causar fermentación de las frutas, con daño irreversible a los tejidos. Durante el período de aislamiento de la cámara 12, el panel de control 27 puede también aislar otra cámara y al mismo tiempo continuar controlando las celdas 1 del dispositivo 9, que determinan los niveles de O_2 y de CO_2 y corrigen los valores de las celdas basándose en los puntos de consigna de gas preseleccionados.

Etapa 2: determinación de O_2 y CO_2 de la cámara 12.

Después de 24 horas o más, el panel de control 27 actúa eléctricamente la segunda válvula 15, que permite un flujo de gas en la dirección de la tubería 36, a través de la tubería 37, el tercer colector 20, la tubería 34 y el analizador de gases 26. Las válvulas 13 y 14 permanecen cerradas. Una vez que la concentración de O_2 y CO_2 de la cámara 12 ha sido determinada, el panel de control 27 abre la segunda válvula 15 para permitir un flujo a través de la tubería 36 y 38 de modo que la bomba de succión 25 mantiene un flujo de gas de 0,1-0,2 l/h -1 para la cámara 12.

La determinación del nivel de O_2 y CO_2 puede llevarse a cabo también sin un flujo de gas desde la cámara 12 (sistema estático), pero en este caso el tiempo de aislamiento debe ser 12-24 horas como mucho.

Etapa 3: determinación de O_2 y CO_2 del recipiente 11.

El recipiente 11 tiene el propósito principal de mantener una reserva de gas que actúe como referencia en la determinación del consumo de O_2 y la producción de CO_2 de las frutas almacenadas en la cámara 12, mejorando de este modo la precisión en la determinación del CR.

Puesto que los analizadores de gases están sujetos a oscilaciones de lectura en períodos largos de lectura, como una función de la corriente eléctrica, temperatura y presión interna, una determinación de los niveles de O_2 y CO_2, realizada al comienzo del aislamiento de la cámara 12 de la celda 1, y la determinación de los valores después de 12-24 horas o más, podría conllevar un error de los niveles de gases, como una función de la oscilación en las lecturas del analizador, durante un período de 24 horas o más, y crear así errores en el cálculo del CR.

Por el contrario, de acuerdo con la presente invención, los valores de O_2 y CO_2 en la cámara 12 y el recipiente 11 son determinados durante un período de tiempo de unos pocos minutos, por tanto, el error puede minimizarse o incluso eliminarse. Además, la reserva del gas de referencia en el recipiente 11 permite repetir la determinación del CR unas pocas veces, con el fin de aumentar la precisión de la determinación, debido a que no sería posible repetir la determinación del CR, sin la reserva del gas de referencia.

Con el fin de determinar los valores de O_2 y CO_2 del recipiente 11, el panel de control 27 actúa (abre) la tercera válvula 16, permitiendo que el gas del recipiente 11 fluya a través del tubo flexible 30, el segundo colector 19, la tubería 33 y 34, hasta el analizador de gases 26.

Preferiblemente, el recipiente 11 tiene un volumen de gas que es suficiente para mantener un flujo de 0,1-0,2 l/min durante más de 24 horas con el fin de permitir una o más determinaciones de los valores de los gases. Debido a esta elasticidad, el recipiente 11 disminuye en volumen cuando el gas es aspirado por la bomba 25.

Etapa 4: Cálculo del CR

Después de la determinación de los valores de O_2 y CO_2 de la cámara 12 (etapa 2) y del recipiente 11 (etapa 3), el software calcula el CR por medio de la siguiente ecuación:

CR= CO_2 producto /O_2 consumido =CO de la cámara − CO_2 almacenado / O_2 almacenado − O_2 de la cámara

Etapa 5: comparación del CR calculado y el CR de consigna

El valor de consigna de O_2 y CO_2 de la celda 1 y de cualquier otra celda es registrado en el software del panel de control 27. El valor de consigna de CO_2 puede permanecer constante a lo largo de todo el período de almacenamiento, pero puede cambiar también si, en el futuro, la investigación revela ventajas en el almacenamiento de productos hortícolas a partir de su modificación.

El valor de consigna inicial del oxígeno, que es aproximadamente 0,5 % O_2, es registrado en el software en el momento en el que la celda 1 se cierra, y luego se modifica automáticamente por medio del panel de control 27 en 0,01 cada 3-10 días como una función del CR calculado por el sistema. Cuando se alcanza el CR deseado (CR de consigna), el aparato realiza pequeños incrementos o disminuciones subsiguientes del valor de consigna de O_2 de la celda 1, modificando el valor con variaciones de 0,01 %, manteniendo así un equilibrio dado en el mantenimiento de la concentración de O_2 de la celda 1.

Sin embargo, por ejemplo, para manzanas, con el fin de mantener el mismo CR (valor de consigna) a lo largo de todo el período de almacenamiento, es necesario reducir el valor de O_2 en los primeros meses de almacenamiento. Esto se realiza por medio del software del dispositivo 9, que de forma lenta, constante y automática, modifica el valor de consigna del O_2 de la celda 1, como una función de las determinaciones del CR durante el almacenamiento.

Etapa 6: corrección del valor de consigna de O_2 de la celda 1.

Si el CR calculado en la cámara 12 es menor que el valor de consigna de la celda 1, el aparato reduce el valor de consigna de O_2 en 0,01 %, sin embargo, si el CR calculado es mayor que el valor de consigna de la celda 1, el software aumenta el valor de consigna de O_2 en 0,01 %. Esta variación del valor de consigna de O_2 puede modificarse con el software según sea necesario. Al comenzar el período de almacenamiento las correcciones pueden ser mayores (0,02-0,03 % de O_2); sin embargo, cuando el nivel de oxígeno de la celda 1 se aproxima al CR deseado (por ejemplo, 1,5), las correcciones son de un 0,01 % O_2.

Etapa 7: normalización del flujo para el recipiente 11 y la cámara 12.

Después del cálculo del CR y la modificación del valor de consigna de O_2 de la celda 1, el panel de control 27 termina el aislamiento del recipiente 11 y de la cámara 12, abriendo las válvulas 13 (NA) y 14 (NA) con el objeto de mantener un flujo de gas constante de 2-3 l/min desde la celda 1 a través de la válvula de entrada 13, el recipiente 11, la válvula 29, la cámara 12, el tubo flexible 35, la válvula 14 (NA), la tubería 39, el caudalímetro 23, el cuarto colector 21, la tubería 40 y finalmente la bomba de succión 25. Al abrirse la válvula 13, el recipiente 11 se expande automáticamente con el gas que llega de la celda 1. El cuerpo pesado 113 del recipiente 11 causa un llenado automático del recipiente 11 flexible, por gravedad. Ahora, con un mayor flujo de gas en la cámara, en unos pocos minutos la atmósfera en la cámara alcanza las mismas concentraciones de O_2 y CO_2 de la celda 1.

Etapa 8: determinación y corrección de O_2 y CO_2 basándose en el valor de consigna de la celda 1.

El panel de control 27 actúa eléctricamente la cuarta válvula 17 y esta válvula normalmente cerrada (NC) se abre, siendo actuada eléctricamente, permitiendo el flujo de gas desde la celda 1 a la tubería 31, la cuarta válvula 17, la tubería 32, 33 y 34, al analizador de gases 26.

El panel de control, una vez se ha determinado el valor de O_2 y CO_2, activa el absorbedor 28 como una función del valor de consigna de CO_2, predeterminado para la celda 1, y la válvula de inyección de aire (O_2), como una función de los valores de consigna de O_2, predeterminados para la celda 1. A continuación, el panel de control analiza las sucesivas celdas 1 secuencialmente, manteniendo los valores de consigna predeterminados, de una forma similar. Durante el análisis de O_2 y CO_2 en la celda 1, y en cualesquiera celdas conectadas subsiguientemente al dispositivo de control 9, el panel de control 27 mantiene las válvulas 13 (NA) y 14 (NA) abiertas y mantiene la bomba 25 en operación, con el objeto de mantener un flujo de gas constante de 2 o 3 l/min desde la celda 1 a través de la válvula 13, el recipiente 11, la válvula de retención 29, la cámara 12, el tubo flexible 35, la válvula 14 (NA), la tubería 39, el caudalímetro 23, el cuarto colector 21, la tubería 40 y finalmente la bomba de succión 25.

El gas que sale de la bomba 25 puede descargarse en el volumen de compensación 41, de modo que este puede ser útil para la celda 1, en caso de presión negativa en la misma. Este gas también puede dirigirse desde la salida de la bomba 25 para retornar a la cámara 12 durante la etapa de determinación del CR (tubo flexible visible en las figuras). Sin embargo, durante la ventilación de la cámara 12 con el gas de la celda 1, el gas que fluye fuera de la bomba es dirigido al volumen de compensación 41. El flujo de gas para la cámara 12 es permanente con el fin de evitar la acumulación de CO_2 o una reducción del valor de O_2, puesto que es deseable que los valores de estos dos gases en la cámara 12 se mantengan igual a los valores de los gases de la celda 1.

El vacuómetro 24, conectado a la tubería 40, mantiene un vacío parcial de succión constante en la cámara 12, dispuesta en la celda 1, y en cualesquiera otras cámaras instaladas en las celdas 1 adicionales conectadas al dispositivo de control 9.

Con el fin de determinar el CR, un vacío parcial constante en el sistema previene variaciones de flujo en las diferentes cámaras como una función del aislamiento durante 24 horas de uno o más recipientes y cámaras. El aislamiento simultáneo de una o más cámaras conduciría a una variación en la intensidad de la succión de la bomba 25 en las cámaras adicionales no aisladas de su respectiva celda 1. Con el fin de neutralizar este efecto, el vacuómetro 24 se abre y aspira una pequeña cantidad del gas que fluye desde la bomba 25, manteniendo así constante la intensidad de succión y el flujo de gas (2-3 l/min -1) en todas las cámaras que no han sido aisladas.

Etapa 9: determinación y corrección de O_2 y CO_2 en las celdas adicionales conectadas al dispositivo de control 9.

Después de corregir los niveles de O_2 y CO_2 en la celda 1, el panel de control actúa sobre otra celda 1 con el fin de corregir los valores de gases basándose en el valor de consigna. Además, el panel de control puede aislar el recipiente 11 y la cámara 12 con el fin de determinar el CR de esta celda adicional (no visible en las figuras). Para una única celda, el intervalo entre una determinación y la otra de CR puede variar de 3 a 10 días. En el primer mes de almacenamiento, la tasa debe ser mayor y puede reducirse luego. El tiempo entre una determinación del CR y la otra debe ajustarse en el software del panel de control.

Las etapas del sistema de control de acuerdo con la presente invención pueden resumirse como sigue:

aislamiento del recipiente 11 y de la cámara 12 de la celda 1 de AC durante 24-36 horas;

determinación de los valores de O_2 y CO_2 de la cámara 12;

determinación de los valores de O_2 y CO_2 del recipiente 11;

cálculo del CR;

comparación del CR calculado y del CR introducido como valor de consigna;

corrección del valor del valor de consigna del oxígeno;

normalización del flujo de la cámara 12;

determinación y corrección de los valores de O_2 y CO_2 de acuerdo con los valores de consigna de O_2 y CO_2;

determinación y corrección de los valores de O_2 y CO_2 de cualquier celda adicional conectada al dispositivo de control 9.

En la práctica se ha encontrado que la invención consigue el objetivo y los objetos deseados, proporcionando un aparato para controlar celdas de atmósfera controlada determinando el cociente respiratorio de los productos contenidos en la misma, que soluciona muchos problemas y ofrece considerables ventajas con respecto a los sistemas de control de la técnica anterior.

El control dinámico de la atmósfera, llevado a cabo por medio del procedimiento del CR, permite una variación dinámica del nivel de oxígeno en el interior de la celda hasta un nivel que no causa estrés excesivo a la fruta pero permite la producción de pequeñas cantidades de etanol que reduce la síntesis de etileno y la respiración, prolongando el almacenamiento de la fruta y manteniendo una mejor calidad.

La mejor calidad de las frutas se obtiene manteniendo una mejor consistencia de la pulpa, que permite así un aumento en el porcentaje de frutas sanas, como se muestra en los gráficos de las Figuras 6 y 7, con respecto a una atmósfera controlada convencional o un control dinámico de la atmósfera llevado a cabo de acuerdo con la técnica anterior.

Como consecuencia de la reducción de la podredumbre, de enfermedades fisiológicas y de la ralentización de la maduración de la fruta, el almacenamiento con control dinámico de la atmósfera con el procedimiento del CR puede reducir el uso de fungicidas, de reguladores del crecimiento tales como 1-MCP (1-metilciclopropeno) y difenilamina para controlar el calentamiento, reduciendo de este modo los costes de almacenamiento y la contaminación de las frutas con productos químicos.

El sistema de acuerdo con la presente invención puede usarse en almacenamiento, con control dinámico de la atmósfera, para diversos tipos de frutas y otras verduras.

El aparato de acuerdo con la presente invención es económicamente ventajoso, puesto que requiere solo un depósito de gas, una cámara y cinco válvulas de solenoide para cada celda; el analizador de gas puede ser el mismo que el usado para controlar los valores de atmósfera controlada convencional y el software puede ser uno, tanto para la determinación del CR como para el control automático de los valores de gas (O_2 y CO_2) de un grupo de

celdas que puede alcanzar 20 o más unidades.

La presente invención permite la automatización del control de la celda, permitiendo que un único software de gestión de celda ajuste de forma automática la concentración de O_2 en la misma hasta un nivel al cual se produce una ligera producción de etanol. Una concentración mínima y controlada constantemente de etanol, en el tejido de la fruta, inhibe la síntesis y la acción del etileno y aumenta la eficiencia del almacenamiento de manzanas.

El aparato de acuerdo con la presente invención puede usarse para mantener niveles de O_2 que son menores que los de los procedimientos de control dinámico de la atmósfera usados hasta ahora, y esto mejora el almacenamiento de manzanas y de otras frutas.

La presente invención usa una cámara con un flujo de gas permanente incluso durante la determinación del CR, a diferencia del documento US2012/0097050, que describe un cámara que permanece temporalmente cerrada sin ningún flujo de gas. Puesto que no hay flujo de gas, en la cámara, el consumo de oxígeno es rápido y completo (consumo total en 12 horas o menos) y parte del CO_2 que se ha formado mediante la respiración anaeróbica no tiene tiempo suficiente para escapar de la pulpa, y esto causa un error en el cálculo del CR. El hecho de que el CO_2 no tenga tiempo suficiente para escapar se debe a la alta solubilidad del CO_2 en la savia celular. El flujo permanente de gas a través de las frutas permite poder determinar el CR durante un largo período (24 horas o más) sin provocar daño a la fruta, aunque se proporciona la posibilidad de determinar el CR sin el flujo de gases a través de la cámara 12; sin embargo, en este caso el tiempo de aislamiento de la cámara debe ser más corto (12-24 horas).

La presente invención busca determinar la respiración anaeróbica debido a que a la formación de ligeros niveles de etanol y acetaldehído retrasa la maduración y causa alguna alteración fisiológica. De acuerdo con la presente invención, se proporciona también un equilibrio entre respiración normal (aeróbica) y anaeróbica (fermentación) y, por tanto, el CR varía de 1,3 a 2 para manzanas y 4,0 para caquis.

Por el contrario, el documento US2012/0097050 busca determinar el comienzo de la respiración anaeróbica con el fin de evitarla, con un aumento en el nivel de oxígeno en el interior de las celdas de almacenamiento, para así mantener solo la respiración normal (aeróbica) con un CR de aproximadamente 1,0.

De acuerdo con la presente invención, los niveles óptimos de CR para manzanas se han determinado por medio de pruebas, como se muestra en las figuras 6 y 7.

La presente invención garantiza mayor precisión en la determinación del CR, usando un gas de referencia acumulado en el recipiente 11. En cada determinación del CR, el sistema analiza una muestra de gas del recipiente 11 (figura 11) y compara instantáneamente el mismo con los valores de O_2 y CO_2 de la cámara, evitando errores en la determinación del CR que se derivan de ligeras variaciones de lectura del analizador en el tiempo. Las variaciones de O_2, de más o menos 0,1 %, pueden alterar el valor de CR, por ejemplo, respectivamente desde 1 a 1,5 y desde 1 a 3,0. El mismo efecto se produce con una variación del valor de CO_2. En el momento de la determinación de O_2 y CO_2 de la cámara 12, el gas del recipiente 11 también se analiza. Después de determinar la concentración de O_2 y CO_2 de la cámara, el sistema puede realizar una nueva lectura del gas de referencia del recipiente 11 y de la cámara 12 para una determinación incluso más exacta del CR, o puede realizar cuantas determinaciones sean necesarias para conseguir alta precisión del valor de CR.

Con el fin de modificar el nivel de O_2 en la cámara 12, la inyección de O_2 o N_2 no es necesaria, como sí se proporciona en cambio en el documento US2012/0097050, de modo que el CR es próximo a 1,0. La presente invención proporciona solo la determinación del CR, y cuando el CR es mayor del valor de consigna de CR de la celda 1, el valor de consigna de O_2 se eleva automáticamente hasta 0,01 y no es necesario actuar sobre los gases de la cámara 12. El aumento del valor de consigna de O_2 busca reducir la fermentación, no evitarla, como se describe en cambio en el documento US2012/0097050.

En el caso de CO_2 muy alto en la celda 1, la presente invención proporciona un absorbedor de carbón activado para su absorción, puesto que la eliminación con un flujo de N_2, de acuerdo con lo que se describe en el documento US2012/0097050, por ejemplo, sería económicamente inviable, a nivel comercial, debido al alto coste de generación de nitrógeno.

Además, a diferencia del documento US2012/0097050, en la presente invención no es necesario eliminar el CO_2 de la cámara 12 con un flujo de nitrógeno, debido a que el CO_2 ya se elimina por el flujo permanente de gas que llega de la celda 1.

El tiempo de determinación del CR puede ser largo (24 horas o más), debido a que con un flujo constante de gas procedente del recipiente 11 para la cámara 12, no hay un consumo muy rápido de O_2 y no hay una acumulación muy rápida de CO_2, y esto da tiempo para que el CO_2 se libere desde el interior de las frutas para una mejor determinación del CR. El CO_2 se produce por el tejido de la pulpa en el interior de la fruta y, por tanto las determinaciones del CR en períodos cortos no son precisas. La determinación del CR solo seis minutos después del cierre de la celda no es posible, como se describe en el documento US2012/0097050 debido a que el CO_2 que se forma en el interior de la fruta requiere mucho más tiempo para alcanzar la atmósfera externa. Este retraso se debe a la alta capacidad de solubilidad de CO_2 en la savia celular, que por tanto retrasa su salida de la fruta.

La presente invención permite la determinación del CR después de 24 horas o más, un período en el que hay una mejor adaptación de las frutas a una menor reducción del nivel de O_2 y a la acumulación de CO_2, evitando por tanto un aumento excesivo en el estrés. Exposiciones frecuentes de las frutas de la cámara 12 a un estrés mucho mayor que el que se produce en la celda 1 comercial causa que las frutas tengan un proceso de maduración que es diferente con respecto al de los almacenados en la celda 1 y, por tanto, la muestra en la cámara 12 ya no es representativa de las frutas de la celda 1.

No hay flujo de entrada de gas procedente de la celda 1 a la cámara, si la cámara tiene problemas de estanqueidad, debido a que durante el período de aislamiento de la cámara 12 para la determinación del CR, existe un ligero flujo de gas que llega procedente del recipiente 11 y las variaciones de presión en la celda 1 son compensadas por el recipiente 11 flexible. En la celda 1 se producen permanentemente alteraciones en la concentración de O_2 y CO_2 como una función de la respiración de las frutas, de absorción de CO_2 y de inyección de aire (O_2) por el sistema de control de celda. Además, existe una variación continua de presión en la celda de AC como una función de la absorción de CO_2, descongelación de los evaporadores, inyección de aire y modificación en la temperatura de la atmósfera de la celda. Por tanto, una compensación de la presión en la cámara 12 del recipiente 11 debida al flujo de gas evita el flujo de entrada de los gases de la celda 1 en la cámara 12, si la cámara no es perfectamente estanca, durante la determinación del CR, evitando así errores en el cálculo del CR. Durante la determinación del CR, la celda 1 puede operar normalmente, actuando el sistema de refrigeración, realizando la descongelación o absorción de CO_2 o inyección de O_2.

En la presente invención, el sistema de control permite realizar diversas lecturas de los niveles de gas (O_2 y CO_2) en la cámara durante 24 horas o más con el fin de seguir la evolución del CR y usar las mismas en el cálculo de la corrección del valor de O_2 en la celda 1 con el fin de mantener un equilibrio entre la respiración normal (aeróbica) y la respiración anaeróbica. Determinaciones del CR cada 6 horas durante las 24 horas de aislamiento de la cámara 12 permiten que el dispositivo de control 9 tenga mayor precisión en el cálculo del CR.

Durante la determinación del CR, la cámara 12 no llega a un vacío parcial, puesto que es alimentada con gas procedente del recipiente 11 y, por tanto, no hay necesidad de retornar el gas medido por el analizador de gases 26 a la cámara 12, como debe hacerse en cambio en el sistema descrito en el documento US2012/0097050.

Un sello imperfecto del analizador de gases 26 o de las tuberías de succión o de retorno podría introducir O_2 en la cámara 12 durante la determinación del CR, induciendo errores en el cálculo del mismo; tales errores se evitan en la presente invención.

A diferencia del documento US2012/0097050, en el que la cámara usa agua como sistema de sellado, la presente invención no requiere un sellado de la cámara 12 con agua. El agua altera la humedad interna o crea una condiciones ambientales excesivamente húmedas con respecto a las condiciones de la celda 1. En otras palabras, puesto que las frutas de la muestra representan el total de la celda, estas permanecerán en unas condiciones que son idénticas a las de la celda.

A diferencia del documento US2012/0097050, en la presente invención no hay problema de falta de hermeticidad de la cámara debida a evaporación del agua en el sistema de sellado con agua. Aunque la humedad de la celda es alta, siempre hay de hecho evaporación del agua del canal de sellado, el cual tendría que llenarse de forma periódica. Sin embargo, esta adición de agua es complicada puesto que el acceso a personal está restringido debido a la concentración letal de gases en el interior de la celda.

En el aparato de la presente invención, una inclinación de la cámara no conlleva ningún problema, puesto que no se usa agua para el sellado. Por el contrario, en el documento US2012/0097050, si se inclina la cámara, la salida de agua del canal de sellado cambia el sellado de la cámara, permitiendo la entrada de gas de la celda y alterando de este modo la determinación del CR. El CO_2 en el interior de la cámara puede solubilizarse en el agua del canal de sellado, alterando el contenido de CO_2 en la atmósfera y generando errores en el cálculo del CR.

De acuerdo con la presente invención, no hay necesidad de un ventilador en el interior de la cámara puesto que el flujo permanente de gas hace su atmósfera uniforme. El documento US2012/0097050 en cambio requiere un ventilador.

La presente invención proporciona solo el uso de una válvula de solenoide sin la instalación de un ventilador en la cámara 12, instalado en el interior de la celda 1. Esto facilita la operación y mantenimiento correctos. Se debe considerar de hecho que en caso de malfuncionamiento el acceso para reparar se hace difícil debido a la composición letal de la atmósfera de la celda 1.

En la presente invención no hay problema en abrir la cámara 12 después de la determinación del CR. Incluso en caso de malfuncionamiento del panel de control 27 en la apertura de la cámara 12, las válvulas 12 y 13 en cualquier caso se abren automáticamente, permitiendo de este modo un flujo normal en la cámara y previniendo el consumo total de O_2 y una fermentación excesiva de las frutas.

Si fuera necesario, la intensidad del flujo de gas en la cámara 12 puede observarse y controlarse de forma permanente desde el exterior de la celda 1 de AC.

El uso de dos o más cámaras en una celda permite determinar el CR de las muestras de diferentes lotes de fruta de la celda con un único análisis del gas de referencia del recipiente 11.

En caso de sospecha de fugas, es posible realizar una prueba de estanqueidad de la cámara 12 y del recipiente 11 durante el período de almacenamiento desde el exterior de la celda 1, con presurización de la cámara 12 y del recipiente 11. En el documento US2012/0097050 esto no es posible, debido a que el sellado a través de la película de agua no permite la presurización.

El aparato de acuerdo con la presente invención no requiere compensación de presión en la cámara 12 debido a que la cámara siempre está bajo una ligera sobrepresión en virtud del constante flujo de gas.

La cámara 12 no requiere una tubería para eliminar el exceso de gas cuando se inyectan O_2 y N_2 debido a que, en la presente invención, no se proporciona la adición de gas en la cámara 12, a diferencia de lo que se describe en el documento US2012/0097050.

El sistema electrónico para determinar el CR y controlar los niveles de O_2 y CO_2 de la celda de AC puede aplicarse a un gran número de celdas (>40) en virtud del gran intervalo (24 horas) entre lecturas consecutivas, lo que no es posible en el sistema descrito en el documento US2012/0097050 que requiere realizar una determinación del CR cada 6 minutos.

El CR nunca es menor de 0,95 como se indica en el documento US2012/0097050, a menos que haya una pérdida de hermeticidad en la cámara 12.

La presente invención comienza con la determinación del CR con concentraciones de O_2 y CO_2 que son próximas a la media diaria, a diferencia del documento US2012/0097050, que comienza con la determinación del CR con cualquier porcentaje de O_2 y CO_2. Durante el día, pueden producirse variaciones de O_2 y CO_2 en la celda 1 debido al consumo de O_2 y la producción de CO_2 para respiración de las frutas e inyección de aire o absorción de CO_2 en la celda, generado por el panel de control 27. En la presente invención, el gas de la celda entra inicialmente en el recipiente 11, en el que se mezcla con un volumen de 200 a 300 litros de gas almacenado. Después de esto, esta mezcla de gases es enviada a la cámara 12, donde están localizadas las frutas. Por ejemplo, si ha habido una variación de O_2 desde 0,20 a 0,35 % en la celda 1, después de una corrección llevada a cabo por el panel de control 27 la concentración de O_2 en el recipiente 11 varía en cambio solo desde 0,25 a 0,30 %. De este modo no hay variaciones bruscas en el O_2 y CO_2 en el gas que entra en la cámara 12, puesto que el recipiente 11 actúa como elemento de compensación. En todas las determinaciones del CR, el proceso comienza con una concentración de O_2 y CO_2 que es próxima al porcentaje medio de la celda 1.

La presente invención ofrece diversas ventajas con respecto al sistema descrito en el documento WO2013125944.

La presente invención proporciona una determinación del CR solo en una o más cámaras localizadas en el interior de una celda, mientras que, en el documento WO2013125944, la determinación del CR se proporciona en la atmósfera de toda la celda.

En la presente invención, con el fin de determinar el CR de las frutas, no hay necesidad de un sellado casi completo de la celda debido a que el CR se determina en una cámara herméticamente cerrada. El sellado de celdas comerciales en una atmósfera controlada disminuye con el tiempo de uso y también hay grandes diferencias de estanqueidad entre las diversas celdas.

En la presente invención, durante la determinación del CR, no se requiere la desconexión del sistema de refrigeración y del sistema de control de gas de la celda de AC, mientras que en el documento WO2013125944 se produce durante cuatro horas.

El hecho de no desconectar el sistema de refrigeración evita el aumento temporal de la temperatura de la fruta almacenada en la celda de AC.

En la presente invención, a diferencia del documento WO2013125944, no son necesarias medidas de la presión interna de la celda y su presurización con nitrógeno durante la determinación del CR; de este modo, el coste de producción de este gas y del sistema para medir y ajustar la presión de la celda de AC se reduce.

La presente invención permite la determinación del CR durante un largo período, de 12 horas (sin flujo de gas en la cámara 12) o de 24 horas o más (con flujo de gas en la cámara 12), en lugar de 4 horas como en el documento WO2013125944. Un mayor período de aislamiento de la celda mejora la eficiencia de la determinación del CR debido a que el CO_2 producido con una respiración aeróbica de la fruta requiere unas pocas horas para estar en equilibrio con el CO_2 disuelto en la savia celular de la pulpa, para liberarse entonces en la atmósfera de la celda.

De acuerdo con la presente invención, no es necesario calibrar los analizadores de O_2 y CO_2 en todas las determinaciones del CR, debido a que la presente invención usa un recipiente de almacenamiento de gas con un gas de referencia, que es analizado al comienzo y al final del período de cierre de la cámara y el CR se calcula con la variación de la concentración de O_2 y CO_2 en la cámara en relación con el gas de referencia del recipiente de

almacenamiento, evitando que las oscilaciones en la lectura de los analizadores en el tiempo interfieran con la eficiencia de la determinación de O_2 y CO_2 y por consiguiente del CR.

En el documento WO2013125944, un error en el sistema de control podría causar un estrés excesivo a toda la fruta almacenada en la celda de AC si la medición del CR no es interrumpida después de las 4 horas prescritas para esta acción. En la presente invención, en caso de error, solo la fruta de la cámara 12 puede verse dañada, evitando el daño a la fruta de la celda 1.

El depósito de gas de la presente invención mantiene los porcentajes iniciales de O_2 y CO_2 más constantes entre las diversas determinaciones del CR. En el documento WO2013125944, los niveles iniciales de O_2 y CO_2 pueden variar enormemente de una determinación a otra, debido a que en un día dado, la determinación del CR podría comenzar inmediatamente después de la corrección de los niveles de O_2 y CO_2 de la celda por el panel de control automático mientras que otro día la determinación del CR podría comenzar directamente antes de esta corrección. Esto causa que la determinación del CR comience con diferentes niveles de O_2 y CO_2 y esto modifica el CR de un día a otro y por tanto conduce a errores en su determinación.

La presente invención ofrece diversas ventajas con respecto al sistema descrito en el documento WO2011113915.

La presente invención proporciona la determinación del CR en una o más cámaras dispuestas en una celda de AC, mientras que el documento WO2011113915 proporciona la determinación del CR en toda la celda de AC.

En la presente invención, el nivel de O_2 en la celda de AC es establece como una función del CR, mientras que en el documento WO2011113915 el nivel de O_2 se establece como una función del CTIG (Cociente de la Tasa de Intercambio de Gas), y del aire que ha entrado en la celda. El CTIG y el aire que ha entrado en la celda se calculan por medio de modelos matemáticos que simulan estos fenómenos. El CTIG se calcula usando el cociente respiratorio y la difusión de los gases a través de la pulpa de la fruta.

La presente invención busca determinar y utilizar la respiración anaeróbica en el almacenamiento, debido a que la formación de ligeros niveles de etanol retrasa la maduración y provoca determinadas alteraciones fisiológicas. Puesto que también proporciona un equilibrio entre la respiración normal (aeróbica) y la respiración anaeróbica (fermentación), el CR debería estar entre 1,3 y 2,0 para manzanas y 4 para caquis. Los niveles óptimos de CR para manzanas se han determinado por medio de pruebas, ilustradas en las figuras 6 y 7.

Por el contrario, el documento WO2011113915 busca determinar el comienzo de la respiración anaeróbica con el fin de evitar la misma con un aumento en el nivel de oxígeno en las celdas de almacenamiento, para así mantener solo la respiración normal (aeróbica) con un CR de aproximadamente 1,0.

La presente invención proporciona la determinación del CR cada 3-10 días, mientras que el documento WO2011113915 determina continuamente el CTIG.

En la presente invención, la falta de estanqueidad en la celda 1 no influye en la determinación correcta del CR, mientras que en el documento WO2011113915 el sellado se calcula en base a un modelo matemático que establece el valor de consigna de O_2, pero puesto que la variabilidad de la hermeticidad al gas de una celda de atmósfera controlada comercial no es predecible, el modelo matemático puede estar sujeto a errores de cálculo. El sellado de las celdas varía como una función del daño de paneles y puertas, el envejecimiento de los materiales de impermeabilización, la edad de las celdas, el cierre imperfecto de puertas, el movimiento y el agrietamiento del suelo: son algunas de las causas que son difíciles de predecir.

En la presente invención, no es necesario calibrar los analizadores de O_2 y CO_2 en todas las determinaciones del CR, en virtud de la presencia del recipiente con gas de referencia, que es analizado al comienzo y al final del período de cierre de la cámara. El CR se calcula con la variación en la concentración de O_2 y CO_2 en la cámara en relación con el gas de referencia en el recipiente de almacenamiento, evitando que las oscilaciones en la lectura de los analizadores en el tiempo interfieran con la eficacia de la determinación de O_2 y CO_2 y, por consiguiente del CR.

En la presente invención, el uso de dos o más cámaras en la misma celda de almacenamiento de AC permite determinar el CR de muestras de diferentes lotes de fruta en la celda. De este modo, el nivel de O_2 de la celda puede ajustarse como una función de los lotes más problemáticos de esta celda.

En la presente invención, el absorbedor de CO_2 no requiere inyección de nitrógeno (lavado), mientras que en el documento WO2011113915 el absorbedor de CO_2 requiere esta inyección.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de control para celdas de atmósfera controlada para almacenar artículos perecederos, que comprende al menos una celda (1) adaptada para contener productos (125) y al menos una cámara (12) dispuesta en el interior de dicha celda (1) y adaptada para contener una cantidad de muestra de dichos productos (125); siendo dicha cámara (12) aislable con respecto a dicha celda (1) y estando conectada a un dispositivo de control (9) adaptado para determinar el cociente respiratorio de dicha cantidad de muestra; estando dicho aparato caracterizado por que este comprende al menos un recipiente (11) dispuesto en el interior de dicha celda (1) y conectado al mismo por un medio de válvula (13), recibiendo dicho recipiente (11) una cantidad de gas de dicha celda (1) y siendo aislable de dicha celda (1); estando dicho recipiente (11) conectado a dicha al menos una cámara (12) con el fin de transmitir un flujo de dicho gas a dicha cámara (12).

2. El aparato según la reivindicación 1, caracterizado por que dicho recipiente (11) es un recipiente (11) de volumen variable.

3. El aparato según la reivindicación 2, caracterizado por que dicho recipiente (11) comprende al menos una pared deformable.

4. El aparato según la reivindicación 1, caracterizado por que este comprende un absorbedor de CO_2 (28) con un sistema de inyección de O_2 automático, un volumen de compensación (41) para equilibrar las variaciones de presión de dicha celda (1), y un analizador de gases (26).

5. El aparato según la reivindicación 1, caracterizado por que dicho recipiente (11) está conectado a dicha cámara (12) por medio de una válvula de retención (29); un tubo flexible (35) que conecta dicha cámara (12) a una primera válvula (14) y a una segunda válvula (15) de dicho dispositivo de control (9); un primer colector (18) que está conectado a una cuarta válvula (17) y a un analizador de gases (26); un segundo colector (19) que está conectado a una tercera válvula (16) y a dicho analizador de gases (26); un tercer colector (20) que está conectado a una segunda válvula (15) y a dicho analizador de gases (26); un cuarto colector (21) que está conectado en un extremo a un primer caudalímetro (23) y en el otro extremo a una bomba de succión (25) con un vacuómetro (24) intercalado; un segundo caudalímetro (22) que está instalado, junto con dicho primer caudalímetro (23), fuera de dicha celda (1).

6. El aparato según la reivindicación 5, caracterizado por que dicho analizador de gases (26) permite detectar y medir los gases O_2 y CO_2; estando dicho analizador de gases (26) provisto de una bomba de vacío que extrae muestras de gas de dicha cámara (12) y dicho recipiente de gas (11) de referencia.

7. El aparato según la reivindicación 6, caracterizado por que este comprende un panel de control electrónico (27) que tiene la función de coordinar la apertura de dichas válvulas (13, 14, 15, 16, 17), la actuación de dicha bomba (25) y la operación de dicho absorbedor (28) de acuerdo con parámetros predeterminados tales como el cociente respiratorio, el tiempo de determinación del CR, los valores de consigna de O_2 y CO_2 de dicha celda (1); estando conectado dicho absorbedor (28) a dicha celda (1) por medio de al menos dos tuberías independientes (50) y que constituyen un absorbedor de CO_2 y un inyector de O_2.

8. Un procedimiento para controlar celdas de atmósfera controlada para almacenar artículos perecederos, caracterizado por que este comprende las etapas de:

insertar una cantidad de muestra de productos contenidos en una celda de almacenamiento (1) en el interior de una cámara (12) que está dispuesta en el interior de dicha celda (1) y está conectada a un recipiente (11); estando dispuesto dicho recipiente (11) en el interior de dicha celda (1) y estando conectado a dicha celda (1) y a dicha al menos una cámara (12);

aislar dicho recipiente (11) y dicha cámara (12) de la celda (1) durante 24-36 horas;

determinar los valores de CO_2 y O_2 en dicha cámara (12);

determinar los valores de CO_2 y O_2 en dicho recipiente (11);

calcular el cociente respiratorio;

comparar el cociente respiratorio calculado con un cociente respiratorio de referencia;

ajustar el valor de consigna del oxígeno;

normalizar el flujo en dicha cámara (12);

determinar y corregir los valores de O_2 y CO_2 de conformidad con los valores de consigna de O_2 y CO_2.

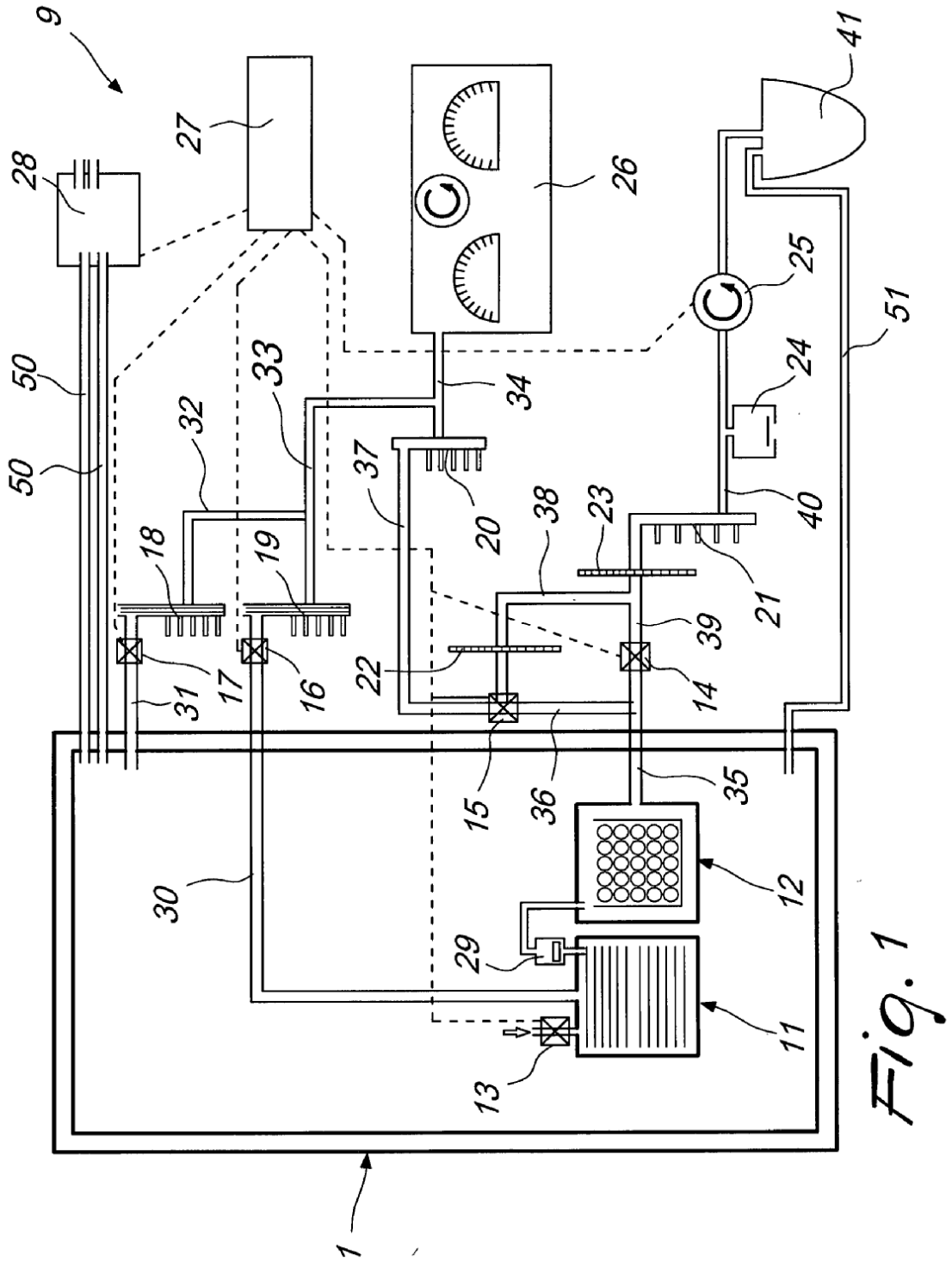

9
28
27
26
41
25
51
24
50
50
32
33
34
37
20
38
23
40
18
19
21
39
22
14
17
16
31
15
36
35
30
12
29
11
13
1

Fig. 1

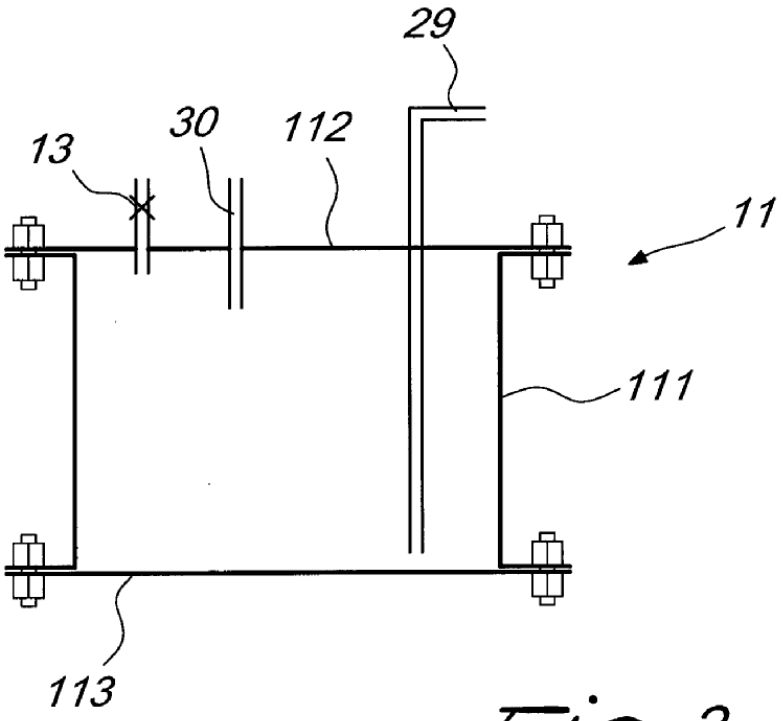


Fig. 2

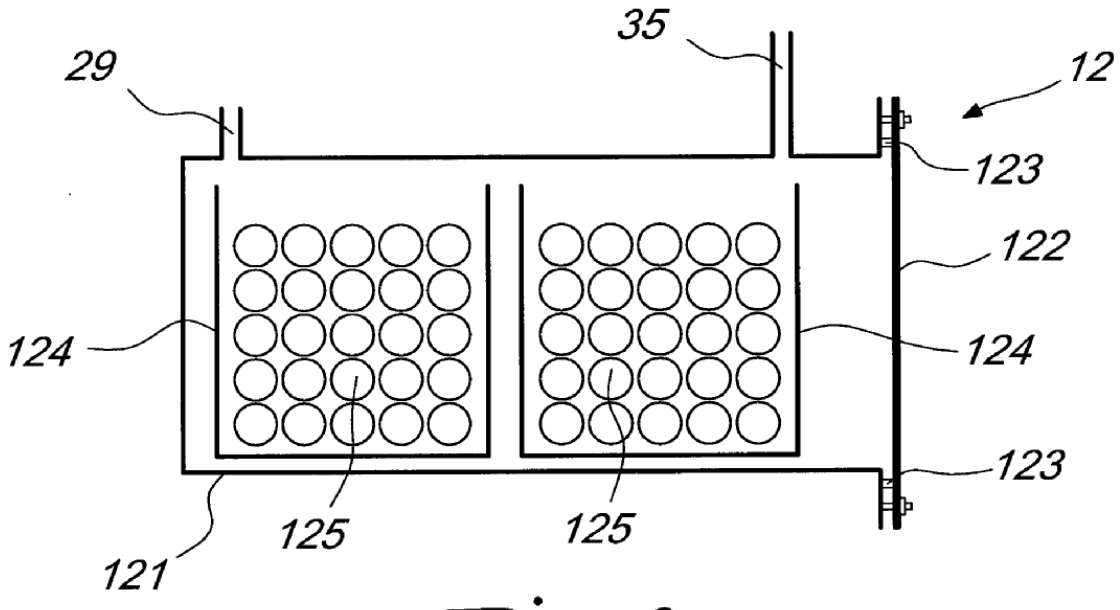


Fig. 3

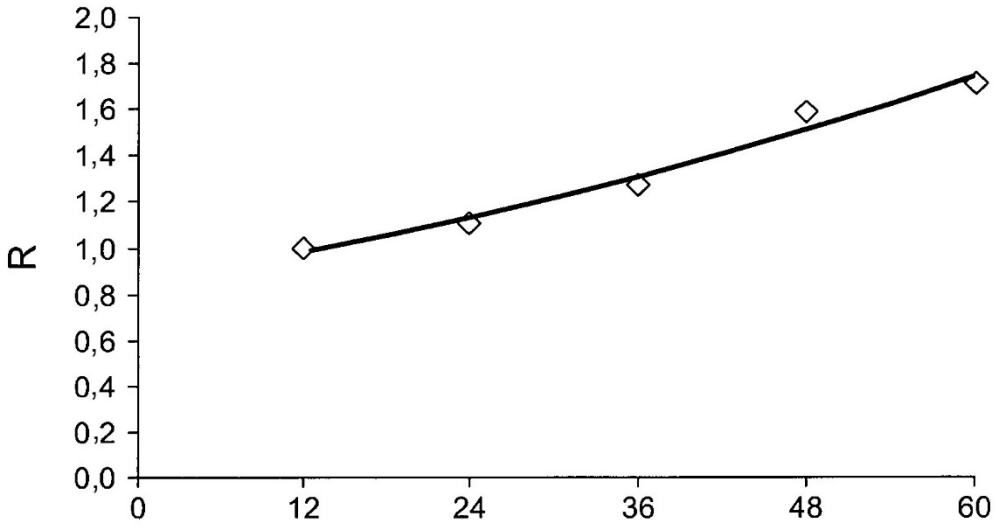


FIG. 4

SIN GAS EN LA CÁMARA

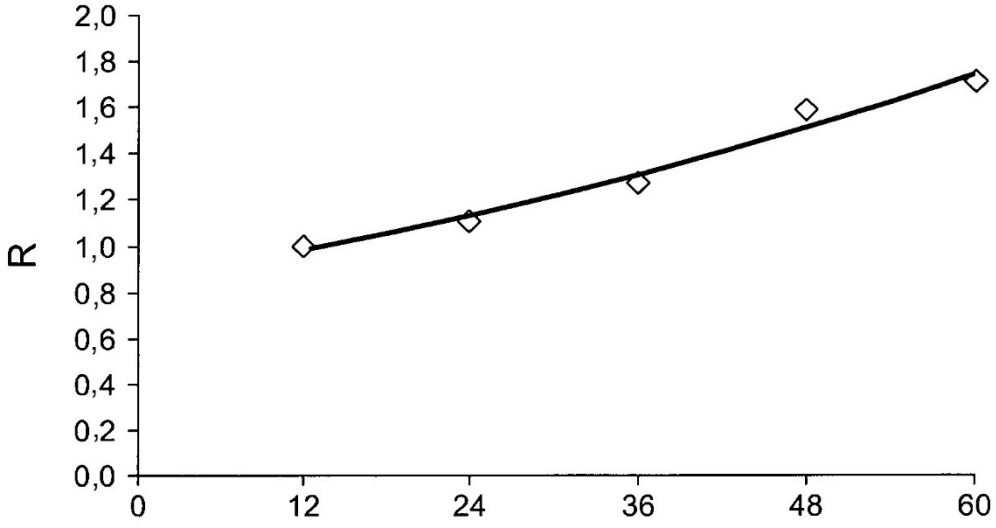
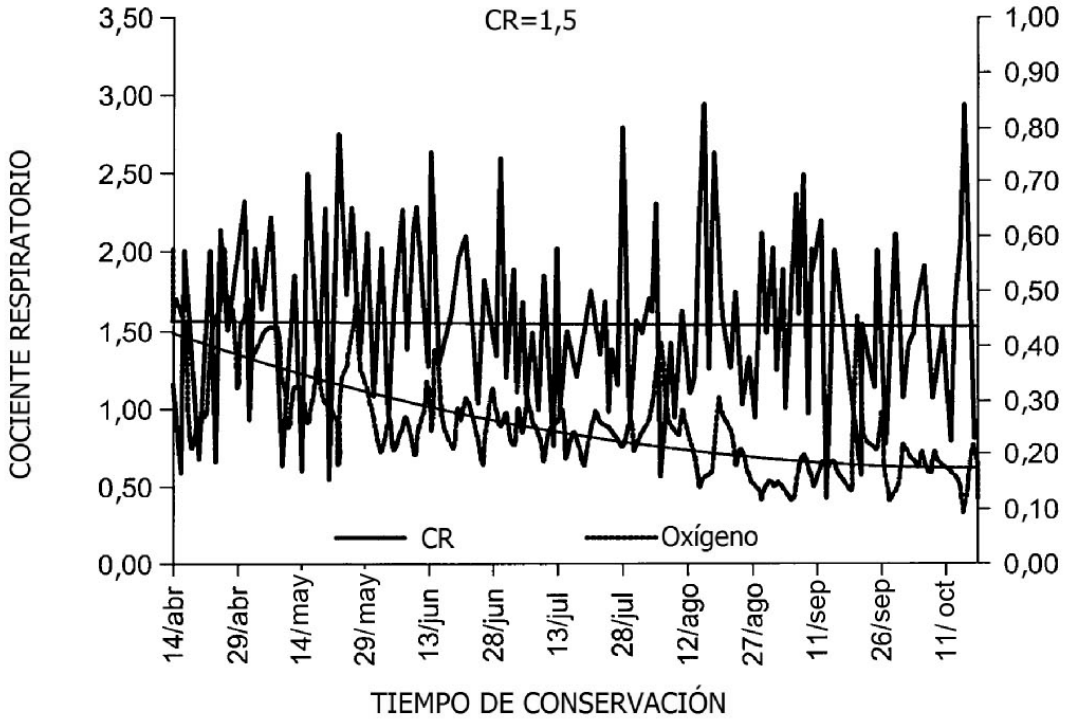


FIG. 5


CR=1,5
COCIENTE RESPIRATORIO
3,50
3,00
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
1,00
0,90
0,80
0,70
0,60
0,50
0,40
0,30
0,20
0,10
0,00
CR
Oxígeno
14/abr
29/abr
14/may
29/may
13/jun
28/jun
13/jul
28/jul
12/ago
27/ago
11/sep
26/sep
11/ oct
TIEMPO DE CONSERVACIÓN

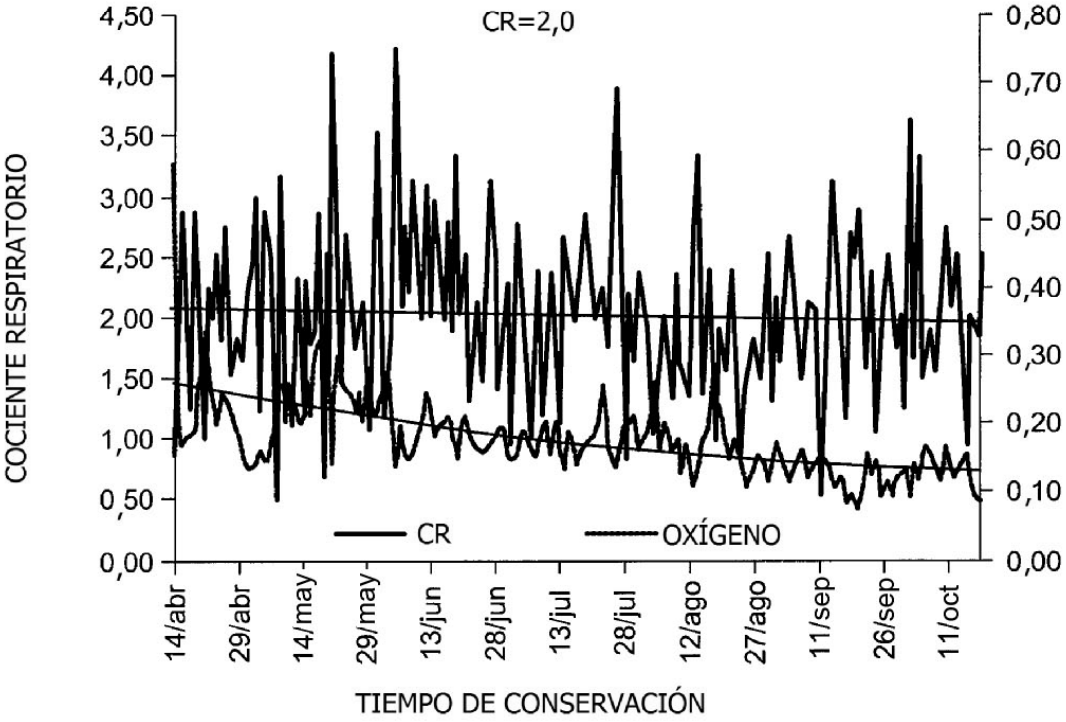

CR=2,0
COCIENTE RESPIRATORIO
4,50
4,00
3,50
3,00
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
0,80
0,70
0,60
0,50
0,40
0,30
0,20
0,10
0,00
CR
OXÍGENO
14/abr
29/abr
14/may
29/may
13/jun
28/jun
13/jul
28/jul
12/ago
27/ago
11/sep
26/sep
11/oct
TIEMPO DE CONSERVACIÓN

Fig. 6

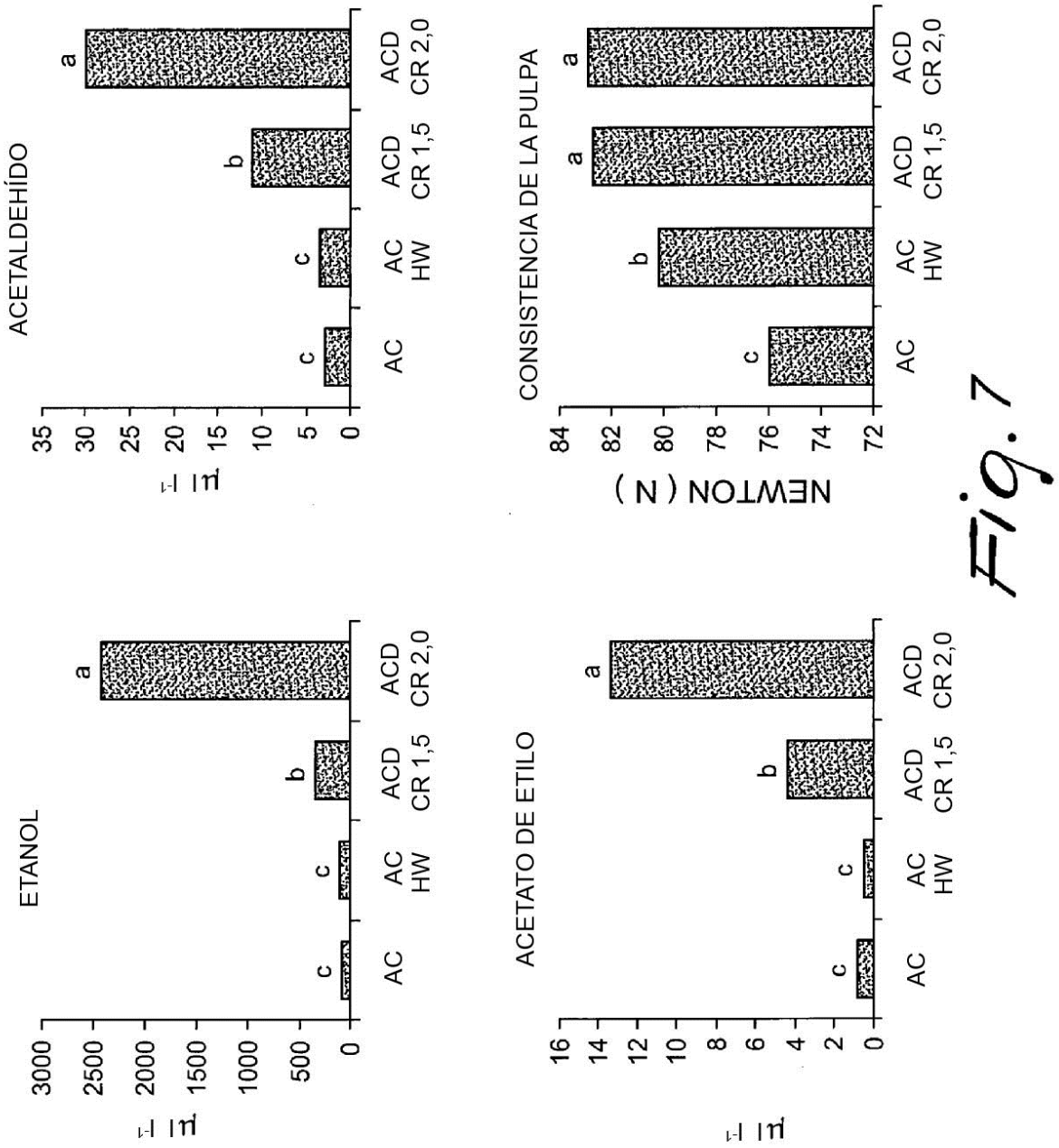

ACETALDEHÍDO
μl l-1
35
30
25
20
15
10
5
0
c
c
b
a
AC
AC HW
ACD CR 1,5
ACD CR 2,0
CONSISTENCIA DE LA PULPA
NEWTON (N)
84
82
80
78
76
74
72
ETANOL
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
ACETATO DE ETILO
16
14
12
10
8
6
4
2
0

Fig. 7

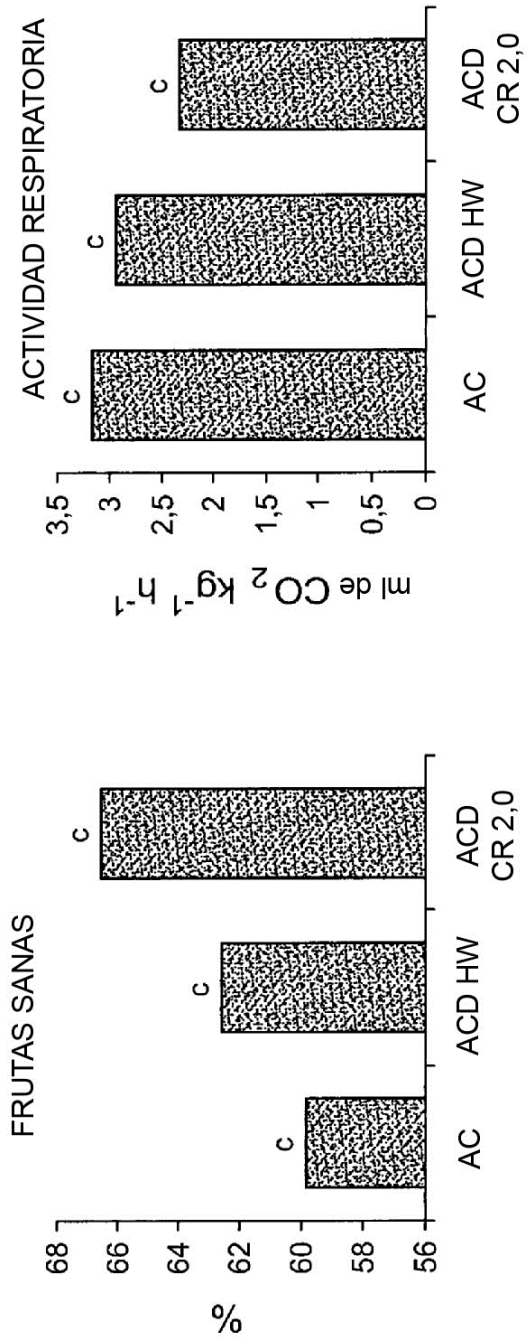

ACTIVIDAD RESPIRATORIA
ml de CO_2 kg^{-1} h^{-1}
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
c
c
c
AC
ACD HW
ACD CR 2,0
FRUTAS SANAS
%
68
66
64
62
60
58
56
c
c
c
AC
ACD HW
ACD CR 2,0

Fig. 8