(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 601 558**

(51) Int. Cl.:

A23G 1/56 (2006.01)
A23G 1/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.10.2007** **PCT/US2007/080528**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **10.04.2008** **WO08043058**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.10.2007** **E 07853789 (1)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.08.2016** **EP 2068641**

(54) Título: **Procedimiento de producción de polvo de cacao de brillo alto y composiciones relacionadas**

(30) Prioridad:

05.10.2006 US 849548 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.02.2017

(73) Titular/es:

OLAM INTERNATIONAL LIMITED (100.0%)
9 Temasek Boulevard, Nr.11-02 Suntec Tower Two
Singapore 038989, SG

(72) Inventor/es:

ANIJS, HARROLD, GLENN y
HEISTEK, RONALD

(74) Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 601 558 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

Procedimiento de producción de polvo de cacao de brillo alto y composiciones relacionadas

Campo de la técnica

Se proporcionan procedimientos para la producción de polvo de cacao de alto brillo. También se divulgan El polvo de cacao producido de acuerdo con dichos procedimientos, así como los productos alimenticios que comprenden dicho polvo de cacao.

Antecedentes

El procesamiento típico de los granos cacao incluye las etapas bien establecidas de fermentación de los granos cosechados, secado de los granos, descascarillado de los granos para producir puntas, esterilización de las puntas, tostado de las puntas, triturado de las puntas, para formar licor de cacao y prensado del licor de cacao para obtener manteca de cacao y polvo de cacao. También se conocen variaciones en este proceso. El polvo de cacao "sometido al proceso holandés" se produce mediante alcalinización antes de tostar. La alcalinización es un proceso por el cual las puntas esterilizadas se calientan en agua en presencia de sodio, potasio, amonio o hidróxido de magnesio o carbonato, por ejemplo, y sin limitaciones al mismo, potasa (K_2CO_3). El proceso de alcalinización típicamente altera el sabor, el color y la solubilidad en agua del polvo de cacao. Las patentes de EE.UU. n.º 4.435.436, 4.784.866 y 5.009.917 describen variaciones del proceso de alcalinización.

La patente de Estados Unidos n.º 4.435.436 describe un procedimiento por el cual se prepara una cacao alcalinizado con un pH de 7,5 o menos. El polvo de cacao en dicha publicación tiene una relación de pH: alcalinidad inferior a 0,046, y, en una escala coordinada de color de Hunter, un valor L de entre 9,0 y 14,0, un valor de "a" de entre 4,0 y 8,0, y un valor de "b" de entre 2,0 y 6,0 (C ($\sqrt{a^2+b^2}$) varía de 4,47 a 10,00 y H (arctan (a/b)) varía de 14,04 a 56,31 usando estos valores indicados).

La patente de Estados Unidos n.º 4.784.866 describe un procedimiento para la alcalinización del cacao en el que el cacao se alcaliniza en 1-3 % en peso del álcali con un tiempo de alcalinización acortado, se lleva a cabo a una temperatura de 60 °C a 100 ºC, en el que el procedimiento de alcalinización es un procedimiento de dos etapas. En la primera etapa, la alcalinización se produce dentro de un recipiente cerrado para minimizar la evaporación de agua. En la segunda etapa, el agua se evapora abriendo el recipiente. El color del polvo de cacao producido mediante alcalinización del licor de cacao en un recipiente cerrado para la primera etapa tenía mediciones de L, a, b de: L = 2,06, a = 5,59 y b = 3,23 (C = 6,46 y H = 30,02) con un pH de 7,2. Un ejemplo comparativo de polvo de cacao producido mediante alcalinización del licor de cacao dentro de un recipiente abierto para la primera etapa tenía lecturas de: L = 6,03, a = 9,40 y b = 7,21 (C = 11,85 y H = 37,49) con un pH de 7,8. El polvo de cacao producido alcalinizando la harina de cacao a 80 ºC dentro de un recipiente cerrado presurizado tenía mediciones de L, a, b de: L = 25,83, a = 15,18 y b = 10,95 (C = 18,72 y H = 35,80). Un ejemplo comparativo de polvo de cacao producido alcalinizando la harina de cacao dentro de un recipiente no presurizado tenía mediciones de L, a, b de: y L = 30,53, a = 13,46 y b = 11,74 (C = 17,86 y H = 41,10).

La patente de EE.UU. no. 5.009.917 describe un procedimiento de alcalinización a alta temperatura por el cual se prepara cacao de color rojo y negro intenso. Los dos polvos de cacao producidos por este procedimiento tenían mediciones de L, a, b de: L = 14,63, a = 7,31 y b = 3,64 (C = 8,17 y H = 26,47) con un pH de 8,0; L = 10,60, a = 2,75 y b = 1,62 (C = 3,19 y H = 30,50) con un pH de 6,4; L = 18,18, a = 9,07 y b = 5,96 (C = 10,85 y H = 33,31) con un pH de 7,76; y L = 15,50, a = 7,07 y b = 4,19 (C = 8,22 y H = 30,65) con un pH de 7,19.

El documento JP 06–098681 A divulga un procedimiento de fabricación de cacao, en el que las puntas de cacao se tratan con una solución alcalina por debajo de la presión normal y a ≤ 100 ºC.

Bispo et al. (J. Food Sci. Technol., 2002, Vol. 39, N. º1, 14–20) divulgan la determinación de parámetros adecuados par5a el procedimiento como el color, el pH y el sabor para la producción de polvo de cacao alcalinizado a partir de gránulos descortezados.

Las exigencias comerciales actuales requieren que un fabricante de polvo de cacao produzca polvo de cacao en una amplia paleta de colores. Actualmente, no hay consenso general en cuanto a la forma de producir un polvo de cacao consistentemente brillante de una tonalidad deseable, especialmente un producto altamente alcalinizado de alto brillo.

Sumario

Se divulgan polvos de cacao brillantes que son fuertemente alcalinos, pero que todavía tienen un marcado color más brillante que todos los demás polvos altamente alcalinizados. Los polvos se alcalinizan fuertemente, los polvos de cacao oscuro con un valor de coordenadas de color L entre 11 y 16, preferentemente a un pH > 7,0 y se caracterizan por un alto brillo expresado por un valor de la coordenada de color C entre 22 y 25 y un valor de H de entre 45 y 50 o 39 y 44. Para obtener estos polvos brillantes, la temperatura promedio de la reacción de la punta o los granos de cacao descortezados (o descascarillados) durante el proceso de alcalinización es de entre 50 ºC y 70 ºC. Durante la

alcalinización, esencialmente no se añade vapor a los granos de cacao, cuando se añade vapor o se añaden cantidades mínimas de vapor que no afecten sustancialmente a los valores generales de L, C o H (CIE 1976) del producto final de polvo de cacao para dar un producto fuera de las tolerancias de C entre 20 y 25 y L entre 11 y 16, y un valor de H entre 45 y 50 o 39 y 44. Variando el contenido de humedad y el flujo de aire durante el procedimiento de alcalinización, se puede obtener una tonalidad amarillo-marrón o rojo-marrón.

Se divulga un procedimiento de alcalinización de granos de cacao de acuerdo con la reivindicación 1. El procedimiento comprende esterilizar los granos de cacao descascarillados (por ejemplo, puntas) calentando los granos; alcalinizar los granos en una mezcla alcalinizante que comprende granos, álcali (por ejemplo, potasa) y agua, a una temperatura promedio de 50 ºC o 55 ºC a 70 ºC; y, preferentemente, tostar los granos. En una realización, los granos se alcalinizan a una temperatura, típicamente a una temperatura promedio de alcalinización, aproximadamente 60 ºC. De acuerdo con la invención, la temperatura de alcalinización inicial es de 50 a 85 ºC y el flujo de aire se minimiza, y esencialmente no se añade vapor a la mezcla de alcalinización. Los granos de cacao alcalinizados se procesan adicionalmente en un polvo de cacao que tiene valores de color de L inferiores a 16, de C superiores a 20 y de H de 35 a 55, determinado de acuerdo con las normas CIE 1976; y un pH superior a 7,0.

Normalmente, los granos se esterilizan mínimamente y, en ciertas realizaciones, especialmente en la producción de polvos de color marrón, una cantidad mínima de aire se inyecta en la mezcla de alcalinización durante la alcalinización suficiente para enfriar la mezcla de alcalinización de 50 ºC o 55 ºC en una realización, o a aproximadamente 70 ºC en otra realización con el fin de alcanzar un grado de oxidación deseado. La cantidad de aire inyectado en el recipiente de alcalinización se describe en unidades de ml/minuto por kilogramo de granos de cacao (ml/min/kg) o ml/minuto por 2.5 kilogramos de granos de cacao (ml/min/2,5 kg), en el que la expresión "granos de cacao" incluye puntas de cacao y otras formas de granos de cacao descortezados. Sin limitaciones, la cantidad mínima de aire se refiere típicamente a menos de aproximadamente 3.000 ml/minuto por 2,5 kg de granos de cacao y, más típicamente, de aproximadamente 240 ml/minuto a aproximadamente 720 ml/minuto por 2,5 kg de granos de cacao. Se divulga la adición de una cantidad mínima de aire comprende la adición de aire a la mezcla de alcalinización para enfriar la mezcla alcalinizada a entre de 50 ºC a aproximadamente 70 ºC y mantener la temperatura de la mezcla de alcalinización entre de 50 ºC a aproximadamente 70 ºC y esencialmente sin añadir aire adicional a la mezcla.

El procedimiento puede comprender además moler los granos para producir licor de cacao; prensar los granos para producir una torta de prensado de polvo de cacao y manteca de cacao; y moler la torta de prensado de polvo de cacao para producir polvo de cacao. El polvo de cacao se puede incorporar en cualquier producto alimentario adecuado, incluyendo, sin limitaciones: chocolate, chocolate negro, chocolate con leche, chocolate semidulce, chocolate de repostería, trufas, barras de caramelo, jarabe aromatizante, recubrimiento para confitería, bebidas, leche, helado, leche de soja, tortas, galletas, pasteles, barras dietéticas, alimentos sólidos y bebidas sustitutos de la harina, barritas energéticas, virutas de chocolate, yogur, pudín, espuma y mole.

Se divulga polvo de cacao alcalinizado preparado de acuerdo con cualquiera de las los procedimientos descritos anteriormente. El polvo de cacao está altamente alcalinizado, que tiene típicamente un pH de más de aproximadamente 7,0. El polvo de cacao típicamente cumple uno o más de los siguientes criterios y en una realización todos los siguientes criterios:

un valor L de menos de aproximadamente 16, y en una divulgación, menor que aproximadamente 14;
un valor C mayor de aproximadamente 20, y en una divulgación, mayor de aproximadamente 22; y
un valor de H de entre aproximadamente 35 y aproximadamente 55, y en una divulgación, entre 39 y 50.

En otra realización adicional se divulga un procedimiento de fabricar un producto alimentario que contiene polvo de cacao. El procedimiento comprende incorporar un polvo de cacao descrito en el presente documento en un producto alimentario de acuerdo con una receta para preparar el producto alimentario. En una divulgación adicional se describe un producto alimentario preparado de acuerdo con el procedimiento de fabricar un producto alimentario que contiene polvo de cacao (receta). El producto alimentario puede ser, sin limitaciones: chocolate, chocolate negro, chocolate con leche, chocolate semidulce, chocolate de repostería, trufas, barras de caramelo, jarabe aromatizante, recubrimiento para confitería, bebidas, leche, helado, leche de soja, tortas, galletas, pasteles, barras dietéticas, alimentos sólidos y bebidas sustitutos de la harina, barritas energéticas, virutas de chocolate, yogur, pudín, espuma y mole.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama esquemático de una realización de una unidad de alcalinización útil en los procedimientos descritos en el presente documento.

La figura 2 es un gráfico tridimensional comparando diversas realizaciones de los polvos brillantes descritos en el presente documento con los polvos comerciales.

La figura 3 es un gráfico de la temperatura de esterilización en el tornillo de esterilización TS04 como una función del tiempo.

La figura 4 es un gráfico de la presión promedio de vapor en un calentador VH01 como una función del tiempo.

La figura 5 es un gráfico de la tendencia histórica de la temperatura promedio del álcali antes de la dosificación.

La figura 6 muestra la temperatura de alcalinización de la carga de la punta dentro de los mezcladores, en los que un gráfico de la tendencia histórica se muestra como una función del tiempo para la carga n.º 1 en el mezclador n.º 2 (Fig. 6a), cargue n.º 2 en el mezclador n.º 4 (Fig. 6b), la carga n.º 3 en el mezclador n.º 5 (Fig. 6c), la carga n.º 4 en el mezclador n.º 6 (Fig. 6d), la carga n.º 5 en el mezclador n.º 1 (Fig. 6e), la carga n.º 6 en el mezclador n.º 2 (Fig. 6f), la carga n.º 7 en el mezclador n.º 3 (Fig. 6 g), la carga n.º 8 en el mezclador n.º 4 (Fig. 6 h), la carga n.º 9 en el mezclador n.º 5 (Fig. 6i), la carga n.º 10 en el mezclador n.º 6 (Fig. 6j), la carga n.º 11 en el mezclador n.º 1 (Fig. 6K), y la carga n.º 12 en el mezclador n.º 2 (Fig. 6i).

La figura 7 muestra el cambio en las mediciones del color como una función del tiempo. La Figura 7a es un gráfico de la coordenada de color L frente al tiempo. La Figura 7b es un gráfico de la coordenada de color C frente al tiempo. La Figura 7c es un gráfico de la coordenada de color H frente al tiempo.

La figura 8 es una curva de enfriamiento viscosimétrico de la mantequilla Y bruta (mantequilla RY), en la que T denota el par (mNm) y t denota el tiempo (min).

La figura 9 es una curva de enfriamiento de DSC-Young de la mantequilla Y bruta (mantequilla RY).

La figura 10 es una curva de enfriamiento de Shukoff de la mantequilla Y bruta (mantequilla RY).

La Figura 11 muestra la temperatura de alcalinización de la carga de la punta dentro de los mezcladores, en la que un gráfico de la tendencia histórica se muestra como una función del tiempo para la carga n. º 1 (Fig. 11a), la carga n. º 2 (Fig. 11b), la carga n. º 3 (Fig. 11c), la carga n. º 4 (Fig. 11d) y la carga n. º 5 (Fig. 11e).

La figura 12 muestra gráficos de las coordenadas de color para el licor de cacao producido desde las 18:00 a 02:00 h. La Figura 12a es un gráfico de L frente al tiempo. La Figura 12b es un gráfico de C frente al tiempo. La Figura 12c es un gráfico de H frente al tiempo.

La figura 13 muestra gráficos de las coordenadas de color para el polvo de cacao producido desde las 18:00 a 02:00 h. La Figura 13a es un gráfico de L frente al tiempo. La Figura 12b es un gráfico de C frente al tiempo. La Figura 13c es un gráfico de H frente al tiempo.

La Figura 14 muestra gráficos del licor de cacao y puntas como una función del tiempo. La Figura 14a es un gráfico de la temperatura del licor marrón brillante como una función del tiempo durante el almacenamiento en un depósito. La Figura 14b es un gráfico de la temperatura de las puntas en el precalentador.

La figura 15 es una curva de enfriamiento viscosimétrico de la mantequilla ZB bruta.

La figura 16 es una curva de enfriamiento Shukhoff de la mantequilla ZB bruta.

La figura 17 es una curva de enfriamiento de DSC Young de la mantequilla ZB bruta.

La figura 18 muestra gráficos de la mezcla de álcali y puntas como una función del tiempo. La figura 18 muestra un gráfico de la mezcla álcali frente al tiempo. La Figura 18b es un gráfico de la temperatura de las puntas en el precalentador.

La figura 19 muestra la temperatura de alcalinización de la carga de la punta dentro de los mezcladores, en la que un gráfico de la tendencia histórica se muestra como una función del tiempo para la carga n.º 2 del mezclador (Fig. 19a), la carga n.º 6 del mezclador (Fig. 19b), la carga n.º 7 del mezclador (Fig. 19c), la carga n.º 12 del mezclador (Fig. 11d) y la carga n.º 15 del mezclador (Fig. 19e).

La figura 20 es un gráfico de la temperatura de una realización del licor marrón brillante como una función del tiempo durante el almacenamiento en un depósito.

La figura 21 muestra las mediciones del color y el pH para cada carga del mezclador. La figura 21a es un gráfico de L frente al n. º de carga del mezclador. La figura 21b es un gráfico de C en función del n. º de carga del mezclador. La figura 21c es un gráfico de H frente al n. º de carga del mezclador. La figura 21d es un gráfico del pH frente al n. º de carga del mezclador. La figura 22 es una curva de enfriamiento visosimétrico de la mantequilla ZB bruta.

La figura 23 es una curva de enfriamiento de Shukhoff de la mantequilla ZB bruta.

La figura 24 es una curva de enfriamiento de DSC Young de la mantequilla ZB bruta.

En una realización, se divulga un procedimiento para la producción de polvos de cacao brillantes, altamente alcalinizados de acuerdo con la reivindicación 1. El procedimiento comprende, por ejemplo y sin limitaciones, calentar los granos de cacao descortezados hasta aproximadamente 100 ºC durante menos de aproximadamente

una hora, y, en una realización, aproximadamente 30 minutos, para esterilizar los granos o las puntas. En un ejemplo no limitante, los granos se mezclan con agua y un agente alcalinizante, tal como, sin limitaciones, potasa, y se enfrían a entre 5º ºC y 70 ºC, típicamente de aproximadamente 55 ºC a aproximadamente 65 ºC, y en una realización, a aproximadamente 6 ºC, y la alcalinización se realiza con los granos a esa temperatura. En otro ejemplo no limitante, los granos se enfrían a entre 65 ºC y 85 ºC, se añade álcali y la alcalinización se continúa a entre 55 ºC y 60 ºC. Durante la alcalinización, se añade una cantidad mínima de aire según sea esencialmente necesario para enfriar la mezcla de alcalinización a desde 50 ºC a 70 ºC y mantener la mezcla alcalinización mezcla a dicha temperatura durante la etapa de alcalinización. La adición de una cantidad mínima de aire puede comprender la adición de aire a la mezcla de alcalinización para enfriar la mezcla alcalinizada a entre aproximadamente 50 ºC y aproximadamente 70 ºC y mantener la temperatura de la mezcla de alcalinización entre aproximadamente 50 ºC y aproximadamente 70 ºC y esencialmente sin añadir aire adicional a la mezcla, donde no se añade ninguna cantidad o cantidades triviales de aire adicional que no afecta sustancialmente a los valores globales de color del producto final de polvo de cacao para producir un producto fuera de las tolerancias de color críticas (por ejemplo, los valores L, C o H (CIE 1976) del producto final de polvo de cacao no están fuera de las tolerancias de C > 20 o 22 y L <16 y H de aproximadamente 35 a aproximadamente 55).

Después de alcalinización, los granos se tuestan hasta que se secan, típicamente a una temperatura de aproximadamente 100 ºC a aproximadamente 125 ºC, y se muelen hasta obtener un licor de cacao y se prensan en una torta de prensado de polvo de cacao y manteca de cacao. La torta de prensado se muele finamente para producir polvo de cacao. Este proceso produce polvos de cacao inusualmente brillantes y, por lo general, de color rojo, marrón y rojo-marrón.

Tal como se utiliza en el presente documento, la expresión "polvo de cacao brillante" generalmente se refiere a polvo de cacao con un valor de C mayor de aproximadamente 16,0, 17,0, 18,0, 19,0, 20,0, 21,0 y 22,0 o superior, incluidos los intervalos entre esos valores. Los términos "rojo" o "más rojo" son términos relativos y se refieren a un polvo de cacao con un valor de H aproximadamente en el intervalo de aproximadamente 40 a aproximadamente 45 (CIE 1976) que tiene un valor H menor que otro, polvo de cacao de referencia. Los términos "marrón" y "más marrón" son términos relativos y se refieren a un polvo de cacao con un valor de H aproximadamente en el intervalo de aproximadamente 45 a aproximadamente 55 (CIE 1976) que tiene un valor de H mayor que otro, polvo de cacao de referencia.

Tal como se utiliza en el presente documento, los términos "esencialmente" o "sustancialmente" se utilizan como modificadores de cualquier limitación indicada para incluir valores para dicha limitación que se desvían de los valores indicados, pero solo se desvían en la medida en que el producto final deseado está dentro de las tolerancias deseadas y/o indicadas. Por lo tanto, en el contexto de un procedimiento, una condición de procedimiento se puede variar trivialmente en la medida en que el producto final indicado o el resultado del procedimiento se encuentran dentro de las tolerancias indicadas y/o aceptables. Por ejemplo, la adición de "esencialmente sin vapor" a un procedimiento de alcalinización puede incluir la adición de vapor, pero solo en la medida en que el producto final indicado permanece dentro de las tolerancias indicadas. En el contexto de una composición, un valor puede desviarse trivialmente de un valor indicado aceptable de modo que el carácter general de la composición sea el mismo como producto. Los términos "esencialmente" y "sustancialmente" se pueden utilizar en el caso de un valor de cero para indicar que las desviaciones triviales de la nulidad no afectarán a un resultado de un procedimiento o a la calidad o composición de un producto.

En una realización, el material de partida para las reacciones descritas en el presente documento se denomina "granos de cacao descortezados", que hace referencia a cualquier fracción/producto de grano de cacao adecuado que tenga las cáscaras eliminadas sustancialmente, típicamente rotas y ventiladas. Entre los ejemplos no limitantes de granos de cacao descortezados se incluyen, pero no están limitados a, puntas, pepitas y cotiledones. Los granos de cacao descortezados contienen típicamente una pequeña fracción de cáscaras contaminantes, dentro de las tolerancias aceptables comercialmente. Ningún procedimiento de descortezado es 100 % completo.

En los procedimientos descritos en el presente documento, los granos de cacao descortezados se esterilizan mediante calor, incluyendo, sin limitaciones, vapor, aire caliente o calentamiento por contacto. La esterilización puede llevarse a cabo a entre aproximadamente 95 ºC a aproximadamente 105 ºC durante menos de una hora, y. en otra realización, desde aproximadamente 20 a aproximadamente 30 minutos, siendo los tiempos de esterilización más largos más frecuentes con las esterilizaciones de menor temperatura.

La alcalinización se puede realizar a una temperatura de alcalinización entre aproximadamente 50 ºC a aproximadamente 85 ºC, de acuerdo con la reivindicación 1, y los intervalos entre esos valores, incluyendo, pero sin limitaciones, de 50 ºC a aproximadamente 70 ºC y aproximadamente 60 ºC. Las mezclas de alcalinización se conocen en la técnica y pueden comprender agua y sodio, potasio, amonio o hidróxido o carbonato de magnesio, por ejemplo, y sin limitaciones potasa (K_2CO_3). En una realización no limitante, la mezcla de alcalinización añadida a los granos esterilizados comprende agua y aproximadamente 6 % (en peso de granos de cacao) de un 50 % en peso de solución de potasa.

Tal como se utiliza en el presente documento, el término "temperatura de alcalinización" se refiere a cualquier temperatura o intervalo de temperaturas alcanzadas por las puntas durante el procedimiento de alcalinización. El

procedimiento de alcalinización comienza cuando se añade el álcali a las puntas. La expresión "temperatura de alcalinización" se puede modificar para hacer referencia a diversas temperaturas en puntos de tiempo durante todo el procedimiento de alcalinización. Por ejemplo, "temperatura inicial de alcalinización" se refiere a la temperatura al comienzo del procedimiento de alcalinización cuando se añade el álcali y "temperatura de alcalinización promedio" es una temperatura promedio durante todo el período de tiempo de la alcalinización.

Como se usa en el presente documento, las expresiones "temperatura del producto" y "temperatura de la punta" hacen referencia a la temperatura de las puntas. La temperatura del producto puede hacer referencia a la temperatura de las puntas en cualquier punto durante el procedimiento de producción del cacao, tales como, sin limitaciones, durante la esterilización, después de la esterilización, antes de alcalinización, durante la alcalinización, después de la alcalinización y durante el procedimiento por lotes. En la mayoría de las realizaciones, la "temperatura de la punta antes del álcali" es similar o idéntica a la "temperatura inicial de alcalinización".

En los procedimientos descritos en el presente documento, para lograr los colores más brillantes, se pueden limitar ciertos parámetros del procedimiento. Aunque el procedimiento de alcalinización da un producto altamente alcalino con un pH de más de 7,0 y, a menudo, más de 7,5, la temperatura de alcalinización y el flujo de aire se reducen al mínimo y esencialmente no se añade vapor en la mezcla de alcalinización. A pesar del deseo de reducir el flujo de aire y la temperatura de la alcalinización, la cantidad de álcali (típicamente potasio) en la solución de alcalinización (puntas más el componente líquido) normalmente es alta, comprendiendo la solución más de 2 %, más de 3 %, más de 4 % o más de 5 % e incluso del 6 % o más para producir el producto altamente alcalinizado. En la práctica, el aumento de las cantidades de aire y vapor en la mezcla de alcalinización conduce a un producto "más gris" a pesar de que el aumento de aire típicamente da lugar a un producto más rojo y el vapor se utiliza para inhibir las reacciones de pardeamiento de Maillard. Por lo tanto, se dice que los granos están alcalinizados "esencialmente sin vapor y con una cantidad mínima de aire", es decir, en una realización de la presente invención, no se añade vapor o se añade una cantidad trivial de vapor a la mezcla de alcalinización y solo se añade suficientemente aire para enfriar la mezcla a la temperatura de alcalinización deseada y/o para mantener la temperatura de la mezcla de alcalinización dentro de un intervalo de temperaturas deseado.

En una realización adicional, otro parámetro del procedimiento que ayuda a conseguir una coloración óptima del polvo de cacao es reducir al mínimo la esterilización de los granos o puntillos antes de la alcalinización. Las frases "mínimamente esterilizado", "reducir al mínimo la esterilización" y frases similares significan que los granos descortezados se calientan esencialmente únicamente durante el tiempo suficiente y a una temperatura lo más baja posible con el fin de esterilizar los granos sustancialmente suficientemente para su posterior procesamiento, es decir, para cumplir con las normas de fabricación mínimas para la esterilidad. Los granos pueden esterilizarse durante tiempo adicional, en cantidades triviales, y todavía entran dentro de la definición de "mínimamente esterilizados", lo que significa que se cumplen los parámetros de color críticos (tales como, sin limitaciones, C superior a 20) a pesar del tiempo de esterilización adicional. Como ejemplo, se puede conseguir una esterilización adecuada a una temperatura de aproximadamente 100 ºC durante aproximadamente 30 minutos, aunque se espera que las temperaturas más altas requieran menos tiempo para lograr un grado deseado de esterilidad (por ejemplo 110 ºC durante 25 minutos) y se espera que las temperaturas menores requieran tiempos más largos para alcanzar niveles adecuados de esterilidad (por ejemplo, 90 ºC durante 35 minutos).

Tal como se usa en el presente documento, el flujo de aire en un recipiente de alcalinización se expresa en términos de volumen/tiempo/masa (volumen por unidad de tiempo por unidad de masa, por ejemplo, y sin limitaciones, mililitros por minuto por kilogramo), donde la masa se refiere a la masa de los granos de cacao. A menos que se indique lo contrario, los valores del flujo de aire son promedios de un período de tiempo. El flujo de aire útil varía desde un intervalo de aproximadamente 240 a aproximadamente 3.000 ml/min/kg, y, más típicamente, de aproximadamente 240 a aproximadamente 720 ml/min/kg de granos de cacao. Sin embargo, la cantidad de aire inyectado, primero es una cantidad eficaz para disminuir la temperatura de la mezcla de alcalinización desde la temperatura de esterilización a la temperatura de alcalinización inferior, bien antes de añadir el álcali o bien después de añadir el álcali, y segundo, una cantidad suficiente para oxidar los granos pero insuficiente para provocar aclaramiento (valor L incrementado).

El polvo de cacao está altamente alcalinizado y tiene un pH superior a 7,0, por lo que es conveniente para muchos fines comerciales, incluyendo, sin limitación, los productos alimentarios. Entre los ejemplos de productos alimentarios se incluyen, aunque sin limitaciones: chocolate, chocolate negro, chocolate con leche, chocolate semidulce, chocolate de repostería, trufas, barras de caramelo, jarabe aromatizante, recubrimiento para confitería, bebidas, leche, helado, mezclas de bebidas, cócteles de frutas, leche de soja, tortas, galletas, pasteles, barras dietéticas, alimentos sólidos y bebidas sustitutos de la harina, barritas energéticas, virutas de chocolate, yogur, pudín, espuma y mole. Por tanto, se proporcionan productos alimentarios, tales como, sin limitaciones, los productos descritos anteriormente, preparados con un polvo de cacao de color rojo brillante divulgados en el presente documento.

También se divulgan en el presente documento polvos de cacao altamente alcalinizados que tienen un brillo extraordinario, tal como se prepara, por ejemplo, y sin limitaciones, mediante los procedimientos descritos en el presente documento. Los polvos son polvos de cacao oscuro fuertemente alcalinizados con un valor de la coordenada de color L entre 11 y menos de 16, preferentemente un pH mayor que 7,0, y exhiben un brillo alto

expresado por un valor de la coordenada de color C entre 22 y 25. Los valores de H (CIE 1976) por lo general entran en la gama de rojo a marrón de entre 45 y 50 o 39 y 44.

Se conoce un número de procedimientos objetivos para medir el color de los polvos, tales como polvo de cacao. En un procedimiento, el sistema de color de Hunter o CIE 1976 (CIELAB) y sistemas similares, el color se puede describir en términos de tres parámetros: Aclaramiento (L), el aspecto claro u oscuro de un color. Cuanto menor es el valor L, más oscuro parecerá el polvo de cacao; intensidad cromática (C), la intensidad de un color por el cual se distingue un color brillante o gris, en el que cuanto mayor es el valor C, más brillante será el polvo; y la tonalidad (H) en referencia al color en el habla coloquial, tal como rojo, amarillo o azul. Para los polvos de cacao, un valor de H bajo indica un color rojo y un valor de H alto indica un color marrón.

El sistema de color CIE 1976 describe los colores en términos de las coordenadas L, "a*" y "b*". La coordenada L es consistente con el valor de luminosidad, y de las coordenadas a* y b*, la intensidad cromática y la tonalidad se pueden calcular como sigue:

$$C^* = \sqrt{(a^{*2} + b^{*2})}$$

$$H = \arctan(b^*/a^*).$$

El color del espectro es el resultado de la fuente de luz y la superficie reflectante. Para una buena medida reproducible del color, es esencial que se estandarice la fuente de luz. Hay dos enfoques básicos para la medición del color: visualmente o mediante instrumentación. Hay una tendencia humana natural a confiar solamente en "los propios ojos." Por esta razón, con frecuencia se sigue juzgando los colores solo visualmente. Para poder hacer esto de manera reproducible, hay que cumplir ciertas condiciones estándar:

la fuente de luz, por ejemplo y sin limitaciones, una fuente de luz estándar CIE;

las posiciones de la muestra, en relación con la fuente de luz, que están preferentemente, en un ángulo de 45° entre sí;

el entorno de la muestra, uniforme y preferentemente de color gris;

la distancia entre los ojos y la muestra y la posición de los ojos en relación con la muestra; y

el tamaño de la muestra.

En la práctica, principalmente se usan armarios de color con fuentes de luz estándar para las determinaciones visuales del color. Habitualmente se usan medidores del color y espectrofotómetros para las lecturas del color del instrumento. Las mediciones de color de los instrumentos se hicieron en los ejemplos en el presente documento utilizando un espectrofotómetro de color Datacolor Spectraflash 500 de la forma descrita en el presente documento. A menos que se indique lo contrario, los valores de color descritos en los ejemplos, y todas las referencias en el presente documento a los valores de color L, C, H, a y b (a* y b*, respectivamente), son lecturas que se obtendrían cuando se utiliza el espectrofotómetro de color Datacolor Spectraflash 500. Los parámetros de color descritos en el presente documento se refieren a los parámetros L, C, H que se pueden calcular a partir de las lecturas de L, a y b lecturas de acuerdo con el sistema CIE 1976. Los valores de color citados en el presente documento son aproximados en el sentido de que las mediciones del color pueden variar de un espectrofotómetro a otro, típicamente en el intervalo de ± 0,5 para los valores de L, C y H. Por lo tanto, los valores indicados para L, C y H pretenden incluir tales variaciones inherentes entre los espectrofotómetros. Los valores del color, a menos que se indique lo contrario, se obtienen de muestras de tortas de cacao pulverizadas (después de prensar para eliminar la manteca de cacao) en agua, por ejemplo, y sin limitaciones, como se describe en el presente documento en el Ejemplo 1.

Los polvos de cacao descritos en el presente documento son distinguibles de otros polvos disponibles por su tonalidad, brillo y oscuridad distintos. Como se muestra en el presente documento, los polvos altamente alcalinizados (ya que tiene un pH mayor que 7,0) producidos mediante los procedimientos descritos en el presente documento tienen típicamente lecturas de L de menos de aproximadamente 16 o 14; C lecturas mayores que aproximadamente 20 o 22 o 23; y valores de H de entre aproximadamente 39 y aproximadamente 50, donde H es típicamente es menos de aproximadamente 45 para el cacao más rojo, y más de aproximadamente 45 para el cacao más marrón, medidos de la forma descrita en el presente documento.

Ejemplos

Con los ejemplos siguientes se pretende ilustrar realizaciones de ejemplo de la presente invención

Medición del color: a menos que se indique lo contrario, todas las mediciones del color se llevan a cabo como sigue. La evaluación del color intrínseco instrumental del polvo de cacao como una suspensión en agua o en una suspensión de pigmento blanco se expresa en los valores de L*, C* y H medidos con un espectrofotómetro de color. Los valores de L*–, a* y b* se calculan a partir de los valores de X, Y y X CIE usando las ecuaciones de

CIE 1976. Los valores de C* y h se calculan a partir de los valores de a* y b* de acuerdo con lo siguiente:

$$C^* = \sqrt{(a^{*2} + b^{*2})}$$

$$H = \arctan(b^*/a^*).$$

Valor L*, la coordenada de luminosidad/oscuridad, un valor bajo indica un color oscuro, un valor alto indica un color claro.
Valor a*, la coordenada roja/verde, indicando +a* rojo y -a* indica verde.
Valor b*, la coordenada amarilla/azul, indicando +b* amarillo y -b* indica azul.
Valor C*, la coordenada de la intensidad cromática, indica brillo. Un valor más alto indica un color más brillante.
Valor h, el ángulo de la tonalidad, un valor más bajo indica mayor intensidad de rojo, un valor más alto mayor intensidad de amarillo.

La diferencia de color entre las muestras de polvo de cacao se puede expresar usando la siguiente ecuación:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})}$$

El espectrofotómetro usado en estos ejemplos es un espectrofotómetro de color Datacolor Spectraflash 500: geométricas de medición d/8, excluida la especular; illuninant D65; ángulo del observador 10º; cubeta de flujo de cuarzo; sistema de bomba de tuberías. También se usan vasos de precipitados de cristal de 400 ml con agitadores magnéticos; pasta de pigmento blanco y agua desmineralizada. El siguiente protocolo se utilizó para medir el color intrínseco de los polvos de cacao en agua.

1. Pesar 7,5 ± 0,1 g de polvo de cacao en un vaso de precipitados de 400 ml;

2. Añadir 100 ml de agua desmineralizada de 50 ºC y agitar con un rodillo de agitación hasta obtener una pasta suave sin grumos;

3. Continuar agitando usando un agitador magnético durante 10 minutos;

4. Añadir 50 ml de agua desmineralizada a temperatura ambiente;

5. Continuar agitando durante al menos 1 minuto;

6. Bombear la suspensión a través de la cubeta de flujo de cuarzo, en agitación; y

7. Leer y registrar los valores de L*, C* y h con un espectrofotómetro de color calibrado.

Colores intrínsecos: El siguiente protocolo se utilizó para medir el color intrínseco de los polvos de cacao en agua con pigmento blanco.

1. Pesar 7,5 ± 0,1 g de polvo de cacao en un vaso de precipitados de 400 ml;

2. Añadir 100 ml de agua desmineralizada de 50 ºC y agitar con un rodillo de agitación hasta obtener una pasta suave sin grumos;

3. Continuar agitando usando un agitador magnético durante 10 minutos;

4. Añadir 200 gramos de suspensión de pigmento blanco (12 g de pasta de pigmento blanco por litro de agua);

5. Continuar agitando durante al menos 1 minuto;

6. Bombear la suspensión a través de la cubeta de flujo de cuarzo, en agitación; y

7. Leer y registrar los valores de L*, C* y h con un espectrofotómetro de color calibrado.

Cabe destacar que el caudal durante el bombeo de la suspensión de polvo de agua/cacao debe ser suficiente para evitar la sedimentación de las partículas de cacao. El juicio visual del color seco del polvo de cacao y en leche se llevó a cabo en un armario de color usando una bombilla de luz diurna como fuente de iluminación. Más específicamente, el juicio visual de las muestras se lleva a cabo en un armario de color Macbeth Spectra Light a una distancia de 55 a 65 cm a partir de una fuente de luz diurna. La intensidad de la luz de la fuente de luz diurna a una distancia de 55–65 cm es de 1160 – 1180 Lux. La bombilla de luz diurna en este armario de color es del tipo Macbeth Solar No. 201200151, con una potencia máxima de 750 vatios. También se usa un armario de luz modelo LZ4 de Phillips. Este armario contiene 6 bombillas Phillips del tipo TLD 36W/965 CE. El juicio de las muestras se lleva a cabo a 70-80 cm de la fuente de luz con una intensidad de luz de 1630 a 1650 lux.

La referencia en el presente documento a las designaciones D11Y, "polvo rojo brillante", "N. º de serie #, marrón brillante", "Ghana - Rojo Brillante N. º #" y designaciones similares, se refieren todas a los polvos producidos de acuerdo con ciertas realizaciones de los procedimientos descritos en el presente documento (véanse, por ejemplo, las Tablas 2-4).

Todos los análisis, a menos que se indique lo contrario, se llevaron a cabo de acuerdo con procedimientos estándar aceptados en la industria y se describen brevemente en el presente documento. El licor de cacao se analizó para determinar el contenido de humedad, que es el porcentaje de pérdida de masa durante la desecación durante 4 horas a 105 ºC. El pH de la suspensión en agua se midió mediante procedimientos estándar, aceptados por la industria. El contenido de grasa se determinó según el procedimiento de extracción Soxhlet, en el que las mediciones se dan en porcentaje en masa de grasa y otros componentes extraíbles con éter de petróleo. El contenido de ácido graso libre, expresado en % de ácido oleico, se determinó mediante la determinación de la cantidad de base necesaria para neutralizar el ácido oleico. El sabor y el gusto del licor de cacao y el polvo de cacao fueron evaluados por los miembros del panel entrenados en condiciones estándar utilizando una muestra estándar como referencia. El color visual de polvo de cacao se evaluó como tal (el color seco o extrínseca) o como suspensión en leche o agua (el color intrínseco) contra la referencia y otras muestras, por al menos dos personas que han pasado con éxito una prueba de ojo (por ejemplo, la prueba de S. Ishihara). La manteca de cacao se analizó en un baño de agua caliente para determinar su punto de deslizamiento, que es cuando la mantequilla comienza a fundirse, y su punto de fusión, que es cuando la mantequilla está totalmente líquida o fundida. El índice de refracción de la manteca de cacao se midió mediante un refractómetro y se expresa como nD (40 °C/104 °F). El color Lovibond se determinó mediante un Lovibond Tintometer (tipo 1A con dos lámparas idénticas de 60 W) con cristales de color amarillo, rojo, azul y azul. El índice de saponificación (S. V.) de la manteca de cacao es el número de mg de hidróxido de potasio necesarios para saponificar 1 g de grasa. El índice de yodo (I.V.) de la manteca de cacao se determinó por el procedimiento de Wijs, en el que I.V. es el número de gramos de halógeno absorbidos por 100 g de grasa y se expresa como el peso de yodo. Un valor azul (BV) de la manteca de cacao es la extinción de una solución de color azul que se forma después de la oxidación de triptamida de ácido behénico, en la que la triptamida de ácido behénico solo se encuentra en la cáscara de los granos de cacao y BV> 0,05 indica un % elevado de cáscara en las puntas de las que se obtiene la manteca de cacao. Los análisis microbiológicos incluyeron la determinación del recuento de placas total (RPT), mohos/levaduras y *Enterobacteriaceae* de la misma suspensión de la muestra en caldo de lactosa. El RPT (número total de microorganismos aerobios mesófilos viables) se define como el número de microorganismos por gramos (g) de producto que se desarrollan en colonias en un medio de agar no selectivo mediante incubación a 30 ºC (86° F) ± 1° durante 48 horas. El número de mohos y levaduras se define como el número de mohos y levaduras por g de producto que se desarrollan en colonias en medio de agar selectivo mediante incubación a 25 ºC 77° F) ± 1° durante 72 horas. *Se considera que Enterobacteriaceae* (Ent) y/o *Escherichia coli* (E. coli) están presentes si los microorganismos se desarrollan en medio selectivo y muestran respuestas positivas de acuerdo con un patrón de reacciones específico. A menos que se indique lo contrario, todos los porcentajes (%) son porcentajes en peso (% p), estén o no indicados como tales.

Los debates en los ejemplos hacen referencia a las mediciones del licor de cacao, la manteca de cacao, las tortas de cacao pulverizado y el polvo de cacao desgrasado. Especialmente en lo que respecta a las mediciones del color, las comparaciones y los debates por lo general se refieren a las mediciones de color de la torta de prensado de cacao pulverizada. La diferencia en las mediciones de color entre la torta de cacao pulverizada y el polvo de cacao desgrasado es típicamente de aproximadamente un punto, cuando los debates generales de diferentes condiciones del procedimiento que afectan a la medición del color se pueden aplicar tanto a la torta de cacao tanto pulverizada como al polvo de cacao desgrasado.

Ejemplo 1: Ensayo de diseño factorial a múltiples niveles para obtener polvos de cacao de brillo alto

Sumario. Se usaron ensayos de diseño factorial de a múltiples para determinar los efectos de diferentes parámetros (o factores) sobre el brillo de polvo de cacao en estudios a escala de laboratorio. Este diseño factorial de múltiples niveles tenía cuatro parámetros que se variaban: la temperatura de alcalinización (temp. de alc.); el tiempo de alcalinización (tiempo de alc.); el agua adicional añadida después de la esterilización (% de humedad); y el flujo de aire. La Tabla 1 muestra los parámetros y los niveles utilizados para cada parámetro. Mediante el uso de este diseño de múltiples niveles se determinaron las ecuaciones de regresión a partir de los datos obtenidos mediante la variación de los parámetros y se observaron correlaciones entre los parámetros y el valor de C de los polvos de cacao. Los polvos de cacao preparados a partir de los granos de Costa de marfil eran más brillantes, menos oscuros y más parduzcos que los granos Gerkens 10/12-GT-78 y ADM D11S. Los polvos brillantes hechos a partir de los granos de Ghana también eran menos oscuros, mucho más brillantes y más rojos que los granos Gerkens 10/12-GT-78 y ADM D11S.

Tabla 1: Diseño factorial a múltiples niveles de los estudios de alcalinización

Parámetros	niveles	Número de residuos
Temperatura de alcalinización (temp. de alc.)	50 °C y 70 °C.	2
Tiempo de alcalinización (tiempo de alc.)	3 horas y 5 horas	2
Tipo y cantidad de álcali	6 % de K_2CO_3 (50 % en peso en agua)	1
Agua adicional añadida (% de humedad)	10 % y 20 %.	2
Flujo de aire	240 y 720 ml/min/ kg punta	2
Número total de experimentos		16

Equipo. El diseño factorial a múltiples niveles se realizó mediante el procesamiento de puntas de cacao usando equipo a escala de laboratorio, en el que las etapas del proceso incluyeron esterilización, alcalinización, molienda y pulverización. Las puntas de cacao se esterilizaron en una caja especial de esterilización y se alcalinizaron en un recipiente con camisa calefactora e inyección de aire. La figura 1 muestra un esquema de la unidad de alcalinización. Las puntas alcalinizadas se tostaron en un tostador de chorro y se molieron en licor de cacao fino. El licor de cacao se prensó en pequeñas tortas con una máquina de prensado hidráulico pequeña. Las tortas de cacao pequeñas se pulverizaron adicionalmente en polvo de cacao. Los resultados de los ensayos de diseño factorial a múltiples niveles se evaluaron estadísticamente con Statgraphics plus para Windows 5.1.

El equipo utilizado durante el procesamiento a escala de laboratorio de las puntas de cacao en polvo de cacao eran un agitador con tamiz rotatorio de laboratorio usando mallas de 2,0, 3,0, 4,0, 5,6 y 7,0 mm; una caja de esterilización; una unidad de alcalinización; un secador/tostador de lecho fluido a escala de con suministro de aire caliente; un molinillo de café doméstico; un molinillo de mortero de laboratorio de Retch de tipo RMO; un molinillo de corte de laboratorio Retch de tipo ZM1 con mallas de 0,5 y 0,25 mm; una prensa hidráulica de laboratorio; y un registrador de canal de tipo BD 100 para el registro de la temperatura dentro de la unidad de alcalinización.

Materias primas y reactivos. La mezcla de puntas era una mezcla de punta N/D que comprende 40 % de granos de Costa de marfil de tipo 1 y granos de Costa de marfil de tipo 2. Estos dos tipos de granos difieren en su contenido de ácidos grasos libres (Agl.), en los que los granos de tipo 1 tienen un AGL <(menor que) 2,0 % y los granos de tipo tienen un AGL > (mayor que) 2,0 %. La elección de los granos de cacao depende de la capacidad de coloración y el contenido de AGL de los granos de cacao. Cuando se indicó se utilizó el 100 % de los granos de Ghana para la comparación con los resultados de la mezcla de puntas N/D. El álcali utilizado fue 50 % en peso de K_2CO_3 (potasa) en agua.

Condiciones del procedimiento. Para estos estudios se utilizaron cargas de 2,5 kg de puntas de cacao. Las puntas con un tamaño de partículas> 2,0 mm se seleccionaron mediante el uso de un agitador de tamiz rotatorio de laboratorio con mallas de 2,0, 3,0, 4,0, 5,6 y 7,0 mm. Se retiró la fracción de puntas <2,0 mm y se usó la fracción> 2,0 mm para los estudios.

Las puntas se esterilizaron y se alcalinizaron. La fracción de puntas con partículas> 2,0 mm se esterilizó a 102 ºC durante 30 minutos con vapor libre en una caja especial de esterilización. Después de la esterilización, las puntas se transfirieron a una unidad de alcalinización, que era un recipiente cilíndrico de doble pared con camisa calefactora. El procedimiento de alcalinización se inició tras la adición de agua y potasa a la unidad de alcalinización. Durante el procedimiento de alcalinización, la cantidad de aire se reguló mediante la inyección de flujo de aire en el recipiente y la temperatura del producto se controló mediante la camisa calefactora. La temperatura del producto en el recipiente se registró mediante un registrador de canalKipp y Zonen, con escritura de tipo BD 100.

Las puntas se tostaron y se molieron. Después del procedimiento de alcalinización, las puntas se tostaron en un tostador de chorro a una temperatura de 110 ºC. Las puntas tostadas se molieron en un molino de muelas de piedra Retsch de laboratorio. La molienda libera la manteca de cacao de los cotiledones de las puntas y convierte la mezcla de puntas de los granos sólidos en una masa líquida, que se denomina licor de cacao. Se midió el valor del pH y el contenido de humedad del licor de cacao.

El licor de cacao se procesó adicionalmente en manteca de cacao y polvo de cacao. Aproximadamente 60 - 70 gramos de licor de cacao se vertieron en un cilindro con una máquina de prensado hidráulico pequeña durante 30 minutos a presiones entre 20 a 22 MPa. Este procedimiento separa la manteca de cacao del polvo de cacao. En estas condiciones se obtuvieron manteca de cacao limpia filtrada de 25-35 gramos y pequeñas tortas de cacao de 35-45 gramos. Se midió el contenido en AGL y el índice de yodo de la manteca de cacao. Las tortas pequeñas se rompieron en pedazos más pequeños y se pulverizaron después para obtener un polvo de cacao más fino con un molino de corte Retsch utilizando mallas de 0,5 y 0,25 mm. Se midieron el color intrínseco, el valor del pH y el contenido de grasa del polvo de cacao.

Los polvos del ensayo se compararon visualmente con D11S, disponible en ADM Cocoa, y otros polvos de cacao disponibles en el mercado. Los tipos de color marrón brillante del ensayo se compararon con D11S y el tipo Gerkens 10/12–GT–78 disponible en el mercado.

Análisis. El licor de cacao se analizó para determinar el contenido de humedad. Se analizó el polvo de cacao para determinar: el color intrínseco en agua, el juicio visual del color seco y en solución de leche, el pH y el contenido de grasa. La manteca de cacao se analizó para determinar el contenido de AGL, y el índice de yodo.

Resultados. En la tabla 2 se muestran las condiciones para los estudios llevados a cabo para los ensayos de diseño factorial de múltiples niveles.

Tabla 2: Condiciones de los estudios de alcalinización

N.º de serie	N.º de estudio	Temp. (°C)	Humedad (%)	Flujo de aire (ml/min.kg)	Tiempo (h)
1	11	70	10	720	3
2	12	70	10	720	5
3	6	50	20	240	5
4	7	50	20	720	3
5	8	50	20	720	5
6	15	70	20	720	3
7	13	70	20	240	3
8	1	50	10	240	3
9	14	70	20	240	5
10	10	70	10	240	5
11	5	50	20	240	3
12	4	50	10	720	5
13	16	70	20	720	5
14	3	50	10	720	3
15	9	70	10	240	3
16	2	50	10	240	5

Nota: "Temp." indica la temperatura del producto durante el proceso de alcalinización; "Humedad" indica la cantidad de agua adicional añadida a la punta después de la esterilización; "flujo de aire" se refiere a la cantidad de aire inyectado en el producto durante la alcalinización; y "Tiempo" indica el tiempo de alcalinización.

En la tabla 3 se muestran los resultados de los ensayos de diseño factorial de múltiples niveles. La figura 2 muestra un gráfico tridimensional de los resultados de los ensayos de diseño en comparación con los polvos de tipo D11S y de tipo Gerkens 10/12-GT-78. Los polvos de cacao producidos durante los ensayos de diseño factorial de múltiples niveles de esta realización se compararon visualmente con Gerkens 10/12-GT-78. Varios de los polvos de cacao de los ensayos de diseño factorial de múltiples niveles de esta realización eran más brillantes que los de tipo Gerkens 10/12-GT-78. La coincidencia visual de los polvos de cacao dentro de la solución de leche también confirmó que los polvos de cacao de los ensayos de diseño factorial de niveles múltiples de esta realización eran más brillantes, más parduzcos y menos rojizos que los de tipo Gerkens 10/12-GT-78. Los ensayos con granos de Ghana producidos de acuerdo con la presente invención eran más brillantes, más rojizos, y menos parduzcos que los Gerkens 10/12-GT-78.

Para estos estudios, se utilizó una mezcla de puntas N/D con un contenido de AGL relativamente alto de entre 2,0 y 2,5 %. En el polvo de cacao, los AGL se redujeron notablemente a un valor promedio de 1,3 %. Esta reducción de AGL en el polvo de cacao probablemente es el resultado de las condiciones de alcalinización, tales como la baja temperatura de alcalinización, la ausencia de inyección de vapor y un flujo de aire relativamente bajo durante la

alcalinización. La baja temperatura de tostado de 110 ºC no debe destruir la manteca.

Después de la comparación visual, se pueden efectuar las siguientes observaciones:

1) Los ensayos de color marrón brillante n.º 3, 4, 7–12 y 14–16 de la presente invención son más brillantes (valor de C más alto), menos oscuros (valor de L más alto) y más parduzcos (valor de H más alto) que los de tipo Gerkens–10/12–GT–78.
2) Los ensayos de color marrón brillante hechos con granos de Ghana de la presente invención son más brillantes (C más alto), menos oscuros (L menor) y más rojizos (H menor) que los de tipo Gerkens–10/12–GT–78.
3) D11S disponible en ADM Cocoa es más oscuro, más parduzco y menos brillante que los de tipo Gerkens–10/12–GT–78.

Tabla 3: Resultados de los ensayos de diseño factorial de múltiples niveles

N.º de serie	Temp. de alc.	Hum.	Flujo de aire	Tiempo de alc.	L	C	h	a	b	pH	AGL	Índice de yodo	% de grasa	% de hum.	% hum.	% hum.	% hum.
	(°C)	(5 añadido)	(ml//min)	(h)							(%)			(D.E..)	(D.A.)	(D.T.)	(Licor)
1	70	10	720	3	12,57	19,85	43,46	14,41	13,65	8	1,44	33,9	13,41	14,77	19,67	0,66	1,44
2	70	10	720	5	12,29	19,57	43,55	14,19	13,49	7,68	1,46	34	14,38	14,77	18,67	0,74	1,46
3	50	20	240	5	13,48	22,38	45,22	15,77	15,89	8,25	2,01	34,2	11	13,36	29,92	0,97	2,01
4	50	20	720	3	14,28	22,53	47,43	15,24	16,59	7,5	1,16	34,6	11,56	13,83	26,81	0,65	1,16
5	50	20	720	5	13,92	22,84	46,83	15,63	16,66	7,49	1,54	34,8	11,45	13,83	25,81	1,48	1,54
6	70	20	720	3	11,35	18,79	41,28	14,12	12,4	8,15	1,31	34,2	12,87	13,92	26,13	0,96	1,31
7	70	20	240	3	13,71	22,32	46,33	15,41	16,14	7,58	1,56	34,9	11,83	13,1	29,92	1,13	1,56
8	50	10	240	3	14,29	22,37	47,43	15,13	16,47	8,47	1,22	34,2	12,65	13,39	20,36	1,32	1,22
9	70	20	240	5	13,7	22,78	45,58	15,95	16,27	7,42	1,73	34,8	12,93	13,1	27,25	1,13	1,73
10	70	10	240	5	13,59	21,71	46,66	14,9	15,79	7,46	1,78	34,7	13,59	13	19,22	1,48	1,78
11	50	20	240	3	13,91	22,99	45,81	16,03	16,49	8,49	1,15	34,2	11,51	13,36	28,92	1,1	1,15
12	50	10	720	5	14,23	22,52	48,12	15,04	16,77	7,82	1,48	34,7	12,86	13,23	18,97	1,11	1,48
13	70	20	720	5	10,42	17,4	40,06	13,32	11,2	7,86	1,47	34,1	11,76	13,92	26,73	0,47	1,47
14	50	10	720	3	14,11	22,18	48,65	14,66	16,65	8,01	1,31	34,8	11,62	13,23	19,97	1,46	1,31
15	70	10	240	3	14,24	22,15	47,17	15,05	16,24	7,5	1,29	34,8	12,68	13	20,22	1,02	1,29
16	50	10	240	5	14,35	22,64	46,67	15,53	16,46	8,15	1,31	34,1	12,08	13,39	19,46	1,05	1,31

Obsérvese que: Hum. indica humedad; D.E., indica después de la esterilización; D.A., indica después de la alcalinización; y D.T., indica después del tostado.

Análisis estadístico de la coordenada de color C. La evaluación estadística de estos resultados muestra que la temperatura de alcalinización y el flujo de aire se correlacionan con la producción de un polvo de cacao con un valor alto de C. La adición de 10 % de agua adicional durante la alcalinización y el ajuste de la temperatura de alcalinización y el flujo de aire también produjeron polvo de cacao con un valor de C alto. El análisis estadístico incluyó: el análisis del valor de C para diversos parámetros del diseño multidimensional, análisis de la varianza para C y análisis de la interacción de los parámetros para C, análisis de regresión múltiple del valor de C, ANOVA para variables dentro del modelo, análisis de los componentes de la varianza para las variables C, medias y desviaciones estándar de la variable C, análisis de la varianza para L y análisis de la interacción de los parámetros para L, medias y desviación estándar para la variable L, análisis de regresión múltiple de la variable L, análisis de componentes de la varianza para la variable L, medias y desviaciones estándar para la variable L, análisis de la varianza para la coordenada del color H, medias por mínimos cuadrados para H con intervalos de confianza del 95,0 por ciento, análisis de regresión múltiple para la variable H, análisis de la varianza para la variable H, análisis de los componentes de la varianza de la variable H, media y desviación estándar de la variable H, análisis de regresión múltiple para la variable del color a, análisis de la varianza para la variable del color a, análisis de los componentes de la varianza para la variable del color a, media y desviaciones estándar de la variable del color a, análisis de regresión múltiple para la variable del color b, análisis de la varianza para la variable del color b, análisis de los componentes de la varianza para la variable del color b y media y desviación estándar de la variable del color b. En la tabla 4 compara los valores de L, C y H para diversos polvos de cacao de referencia.

Tabla 4: Comparación de las variables del color L, C y H para diversos polvos de cacao

N.º PO	Tipo	L	C	H	pH
Referencia	D11S (n.º de lote 95431)	11,8	18,4	43,95	8,0
2049	Gerkens 10/12 –GT–78	11,0	18,2	41,8	7,2
1912	Gerkens 10/12–ZN–71	14,3	21,8	44,8	7,0
2037A	Gerkens 10/12– DP–70W	17,1	23,5	48,6	7,0
2047	Gerkens 10/12– DR–79	12,7	20,5	43,5	7,3
2133	Barry Callebaut–DP–70	11,3	17,7	40,9	7,7
2114	Bensdorp–11–SR	13,0	20,1	47,1	7,6
Referencia	D11S (n.º de lote 95431)	11,8	18,4	43,95	8,0
N.º de serie 9	Marrón brillante producido por la presente invención	13,7	22,8	45,6	7,4
N.º de serie 12	Marrón brillante producido por la presente invención	14,2	22,5	48,1	7,8
N.º de serie 11	Marrón brillante producido por la presente invención	13,9	23,0	45,8	8,5
N.º de serie 5	Marrón brillante producido por la presente invención	13,9	22,8	46,8	7,5
Ghana N.º 11	Marrón brillante producido por la presente invención	11,8	22,1	39,2	7,8
Ghana N.º 7	Marrón brillante producido por la presente invención	12,1	22,6	39,2	8,0

Conclusiones. L análisis de regresión múltiple muestra una relación estadísticamente significativa entre las variables temperatura de alcalinización (temp. de alc.) y flujo de aire (flujo de aire) con las coordenadas del color L, C y H (nivel de confianza del 99 %). Existe una correlación entre las coordenadas del color L y C, así como una correlación entre las coordenadas del color H y C. Las ecuaciones de regresión para las coordenadas del color L, C y H son:

$$L = 18{,}428 - 0{,}067 * \text{Temp. de alc.} - 0{,}0020 * \text{Flujo de aire}$$

$$C = 29{,}226 - 0{,}993 * \text{Temp. de alc.} - 0{,}003 * \text{Flujo de aire}$$

$$H = 55{,}353 - 0{,}138 * \text{Temp. de alc.} - 0{,}003 * \text{Flujo de aire}$$

$$L = -0{,}793788 + 0{,}65834 * C$$

$$L = -7{,}67972 + 0{,}461918 * H$$

$$H = 18{,}057 + 1{,}27916 * C$$

Se pueden determinar las correlaciones entre los parámetros utilizados en las condiciones de procesamiento de la presente invención y las variables del color L C, H obtenidas. Por ejemplo, una temperatura de alcalinización de 50 ºC produce polvos con valores promedio L, C, y H de 14,1, 22,5 y 47,0, respectivamente. Estos tipos de polvos tienen el mismo pH que el polvo de tipo D11S disponible en ADM Cocoa, pero son más brillantes, menos oscuros, más parduzcos y menos rojizos que el polvo de tipo D11S disponible en ADM Cocoa. Una temperatura alcalinización de 70 ºC y un flujo de aire de 240 ml/min producen polvos con valores promedio de C, H de 12,7, 20,5 y 44,2, respectivamente. Estos tipos de polvos tienen valores de pH y color similares a los del polvo de tipo D11S. Los polvos brillantes producidos con estos experimentos tienen un valor de pH entre 7,5 y 8,2.

Se pueden determinar las correlaciones entre los parámetros utilizados en las condiciones de procesamiento de la presente invención y las variables del color L C, H individuales. En cuanto el valor de C, un flujo de aire menor da el valor de C más alto (22,5 - 23) y un flujo de aire mayor reduce el valor de C (de 22,5 a 19,0). En cuanto el valor de L, el incremento del flujo de aire a una temperatura de alcalinización más alta (70 ºC) reduce los valores de L de 14,1 a 11,6. En cuanto al valor de H, flujos de aire mayores combinados con un mayor % de humedad reduce el valor de altura de 47 a 43. Además, los flujos de aire más altos combinados con una temperatura de alcalinización más alta reduce el valor de H de 48 a 42.

Comparando polvos brillantes de la presente invención con los de polvos de tipo Gerkens 10/12-GT-78 y de tipo D11S disponible en ADM Cocoa, los polvos de cacao producidos a partir de los estudios de diseño factorial de múltiples niveles de la presente invención eran más brillantes, menos oscuros y de color más marrón que el polvo Gerkens 10/12-GT-78 y polvo de tipo D11S disponibles en ADM Cocoa. Los polvos de cacao producidos a partir de granos de Ghana de la presente invención eran menos oscuros, más brillantes y más rojizos que el polvo Gerkens 10/12-GT-78 y el polvo de tipo D11S disponibles en ADM Cocoa.

Estos resultados son útiles para determinar las condiciones que deben considerarse a la hora de procesar los polvos de cacao a gran escala en una fábrica. Los estudios iniciales a escala de fábrica podrían incluir las siguientes condiciones:

(1) una mezcla de granos de cacao de N/D (60 % de tipo 2 de Costa de Marfil y 40 % de tipo 1 de Costa de Marfil) o de Ghana (100 %), en función del brillo deseado de los polvos de cacao;

(2) un tiempo de esterilización de 30 minutos a baja presión de vapor;

(3) un álcali de solución de potasa de 6 % (50 % en peso de K_2CO_3 en agua);

(4) humedad añadida después de la esterilización de 15 - 20 %;

(5) un tiempo alcalinización de 3 horas;

(6) flujo de aire de 240 ml/min. kg de punta durante la alcalinización; y

(7) sin inyección de vapor durante la alcalinización y solo durante la esterilización.

Ejemplo 2: Tirada a escala de fábrica para el desarrollo de polvos de cacao brillantes

Sumario. Basándose en los estudios descritos en el ejemplo 1, se llevó a cabo una tirada a escala de fábrica. El polvo producido durante esta tirada se denomina D11Y, que es más brillante, más claro y más rojo que el polvo de cacao de tipo Gerkens 10/12-GT-78 y tiene un pH de entre 7,6 y 8,0.

Equipo. La tirada de fábrica completa se llevó a cabo con 12 mezcladores. Las muestras se tomaron antes y después de cada acto en el procedimiento desde las puntas al polvo de cacao para tener una visión general de todo el procedimiento. Para mantener la separación entre las corrientes de producto antiguas y nuevas, la primera caja de tostado se vació y se recogieron las primeras 25 toneladas de licor de cacao en un tanque. Las primeros 25 toneladas se identificaron como licor de transición (de tipo S/Y). Por estas tiradas de fábrica, se tomaron todas las precauciones necesarias para evitar la contaminación entre las corrientes de producto.

Materias primas y reactivos. Para este ejemplo, se utilizaron 100 % de puntas de cacao de Ghana. Los reactivos incluyeron álcali y agua. El álcali fue el 6 % de una solución al 50 % en peso de K_2CO_3 en agua (potasa) y el agua fue el 25 % de agua bebida fría (25 ºC).

Condiciones del procedimiento. Las tiradas se llevaron a cabo con 12 mezcladores utilizando puntas brutas de Ghana. Las puntas se esterilizaron a 102 ºC durante 30 minutos en un tornillo de la esterilización con vapor libre a una presión de vapor de 0,3 MPa. La figura 3 muestra la temperatura de esterilización en el tornillo de esterilización

TS04 como una función del tiempo. Las temperaturas en la esterilización de tornillo TS04 se encuentran entre 103 y 98 ºC. El tiempo de retención en el tornillo es importante para la esterilización de la punta. Un tiempo de retención más larga en el tornillo también se puede realizar mediante la reducción de la capacidad de llenado de los mezcladores a 6 ton/h. La presión promedio de vapor en el calentador de vapor VH10 antes del tornillo fue de 0,15 MPa. La figura 4 muestra un promedio de la presión de vapor en un calentador VH01 como una función del tiempo.

Antes de alcalinización, se añadieron agua y potasa a la punta esterilizada en el tornillo de dosificación TS-005. La figura 5 muestra la tendencia histórica de la temperatura promedio del álcali antes de la dosificación. Obsérvese que la temperatura promedio de la solución de agua y potasa antes de la dosificación a la punta es de aproximadamente 56 ºC (Ti 515D06), mientras que la temperatura del agua fría y la potasa antes de mezclar en el tanque 4 fueron ambas de aproximadamente 28 ºC. Esto se puede explicar por la fuerte reacción exotérmica entre potasa (K_2CO_3) y agua, donde se libera calor suficiente para aumentar la temperatura de la solución desde 28 ºC a 56 ºC.

Las puntas se transfirieron al mezclador, en el que se inició el procedimiento de alcalinización. El mezclador se cargó con 8.750 kg de puntas de Ghana, 25 % de agua (2.187,5 kg) y 6 % de potasa (525 kg). No se usó vapor durante la alcalinización en el mezclador.

La temperatura promedio de alcalinización fue 65 ºC (desviación estándar = 4,6 ºC) y el tiempo de reacción total fue de 180 minutos. Durante los primeros 90 minutos de la alcalinización, se inyectó aire para reducir la temperatura del producto a 60-65 ºC. El trazado estaba fuera de servicio para este ensayo, pero el mezclador estaba bien aislado y no se produjo mucho intercambio de calor con el entorno. Durante los últimos 90 minutos de la alcalinización, la temperatura del producto en el mezclador se mantuvo entre 60 y 65 ºC. La temperatura del producto en el mezclador también se registró durante todo el procedimiento de alcalinización. La figura 6 muestra la temperatura de alcalinización de la carga de la punta dentro de los mezcladores, en los que las tendencias históricas se muestran como una función del tiempo para la carga n.º 1 en el mezclador n.º 2 (Fig. 6a), cargue n.º 2 en el mezclador n.º 4 (Fig. 6b), la carga n.º 3 en el mezclador n.º 5 (Fig. 6c), la carga n.º 4 en el mezclador n.º 6 (Fig. 6d), la carga n.º 5 en el mezclador n.º 1 (Fig. 6e), la carga n.º 6 en el mezclador n.º 2 (Fig. 6f), la carga n.º 7 en el mezclador n.º 3 (Fig. 6 g), la carga n.º 8 en el mezclador n.º 4 (Fig. 6 h), la carga n.º 9 en el mezclador n.º 5 (Fig. 6i), la carga n.º 10 en el mezclador n.º 6 (Fig. 6j), la carga n.º 11 en el mezclador n.º 1 (Fig. 6K), y la carga n.º 12 en el mezclador n.º 2 (Fig. 6i).). El flujo de aire para estos ensayos fue de 2.760 ml/min/kg de puntas.

Antes de tostar las puntas alcalinizadas, la primera caja de tostado (n.º de caja 1) se vació para asegurar que otros productos no contaminaban esta tirada. Esto era importante para lograr una buena separación de las corrientes de licor D11-S e -Y en la línea de producción. Las puntas alcalinizadas se tostaron con una capacidad de 6000 kg/h. La punta tostada se molió adicionalmente en el licor de cacao de la finura deseada mediante el uso del molino Pall Mann, el molino de muelas de piedra y el molino de bolas. Durante el procedimiento de molienda, las almendras de puntas rotas de una fase sólida en una fase fluida de licor de cacao (o masa de cacao) de la finura deseada. Se midió el contenido de humedad de las puntas tostadas y del licor de cacao, así como los valores de pH, el contenido de humedad, y el color intrínseco del licor desgrasado en agua. Se midió el contenido en AGL y el índice de yodo de la manteca filtrada.

Las primeras 25 toneladas de licor de cacao producidas se identificaron como licor de transición y se recogió en un tanque especial como licor S/Y (S/Y–11). El licor S/Y se prensó en tortas, se pulverizó en polvo de cacao fino y se almacenó en bolsas grandes. El licor puro de color marrón brillante puro (Y-11) se prensó en tortas. Las tortas se rompieron en pedazos pequeños y se pulverizaron adicionalmente en siete lotes de polvo de cacao fino.

Se midieron el pH, el contenido de humedad, y el color intrínseco en agua del licor desgrasado. Se midieron el pH, el contenido de grasa, el contenido de humedad y el color intrínseco en agua de las partículas de torta de cacao. El desarrollo del color de los polvos pulverizados se estudió antes y después de la caja de estabilización. Se midieron el pH, el contenido de humedad y el color intrínseco en agua del polvo de cacao pulverizado y estabilizado. Las muestras obtenidas de las tiradas de ensayo a escala de fábrica de la presente invención se compararon con D11S disponible en ADM Cocoa, Gerkens-10/12-GT-78, Gerkens-10/12-DR-79, D11cm, y otros tipos disponibles en el mercado de polvos de cacao.

Análisis de polvo de cacao, licor de cacao, y manteca de cacao. Se analizó el licor de cacao para determinar: el contenido de humedad, el pH y análisis microbiológicos.

El polvo de cacao se analizó para determinar el color intrínseco en agua del polvo de cacao pulverizado; el color intrínseco en agua del polvo de cacao sin grasa; el juicio visual del color seco y el color en solución de leche; el contenido en grasas; y Rams y Tams (análisis microbiológicos).

La manteca de cacao se analizó para determinar el contenido de humedad; los ácidos grasos libres; el índice de yodo; el color Lovibond; las curvas de enfriamiento (Shukhoff, DCS - Young); el punto de fusión o punto de deslizamiento (subcontratado a SGS); el punto de fusión (subcontratado a SGS); el índice de saponificación (subcontratado a SGS); el índice de refracción a 40 ºC (subcontratado a SGS); el índice de grasa sólida a 20, 25 y 30 ºC (subcontratado a SGS); la composición de ácidos grasos (subcontratado a SGS); y el valor de azul (subcontratado a SGS).

Resultados de las condiciones de alcalinización y diversas condiciones de procedimiento para el licor de cacao, la torta de cacao y el polvo de cacao. En la a tabla 5 se muestran las condiciones de reacción durante la alcalinización y se resumen los resultados de los estudios, en los que se muestran los valores promedio. En la tabla 6 se resume el contenido de humedad de las puntas durante el procedimiento de alcalinización.

Tabla 5: Condiciones del procedimiento y mediciones promedio de los productos de cacao

CONDICIONES DEL PROCEDIMIENTO	
Temperatura de alcalinización promedio en los mezcladores (ºC)	65
Agua adicional añadida (% de humedad)	25
Potasa (% en peso)	6
Dosificación de aire (min)	120
PUNTAS DE CACAO	
Tiempo de alcalinización (min)	180
Contenido promedio de humedad tras la esterilización (%)	11,1
Contenido promedio de humedad tras la alcalinización (%)	26,9
Contenido promedio de humedad tras el tostado (%)	1,0
LICOR DE CACAO	
pH (promedio durante la tirada)	7,83
Contenido de humedad (%)	0,98
LICOR DE CACAO DESGRASADO: color intrínseco en agua	
L	13,48
C	22,20
H	41,27
TORTA DE CACAO EN ELABORADORES POR PARTIDA color intrínseco en agua	
L	13,84
C	22,67
H	41,60
POLVO DE CACAO FINAL color intrínseco en agua	
L	13,84
C	22,58
H	41,70

Tabla 6: Contenidos promedio de humedad de las muestras de puntas durante el procedimiento de alcalinización

Descripción de la muestra	Ubicación	Contenido de humedad (%)
Punta alcalinizada	Mezclador n.º 1	26,12
Punta alcalinizada	Mezclador n.º 2	28,48
Punta alcalinizada	Mezclador n.º 3	28,97
Punta alcalinizada	Mezclador n.º 4	26,53
Punta alcalinizada	Mezclador n.º 5	26,19
Punta alcalinizada	Mezclador n.º 6	25,32
Punta esterilizada	TS 004 BMO	11,13

Mediciones y comportamiento de prensado del licor de cacao. Las mediciones del color intrínseco se determinaron para el licor de cacao sin grasa. En la tabla 7 se muestran las mediciones del licor de cacao desgrasado como una función del tiempo. Los valores medios de L, C, y H fueron 13,5, 22,2 y 41,3, respectivamente. Los valores del color solo se desviaron ligeramente de los valores promedio, que muestran la estabilidad general del procedimiento.

Tabla 7: Resultados de los análisis del licor de cacao durante la tirada a escala de fábrica

Tiempo (h)	0:00	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00
Color intrínseco en agua							
L	14,92	14,29	13,05	12,83	12,89	13,51	12,9
C	23,81	23,02	21,62	21,57	21,57	22,24	21,6
H	42,84	42,36	40,73	40,51	40,66	41,29	40,5
a	17,45	17,01	16,38	16,4	16,36	16,71	16,43
b	16,19	15,51	14,11	14,01	14,06	14,68	14,03
Contenido de humedad	0,92	0,89	0,94	0,98	1,01	1,04	1,08
pH	7,77	7,62	7,78	7,87	7,92	7,89	7,88

La figura 7 muestra el cambio en las mediciones del color como una función del tiempo, en la que la figura 7a muestra la coordenada del color L, la figura 7b muestra C y la figura 7c muestra H. La capacidad de la línea de producción era de 6.000 kg/h durante todo este ensayo. Se recogieron las primeras 25 toneladas de licor Y en un tanque especial para licor de transición y se identificó como licor S/Y licor. Después de esta colección, se produjo licor Y puro durante 12 horas. Durante estas 12 horas, se tomaron muestras de licor cada 2 horas.

En la Figura 7b, las primeras 25 toneladas de licor tenían un valor C de brillo alto (casi 24,0) y, después, el valor de brillo disminuyó a 21,6. Esto muestra que la alcalinización de las cargas de las puntas no se realizó de manera uniforme como una función del tiempo. Hay varias razones posibles para estos caracteres irregulares en los gráficos del tiempo, tales como variaciones en: 1) la dosificación de aire dentro de los mezcladores, en los que la dosificación de aire no estaba programada en el sistema y salió mal un par de veces; (2) la capacidad de los sopladores en cada uno de los 12 mezcladores, en los que no todos los sopladores tienen una capacidad uniforme; (3) el contenido de humedad de las puntas en los mezcladores durante el procedimiento de alcalinización, véase la tabla 6; (4) el comportamiento de mezcla de las puntas en los mezcladores, en los que la mezcla podría ser diferente para diferentes mezcladores; y (5) el intervalo de tiempo entre el llenado y la liberación de los mezcladores para las cargas de las puntas, que, en última instancia, podrían afectar el tiempo total de alcalinización de las puntas.

La Figura 7 también muestra que existe una correlación entre el las coordenadas del color L, C, y H. Estos gráficos también muestran que las primeras cinco cargas se habían alcalinizado bien de acuerdo con las prescripciones y se

produjo licor con un valor de C entre 23,0 y 24, 0. Las cargas n.º 6-9 tenían menos dosificación de aire, lo que reduce el valor de C de 23 a 21,5. Las cargas n.º 10-12 tenían una dosificación de aire irregular, lo que dio lugar a una fluctuación de los valores de C entre 21,5 y 22,5.

En la tabla 8 se muestra el comportamiento de prensado del licor de cacao. El comportamiento de prensado fue muy bueno y no hubo que sustituir filtros adicionales durante el prensado del licor Y. El tiempo de prensado promedio para producir tortas Dy11 fue de 9,0 minutos, que es muy corto y da un rendimiento alto de la capacidad de prensado.

Tabla 8: Comportamiento de prensado del licor de cacao

N.º de máquina de prensado	**Tiempo de prensado (min)**	**Contenido en grasas (%)**
19/20	15,00	10,25
31	10,00	10,24
32	8,50	10,10
33	9,00	10,70
34	8,50	10,28

Mediciones de las tortas de cacao prensadas. En la tabla 9 se muestran las mediciones del color intrínseco determinados para las tortas de cacao prensadas en los elaboradores por partidas, en los que los resultados se muestran para el licor de transición de tipo d11-S/Y (las primeras 25 toneladas), el licor puro (D11Y) y el tipo de licor transición de tipo Y -X. Los valores promedio para L, C, y H de la torta de cacao en el procedimiento de elaboración por partidas son 13,8, 22,7 y 41,6, respectivamente.

Tabla 9: Resultados de los análisis de la muestra de los elaboradores por partidas

Tipo	**D11Y**	**D11Y**	**D11Y**	**D11Y**	**D11Y**	**D11Y**	**D11Y**	**D11Y**	**D11Y**	**D11Y**
Composición (100 %)	S/Y–11	S/Y–11	Y11	Y11	Y11	Y11	Y11	Y11	Y11	Y/X–11
N.º de lote	BK 6711	BK 6712	BK 6686	BK 6689	BK 6690	BK 6694	BK 6697	BK 6700	BK 6702	BK 6725
Color intrínseco en agua										
L	12,81	12,7 7	14,25	14,28	14,07	13,64	13,4 3	13,4 3	13,7 5	10,26
C	21,23	21,2 7	23,20	23,01	22,84	22,57	22,4 1	22,3 6	22,2 7	17,74
H	41,24	40,9 7	41,97	42,35	41,67	41,40	41,0 6	41,1 0	41,6 6	36,64
a	15,97	16,0 6	17,25	17,01	17,06	16,93	16,9 0	16,8 5	16,6 4	14,24
b	14,00	13,9 5	15,52	15,50	15,18	14,93	14,7 2	14,7 0	14,8 0	10,59
Contenido en grasas (%)	11,84	11,83	11,68	11,59	11,55	11,60	11,89	11,64	11,52	11,68
Contenido de humedad (%)	2,17	2,24	2,18	2,12	2,31	2,05	2,06	2,05	2,31	2,18
pH	8,01	8,02	7,76	7,76	7,83	7,80	7,83	7,82	7,80	7,76

Mediciones de polvo de cacao pulverizado. En la tabla 10 se muestran las mediciones del color intrínseco del polvo pulverizado antes y después del procedimiento de estabilización, en la que "Caja" indica la caja de estabilización de una línea de pulverización de polvo. En la Tabla 10, se pueden realizar varias observaciones: (1) el valor de C y de H se mantiene bastante constante antes y después del procedimiento de estabilización del polvo de cacao pulverizado; y (2) el valor de L es menor antes de la estabilización, lo que significa que el color es casi un punto más

oscuro antes de la estabilización en comparación con después de la estabilización.

Tabla 10: Mediciones de color en seco del polvo pulverizado antes y después del procedimiento de estabilización (procedimiento de atemperado)

Valores del color	BK506686		BK506689		BK506690		BK506694		BK506697		BK506700	
	Antes Caja 2	***Después Caja 2***	***Antes Caja 2***	***Después Caja 2***	***Antes Caja 2***	**Después Caja 2**	***Antes Caja 2***	***Después Caja 2***	***Antes Caja 2***	***Después Caja 2***	***Antes Caja 2***	***Después Caja 2***
L	35,53	37,02	36,07	37,08	35,19	36,52	35,02	35,86	34,64	35,79	35,29	35,65
C	27,15	26,74	26,82	26,93	27,00	27,13	26,90	27,06	26,89	27,12	26,52	26,82
H	48,66	49,29	49,05	49,71	48,21	49,09	48,62	49,09	48,41	49,23	48,19	48,85
a	17,93	17,44	17,57	17,41	18,00	17,76	17,78	17,72	17,85	17,71	17,68	17,65
b	20,38	20,27	20,26	20,54	20,13	20,50	20,19	20,45	20,11	20,54	19,76	20,2
	Antes Caja 6		**Antes Caja 6**						**Antes Caja 6**	**Después Caja 6**	**Antes Caja 6**	**Después Caja 6**
L	35,73		35,59						34,87	36,03	35,07	36,05
C	26,98		27,12						26,59	26,52	26,70	26,75
H	48,59		48,91						48,23	48,91	48,47	48,97
a	17,85		17,82						17,71	17,43	17,70	17,56
b	20,24		20,44						19,83	19,99	19,99	20,18

En la tabla 11 se informa sobre los valores de medición del color de los polvos de cacao finales. Los valores promedio para L, C y H de los polvos de cacao finales son 13,8, 22,6 y 41,7. Lote nº 6711 y 6712 se hicieron a partir del licor de transición de tipo S/Y.

Tabla 11: Resultados de los análisis del polvo de cacao final después de la estación de llenado de polvo

Tipo	**D11Y**	**D11Y**	**D11Y**	**D11Y**	**D11Y**	**D11Y**	**D11Y**	**D11Y**	**D11Y**
Composición (100 %)	S/Y–11	S/Y–11	Y11	Y11	Y11	Y11	Y11	Y11	Y11
N.º de lote	BK 6711	BK 6712	BK 6686	BK 6689	BK 6690	BK 6694	BK 6697	BK 6700	BK 6702
Color intrínseco en agua									
L	12,99	12,82	14,05	14,24	13,85	13,97	13,49	13,62	13,89
C	21,38	21,2	22,81	22,77	22,69	22,67	22,31	22,42	22,53
H	41,45	41,28	41,88	42,22	41,59	41,77	41,39	41,4	41,88
a	16,02	15,93	16,98	16,86	16,97	16,91	16,74	16,82	16,78
b	14,15	13,98	15,23	15,3	15,06	15,1	14,75	14,83	15,04
Contenido en grasas (%)	12,05	11,91	11,6	11,61	11,52	11,61	11,5	11,5	11,54
Contenido de humedad (%)	3,2	2,63	3,14	3,31	3,31	2,6	2,45	2,44	2,45
pH	8,01	8,02	7,75	7,75	7,81	7,8	7,82	7,83	7,8

En la Tabla 12 se muestran las mediciones del color de las tortas pulverizadas como una función del tiempo. Para las tortas pulverizadas a escala de laboratorio, los valores promedio de L, C y H son 14,3, 23,6 y 42,3, respectivamente. El valor de C se inició con 24,8 y terminó con un valor de 23,21.

Tabla 12: Resultados de las mediciones del color de las tortas pulverizadas a escala de laboratorio

Tiempo (h)	**0:00**	**2:00**	**4:00**	**6:00**	**8:00**	**10:00**	**12:00**
Color intrínseco en agua							
L	15,39	14,96	13,91	13,81	13,82	14,25	13,89
C	24,78	24,31	23,23	23,09	23,15	23,62	23,21
H	43,49	43,19	42,04	41,47	41,72	42,20	41,85
a	17,98	17,73	17,25	17,31	17,28	17,50	17,29
b	17,05	16,64	15,56	15,29	15,40	15,87	15,49

Se llevaron a cabo análisis microbiológicos de los polvos de cacao finales, en los que los resultados se resumen en la Tabla 13. La presencia de Tams y Rams puede reducirse mediante: (1) esterilización a una temperatura más alta dentro del tornillo de esterilización TS04; (2) esterilización a una presión de vapor más alta, tal como más de 0,15 MPa; y (3) un tiempo de retención más largo de las puntas en el tornillo de esterilización TS04, que posiblemente puede manejarse mediante la reducción de la capacidad de llenado de los mezcladores (por ejemplo, a 6 ton/h).

Tabla 13: Resultados de los análisis microbiológicos de los polvos finales de los lotes

N.º de lote	Tipo	Moho	TPC	Levadura	Tams	Tats	Rams	Rats	Ent 1/E.coli
BK 506686–1	D11Y	0	50	0	200	0	65	0	Negativo
BK 506686–2	D11Y	0	150	0	50	0	25	0	negativo
BK 506689	D11Y	0	50	0	50	0	5	0	negativo
BK 506690	D11Y	0	50	0	50	50	5	0	negativo
BK 506694	D11Y	0	0	0	50	0	15	0	negativo
BK 506697	D11Y	15	50	0	0	50	0	0	negativo
BK 506700	D11Y	0	50	0	100	0	0	0	negativo
BK 506702	D11Y	0	50	0	50	0	5	0	negativo
BK 506711	S/Y	0	50	0	0	0	10	0	negativo
BK 506712	S/Y	0	50	0	50	0	20	0	negativo
BK 506725	Y/X	0	50	0	0	0	10	0	negativo

Comparación de los colores del polvo de cacao en una solución de leche. Después de comparar los colores del ensayo en una solución de leche, se puede extraer estas conclusiones siguientes:

(1) La muestra del polvo de cacao a escala de fábrica de la presente invención (D11Y) es más brillante, menos oscura y más rojiza que los polvos de cacao de tipo Gerkens–10/12–GT–78, Gerkens–ZN–71, Gerkens–DP–70, D11S (producido con o sin granos de Ghana), D11CM, y D11A en solución de leche.
(2) la muestra de D11Y de la presente invención es más brillante y menos oscuro que el polvo de cacao de tipo Gerkens-10/12-DR-79 en la solución de leche;
(3) la muestra de D11Y de la presente invención es más brillante, menos oscura y más rojiza que Bensdorp-11-SR;
(4) el polvo de cacao de tipo Gerkens–10/12–GT–78 es más brillante y se ve algo más púrpura que el polvo de cacao de tipo D11S (producido con o sin granos de Ghana) en solución de leche;

Mediciones de la manteca de cacao. Una curva de enfriamiento viscosimétrico de la manteca de cacao da información acerca de la cristalinidad de la manteca de cacao durante el enfriamiento. La figura 8 muestra la curva de enfriamiento viscosimétrico de la mantequilla Y bruta (mantequilla RY), en la que T denota el par (mNm) y t denota el tiempo (min). La mayor parte de la curva muestra la transformación de los cristales β' hacia la forma β estable, que se alcanza en la figura 8 cuando T> 5 mNm (o durante los últimos 25 minutos del procedimiento de refrigeración).

El tiempo necesario para alcanzar una cierta viscosidad es la medida de la calidad de la manteca de cacao. Los resultados de las mediciones del lab PAD muestra un tiempo de solidificación de la manteca RY es de 32 minutos. El color Lovibond de la manteca RY es 40,0Y + 1,7R + 0,0B.. El AGL de la manteca RY es 0,81. El índice de yodo de la manteca de RY es 34,27. El contenido de humedad de la manteca RY es de 293 ppm. En la tabla 14 se enumeran diversas mediciones de la manteca de cacao RY y en la tabla 15 describe la composición de ácidos grasos de la manteca RY.

El comportamiento de cristalización de la manteca RY también se puede analizar con una curva de enfriamiento DSC –Young, que se muestra en la figura 9. En esta curva de enfriamiento, es muy importante que el calor que se está siendo liberando durante el procedimiento de cristalización es menor que el calor necesario para fundir los cristales de nuevo. Por lo tanto, solo hay energía suficiente para las transiciones a la modificación β estable. La Figura 10 muestra la curva de enfriamiento Shukoff de la manteca RY. El cociente Shukhoff es 0,221, lo que es muy bueno. Un cociente Shukhoff superior indica un mejor comportamiento de cristalización de la manteca de cacao.

Tabla 14: Mediciones de la manteca de cacao RY

	Manteca de cacao RY	Manteca de cacao PPP
Valor azul	0,031	0,05 (máx.)
Índice de refracción a 40 ºC	14,565	1,456 – 1,459
Punto de fusión de deslizamiento (ºC)	33,4	30 – 34
Punto de fusión (ºC)	34,1	31 – 35
Contenido en grasas sólidas (%)		
A 20 ºC	77,2	74 ± 4
A 25 ºC	72,4	64 ± 5
A 30 ºC	42,5	46 ± 5
Índice de saponificación (mg de KOH/g de grasa)	191	188 – 198

Tabla 15: Comparación de la composición de ácidos grasos con manteca de cacao real

	Manteca de cacao RY (%)	**Manteca de cacao PPP (%)**
Ácidos grasos saturados		
C 4 : 0 (n – butanoico)		
C 6 : 0 (n – hexanoico)		
C 8 : 0 (n – octanoico)		
C 10 : 0 (n – decanoico)		
C 12 : 0 (n – dodecanoico)		≤ 0,25
C 14 : 0 (n – tetradecanoico)	0,1	≤ 0,25
C 15 : 0 (n – pentadecanoico)		
C 16 : 0 (n – hexadecanoico)	25,7	26,0
C 17 : 0 (n – heptadecanoico)	0,2	0,3
C 18 : 0 (n – octadecanoico)	36,7	35
C 20 : 0 (n – eicosanoico)	1,0	1,0
C 22 : 0 (n – docosanoico)	0,1	≤ 0,25
C 24 : 0 (n – tetracosanoico)	0,1	
Ácidos grasos monoinsaturados		
C 14 : 1 (tetradecenoico)		
C 16 : 1 (hexadecenoico)	0,4	0,5
C 17 : 1 (heptadecenoico)		

(continuación)

	Manteca de cacao RY (%)	**Manteca de cacao PPP (%)**
C 18 : 1 (octadecenoico)	32,6	34,0
C 20 : 1 (eicosenoico)		
C 22 : 1 (decosenoico)		
C 24 : 1 (tetracosenoico)		
Ácidos grasos polisaturados		
C 18 : 2 (octadecadienoico)	2,8	3,0
C 18 : 3 (octadecatrienoico)	0,2	≤ 0,25
C 20 : 2 (eicosandienoico)		
C 22 : 2 (docosendienoico)		

Mediciones de las muestras tomadas a diferentes etapas en el procedimiento. En la tabla 16 muestra las mediciones de las muestras de la carga 1 tomadas de diferentes etapas durante el procesamiento de las puntas de cacao en el polvo de cacao. Estos resultados para la carga 1 muestran que la alcalinización de las puntas se realizó después de la toma de muestras, que se puede evitar mediante el tostado de las puntas inmediatamente después de la alcalinización.

La cantidad de AGL de las puntas alcalinizadas de la carga 1 es de 0,57. A este valor bajo de AGL se puede contribuir a una temperatura de la reacción baja durante la alcalinización. Después de asar, la cantidad de AGL aumenta de 0,57 a 0,82 debido a la alta temperatura de reacción durante el procedimiento de tostado. Las coordenadas del color L, C, H, y la calidad de la manteca fueron bastante constantes durante todo el procedimiento de anulación.

Tabla 16: Estudio de las muestras tomadas de diferentes etapas en el procedimiento

	Carga -1 (Alc. De la punta del mezclador)	**Invs. tostados (Después de la caja 3)**	**Después de los molinos Pallmann**	**Después de los molinos de muelas de piedra**	**Después de los molinos de bolas**	**Licor de cacao final**
LICOR DE CACAO DESGRASADO:						
L	11,32	14,78	14,87	15,03	15,06	14,92
C	20,51	24,21	23,65	24,09	24,17	23,81
H	39,79	43,35	42,78	43,19	43,15	42,84
a	15,76	17,6	17,36	17,56	17,63	17,45
b	13,13	16,62	16,06	16,49	16,53	16,19

(continuación)

	Carga -1 (Alc. De la punta del mezclador)	**Invs. tostados (Después de la caja 3)**	**Después de los molinos Pallmann**	**Después de los molinos de muelas de piedra**	**Después de los molinos de bolas**	**Licor de cacao final**
Contenido de humedad (%)	29,64	1,35	1,19	0,97	0,95	0,92
MANTECA DE CACAO FILTRADA						
AGL (%)	0,57	0,82	0,81	0,82	0,81	0,81
Índice de yodo	34,43	34,41	34,36	34,38	34,4	34,4
Contenido de humedad (ppm)	181	210	160	153	143	143
TORTAS DE CACAO PULVERIZADAS						
L	12,56	15,57	15,35	15,46	15,56	
C	21,58	25,06	24,78	25,01	25,08	
H	41,48	43,83	43,97	43,95	43,84	
a	16,17	18,08	17,84	18	18,09	
b	14,29	17,35	17,21	17,36	17,37	

Comparación de los polvos de cacao D11Y con los tipos disponibles en el mercado. En la tabla 17 se muestran los valores característicos de pH y del color para los polvos de cacao del Ejemplo 1, del Ejemplo 2 (D11Y), así como polvos de cacao comercialmente disponibles. Todos los polvos de cacao son polvos altamente alcalinizados dentro del intervalo de pH de 7,4-8,0.

En cuanto al brillo (el valor de C), las muestras de cacao del ejemplo 1 y el ejemplo 2 tienen el valor de C más alto. D11Y de la presente invención es más brillante, menos oscuro y más rojizo que D11S, Gerkens 10/12-GT 78, Barry Callebaut-DP-70 y Bensdorp-11-SR. D11Y de la presente invención es más brillante que Delfi 760-DF 780–11 de tipo Delfi. Los polvos marrones brillantes producidos con granos de Costa de Marfil (como en el ejemplo 1) son mucho más brillantes, menos oscuros y más parduzcos que las muestras comparativas mencionadas en la Tabla 17.

Tabla 17: Comparación de los polvos de cacao brillantes

N.º PO	**Tipo**	**L**	**C**	**H**	**pH**
2229	D11Y (Ejemplo 2)	13,8	22,6	41,7	7,8
Ref.	D11S (PW501546)	12,6	18,8	43,2	8,0
1726	Gerkens 10/12 –GT–78	12,1	19,2	42,1	7,4
2049	Gerkens 10/12 –GT–78	11,0	18,2	41,8	7,8
2133	Barry Callebaut–DP–70	11,3	17,7	40,9	7,7
1726	Barry Callebaut 4D102R	12,2	19,1	44,4	7,7
1695	Barry Callebaut 4D102B5	13,8	19,7	46,5	7,7
2114	Bensdorp –11– SR	13,1	19,0	44,9	8,0

(continuación)

N.º PO	Tipo	L	C	H	pH
2142	DF 780 – 11 de tipo Delfi	10,5	17,1	41,0	7,8
1849	Delfi 760–11	11,9	18,3	43,1	7,7
Ref.	D11S (PW501546)	12,6	18,8	43,2	8,0
2105	N.º de serie 9 (ejemplo 1)	13,7	22,8	45,6	7,7
2105	N.º de serie 11 (ejemplo 1)	13,9	23,0	45,8	7,8

Evaluación sensorial de los polvos de cacao D11Y. Se evaluaron las pruebas de fragancia y sabor para el polvo de cacao D11Y de la presente invención, tal como se resume en la Tabla 18. D11Y tiene un poco más de cacao, es un poco más rico, es ligeramente más ácido, es ligeramente más acre y la fragancia menos alcalino que el polvo de cacao D11S. Sobre la base de la prueba del sabor, D11Y de la presente invención tiene más cacao, es ligeramente más amargo, es ligeramente menos rico y tiene un gusto menos alcalino que D11S.

Tabla 18: Prueba sensorial del polvo de cacao D11Y con D11S como referencia

	Olor (fragancia)	Gusto (sabor)
Diferencia	0,71	1,29
Cacao	0,14	0,57
Amargo	0	0,14
Rico	0,14	–0,14
Aroma	0	0
Ácido	0,14	0
Astringente	0	0
Acre	0,14	0
Álcali	–0,29	–0,57
Sabores desagradables	0	0

Se evaluaron las pruebas tanto de fragancia como de sabor de chocolate con leche elaborado con polvo de cacao D11Y, como se resume en la tabla 19. La diferencia entre D11S y D11Y está dentro de la norma de 3,0. La diferencia en la fragancia es que D11Y es menos cacao, menos rico y más aromático. La diferencia en el gusto es más aroma y menos gusto a leche.

Tabla 19: Prueba de evaluación sensorial del chocolate con leche C11Y con D11S como referencia

Referencia: D11S		
Muestra: D11Y		
Fragancia (olor)		
Diferencia	0,86	7
Cacao	–0,43	2
Aroma	0,29	2
Rico	–0,29	2

(continuación)

Quemado	0,14	1
Comentarios	0,14 (lechoso)	1
Gusto (sabor)		
Diferencia	1,14	
Cacao	–0,14	5
Amargo	0,14	1
Rico	0	2
Aroma	0,43	3
Dulzor	–0,14	1
Gusto a leche	–0,29	2
Quemado	–0,14	1
Redondeado	0,14	1

Conclusión. En general, este ejemplo demuestra que se pueden producir tipos más brillantes de polvos de cacao de la presente invención. Las pruebas de comparación muestran que los polvos de la presente invención son más brillantes, menos oscuras y más rojizas que el polvo Gerkens 10/12– GT –78 y otros tipos de polvo disponibles en el mercado.

El polvo D11Y se produjo a partir de granos de Ghana y tiene un tinte rojizo. Los polvos producidos en este ejemplo fueron ligeramente alcalinos, con valores del color de L > 12,5, C > 21 y H < 43. Aunque los polvos de cacao producidos a partir del licor de transición S/Y fueron más rojos que los del licor Y puro, el polvo de cacao producido a partir del licor Y puro fue más brillante.

Ejemplo 3: Tirada a escala de laboratorio para el desarrollo de polvos de cacao brillantes

Sumario. En este ejemplo, en la tabla 20 se resumen los parámetros y los valores médicos para esta tirada de ensayo a escala de laboratorio. El objetivo de estos estudios fue determinar las condiciones para producir polvos de cacao de color marrón y rojo de brillo alto a partir de granos de cacao de Costa de Marfil. Los polvos de cacao de brillo alto se obtuvieron a temperaturas de alcalinización bajas (~ 60 a 65 ºC). Sin embargo, estos estudios también revelaron el efecto de la temperatura de las puntas cuando se añadió el álcali. Con este fin, estos estudios muestran tres procedimientos generales para modificar la temperatura de la punta desde su temperatura de esterilización (~ 100 °C). Estos tres procedimientos incluyen, sin limitaciones, el precalentamiento de las puntas, el enfriamiento de las puntas mediante aire, y el enfriamiento de las puntas por agitación. Además, también se varió la temperatura del álcali (agua y potasa) que se añadió. Mediante el control de estas diferentes temperaturas (la temperatura de alcalinización, la temperatura de la punta cuando se añadió agua y la temperatura de la potasa), se determinó que diferentes parámetros (por ejemplo, el flujo de aire, el tiempo de alcalinización, el % de agua añadido, el % de potasa añadido) afectaba a los valores de medición del color L, C, y H de manera diferente. Los intervalos para el brillo que funcionaron fueron C = 23,0 ± 1 y para la oscuridad fue L = 15,0 ± 1.

Tabla 20: Parámetros y valores de los diversos componentes de cacao

Número de exp.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Grano de cacao[a]	30/70	30/70	30/70	50/50	50/50	50/50	50/50
Temp. promedio de alc.	54	52,6	52	59,2	58,9	57,6	56,8
% de agua añadida	10	8	8	8	8	8	8
Temp. de agua	80	20	20	70	19,9	19,9	19,9
% de K_2CO_3[b]	6	6	6	6	6	5,5	5,5
Temp. de K_2CO_3	25	25	25	22	20	20	20
agua + temp. de K_2CO_3	62	23	23	58	20	20,6	20,6
Inyección de aire (min)	180	180	300	90	90	150	150
Sin inyección de aire (min)	0	0	120	90	60	0	150
Aire total inyectado[d]	0,54	0,54	0,54	0,22	0,22	0,36	0,36
Flujo de aire (ml/s/2,5 kg)	50	50	50	40	40	40	40
Temp. de las puntas antes del álcali	78	82	82	78	72	70	70
Temp. de la puntas después de la esterilización	102	100	100	97	98	100	100
PUNTAS							
Tiempo de alc. (min)	180	180	300	180	150	150	300
CH (%) de la punta bruta	5,48	6,2	6,2	5,5	5,5	6,1	6,1
CH (%) después de esterilización	11,58	12,2	12,2	12	12,9	13,6	13,6
CH (%) después de la alc.	21,08	21	21	21	20,2	18,8	16,8
CH (%) después del tostado	0,95	1,1	1,3	0,6	0,7	0,67	0,76
LICOR DE CACAO							
Contenido de humedad	1,09	1,2	1,4	0,9		0,8	0,9
pH							
MANTECA DE CACAO							
Ácidos grasos libres (%)	1,06	1,35	1,78	1,2	1,33	1,3	1,44
Índice de yodo	35,2	35,1	35	34,9	35	35	35
TORTAS DE CACAO PULVERIZADO EN AGUA							
L	14,48	14,06	14,93	14,4	15,63	15,59	16,1
C	22,54	21,78	23,11	22,1	23,39	22,94	23,76

(continuación)

Número de exp.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
TORTAS DE CACAO PULVERIZADO EN AGUA							
Número de exp.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
H	48,34	47,95	48,33	46,5	49,85	48,92	48,49
Número de exp.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
a	14,98	14,59	15,37	15,2	15,09	15,07	15,74
b	16,84	16,17	17,26	16	17,88	17,29	17,79
pH	8,2	7,9	7,85	8,5	8,3	8,4	8,2
POLVO DE CACAO DESGRASADO EN AGUA							
L	14,21	13,16	14,55	13,6	15,45	14,74	15,81
C	21,9	20,53	22,09	20,7	22,72	21,81	22,71
H	47,71	46,52	47,76	45,5	49,1	47,64	47,75
a	14,74	14,12	14,85	14,5	14,87	14,7	15,27
b	16,2	14,9	16,35	18,99	17,17	16,12	16,81
Nota: Todas las temperaturas se indican en ºC; CH: contenido de humedad (%) [a]% tipo 2 de Costa de Marfil/% de tipo 2 de Costa de Marfil; [b] (solución al 50 % en agua); [c] inyección de aire de ml/s/2,52 kg; [d] unidades de m^3/2,5 kg de punta.							

Materias primas y reactivos. Las puntas fueron 2,5 kg de una mezcla de N/D, que contiene 100 % de granos de Costa de Marfil. Diferentes números de estudio utilizaron diferentes composiciones de granos de cacao: los estudios 1-3 utilizaron un 30 % de tipo 1 de Costa de Marfil y 70 % de tipo 2 de Costa de Marfil; y los estudios 4-7, así como D11SW, utilizaron 50 % de tipo 1 de Costa de Marfil y 50 % de tipo 2 de Costa de Marfil. El álcali estaba entre 4-6 % de una solución al 50 % en peso de K_2CO_3 (potasa) en agua. El agua utilizada estaba entre 8-15 % del agua potable fría. *Condiciones del procedimiento.* Los 2,5 kg de las puntas de Costa de Marfil se esterilizaron con vapor libre durante 30 minutos a 102 ± 0,5 °C en una unidad de esterilización. La presión de vapor inyectado se redujo de 0,2 MPa a casi 0,01 MPa. La capacidad de flujo de vapor estaba entre 1,7 y 3,6 kg/h, cuando la capacidad de flujo del vapor fue de 2,48 para el estudio 1, de 2,2 para los estudios 2 y 3; 2 para el estudio 4; 2,23 para el estudio 5; y 2,4 para los estudios 6 y 7. Después de la esterilización, las puntas están a aproximadamente 100 °C. Después de mover las puntas al recipiente utilizado para la alcalinización, la temperatura normalmente se reduce a ~ 80 °C.

Las puntas esterilizadas se cargaron en un recipiente con una temperatura de calentamiento de la camisa ajustada a un punto de ajuste cercano a la temperatura de alcalinización, tal como 50 °C para el estudio 1. Hay al menos tres procedimientos que funcionan controlando la temperatura de la punta. En un procedimiento, las puntas esterilizadas se cargaron en un recipiente con una temperatura de calentamiento de la camisa mayor que la temperatura de alcalinización. En este procedimiento, las puntas se precalentaron después de la esterilización para prohibir el enfriamiento rápido de las puntas, tal como el precalentamiento desde el punto de ajuste de la camisa a 95 °C a la alcalinización estableciendo el punto de ajuste de la camisa a 55 °C para el estudio 5 y de 145 °C a 65 °C a 55 °C para los estudios 6-7. En otro procedimiento, las puntas esterilizadas pueden enfriarse antes de que se inicie el procedimiento de alcalinización (véanse los estudios 2 y 3). En este procedimiento, las puntas se enfrían mediante agitación e inyección de aire durante un período de tiempo, se determina la temperatura del producto y se inicia el procedimiento de alcalinización con la temperatura de la camisa establecida en la temperatura de la temperatura de alcalinización, tal como para una temperatura de alcalinización de 50 °C, como en el caso de estudios 2 y 3. En un procedimiento adicional, las puntas se pueden enfriar por agitación del producto dentro del recipiente, tal como agitación con temperatura de la camisa de 95 °C y ajustando la temperatura de la camisa a 55 °C, como en el estudio 4. En la tabla 20 se muestra la temperatura de las puntas después de la esterilización ("temp. de la punta después de esterilizar") y antes de la adición de álcali ("temp. De la punta antes del álcali").

Después de enfriar las puntas, el procedimiento de alcalinización se inició mediante la adición de agua y K_2CO_3 (solución al 50 % en agua). La cantidad de agua añadida y K_2CO_3 (potasa) añadida se varió a lo largo de los

estudios. La temperatura de la potasa y la solución de agua se variaron como se indica en la Tabla 20. Para muestras diferentes, la temperatura promedio de alcalinización objetivo era diferente. Cuando se abrió la válvula de aire para evitar la sobrepresión en el recipiente, se produjo suficiente intercambio de calor con el entorno. Por el contrario, la válvula de aire se cerró para prohibir la pérdida de calor hacia el entorno.

Durante el procedimiento de alcalinización, se tomaron muestras en diferentes momentos para análisis y se determinó la temperatura del producto. En la tabla 21 se resume la temperatura del producto (en °C) durante el procedimiento de alcalinización, en el que t = 0 minutos indica el inicio de la alcalinización. En la tabla 22 se muestran las temperaturas promedio del producto (X) y la desviación estándar (en σn y σn-1) para N muestras en el momento específico después del inicio de la alcalinización.

Durante el procedimiento de alcalinización, se inyectó aire en el recipiente a un flujo de aire como se muestra en la Tabla 20. El flujo de aire de los mezcladores usados para elaborar polvo de cacao puede ser, típicamente, de 520 m^3/h/8750 kg, que es equivalente a 0,15 m^3/h/2,5 kg de la punta = 42 ml/s/2,5 kg de puntas (suponiendo que los mezcladores se llenan con 8.750 kg de punta durante el ensayo). Si los mezcladores se llenan con 7.500 kg de puntas, el flujo de aire es de 520 m^3/h/7500 kg, que es equivalente a 48 ml/s/2,5 kg. Típicamente, el flujo de aire se inyectó durante todo el procedimiento de alcalinización. En otro procedimiento, el flujo de aire también se detuvo en algunas condiciones durante un cierto período de tiempo durante el procedimiento de alcalinización. En la tabla 20 se muestra la cantidad de tiempo (minutos) durante el procedimiento de alcalinización durante el cual no se inyectó flujo de aire (véase la fila "sin aire inyectado" en la tabla 20).

A continuación, las muestras se tostaron a 110 °C con un secador de lecho fluido para reducir el contenido de humedad de aproximadamente 18 - 30 % a 1,3 ± 0,3 %. Las puntas tostadas se molieron adicionalmente hasta obtener un licor de cacao fino con un molino de muelas de piedra de Retsch. Parte del licor de cacao (50-60 gramos) se extrajo para formar polvo de cacao sin grasa (desgrasado). La otra parte del licor (180-200 gramos) se prensó hidráulicamente para formar pequeñas tortas de cacao y manteca de cacao filtrada. Las tortas de cacao se rompieron en pedazos pequeños y se pulverizaron en polvo de cacao con un molino de corte de Retsch usando tamices con agujeros de 0,25 y 0,5 mm.

Análisis. Se realizaron los siguientes análisis: contenido de humedad de las puntas brutas antes de la esterilización, las puntas alcalinizadas, las puntas tostadas y el licor de cacao; pH del licor de cacao; los ácidos grasos libres y el índice de yodo de la manteca de cacao filtrada; el color intrínseco en el agua del polvo de cacao sin grasa; y el color intrínseco en agua del polvo de cacao pulverizado.

Tabla 21: Mediciones de la temperatura (ºC) del producto durante el proceso de alcalinización

Tiempo (min)	Exp. 1	Exp. 2–3	Exp. 4	Exp. 5	Exp. 6-7
0	78	82	78	72	70
5	64	62	75,5	68	64
10	60	58	74,4	67,6	63
15	57	55	72,5	65,5	61
20	56	54	69,5	63	60
25	56	53	65,5	62	59
30	54	52	63	61	58
35	52	51,5	61	60	57,7
40	52	51	60	59	57,2
45	52	51	58,5	58,5	57
50	52	51	58	58	56,8
55	52	51	57	57,8	56,5
60	52	51	56,5	57,5	56,3
65	52	51	56,2	57	56,2
70	52	51	56	57	56

(continuación)

Tiempo (min)	Exp. 1	Exp. 2–3	Exp. 4	Exp. 5	Exp. 6-7
75	52	51	55,9	57	56
80	52	51	55,8	57	56
85	52	51	55,8	57	56
90	52	51	55,8	57	56
95	52	51	55,8	57	56
100	52	51	55,8	57	56
105	52	51	55,8	57	56
110	52	51	55,8	57	56
115	52	51	55,8	57	56
120	52	51	55,8	57	56
125	52	51	55,8	57	56
130	52	51	55,8	57	56
135	52	51	55,8	57	56
140	52	51	55,8	57	56
145	52	51	55,8	57	56
150	52	51	55,8	57	56
155	52	51	55,8		56
160	52	51	55,8		56
165	52	51	55,8		56
170	52	51	55,8		56
175	52	51	55,8		56
180	52	51	55,8		56
185		51			56
190		51			56
195		51			56
200		51			56
205		51			56
210		51			56
215		51			56
220		51			56
225		51			56

(continuación)

Tiempo (min)	Exp. 1	Exp. 2–3	Exp. 4	Exp. 5	Exp. 6-7
230		51			56
235		51			56
240		51			56
245		51			56
250		51			56
255		51			56
260		51			56
265		51			56
270		51			56
275		51			56
280		51			56
285		51			56
290		51			56
295		51			56
300		51			56

Tabla 22. Datos estadísticos para las mediciones de la temperatura (ºC) del producto durante el proceso de alcalinización

Tiempo (min)	Exp. 1	Exp. 2-3	Exp. 4	Exp. 5	Exp. 6-7
0	a	a	a	a	a
30	N = 7; X = 64,43; σn = 4,79	N = 7; X = 59,4; σn = 10,5	N = 7; X = 71,2; σn–1 = 5,5; σn = 5,1	N = 7; X = 65,6; σn–1 = 3,9; σn = 3,6	N = 7; X = 62,1; σn–1 = 4,1; σn = 3,8
60	N = 13; X = 56,69; σn = 7,41	N = 13; X = 55,6; σn = 8,61	N = 13;X = 65,3; σn–1 = 7,7; σn = 7,4	N = 13;X = 61,6; σn–1 = 5,2; σn = 5,0	N = 13;X = 59,7; σn–1 = 4; an = 3,8
90		N = 19; X = 54,1; σn = 7,36	d; N = 19; X = 62,4; σn–1 = 7,7; σn = 7,5	d; N = 19; X = 60,2; σn–1 = 4,8; σn = 4,7	d: N = 19; X = 58,6; σn–1 = 3,7; σn = 3,6
120	N = 25; X = 54,44; σn = 5,76	N = 25; X = 53,4; σn = 6,52	N = 25;X = 60,8; σn–1 = 7,3; an = 7,1	N = 25;X = 59,4; σn–1 = 4,4; σn = 4,3	N = 25;X = 57,9; σn–1 = 3,4; σn = 3,3
150			N = 31; X = 59,8; σn–1 = 6,8; σn = 6,7	N = 31;X = 58,9; σn–1 = 4,0; σn = 4,0	N = 31;X = 57,6; σn–1 = 3,1; σn = 3,1

(continuación)

Tiempo (min)	Exp. 1	Exp. 2-3	Exp. 4	Exp. 5	Exp. 6-7
180	N = 37; X = 53,65; σn = 4,84	N = 37; X = 52,6; σn = 5,44	N = 37; X = 59,2; σn–1 = 6,4; σn = 6,3		N = 37; X = 57,3; σn–1 = 2,9; σn = 2,9
215		N = 44; = 52,4; σn = 5,01			N = 44; X = 57,1; σn–1 = 2,7; σn = 2,7
240		N = 49; X = 53,9; σn = 8,2			N = 49; X = 57; σn–1 = 2,6; σn = 2,6
270		N = 55; X = 52,1; σn = 4,51			N = 55; X = 56,9; σn–1 = 2,6; σn = 2,4
300		N = 61; X = 52,1; σn = 4,29			N = 61; X = 56,8; σn–1 = 2,3; σn = 2,3
a: Inicio de la alcalinización con inyección de aire; b: Detención de la inyección de aire tras 90 minutos; c: Punto fijado en la camisa reducido a 85 ºC; d: detención de la inyección de flujo de aire. N: tamaño de la muestra de la prueba aleatoria; X: temperatura promedio de la punta; σn: desviación estándar de la población total; σn–1: desviación estándar de la prueba aleatoria con n -1 grados de libertad					

Resultados. En la tabla 23 enumeran los valores de medición del color de las muestras a escala de laboratorio a partir de este ejemplo y de muestras disponibles en el mercado. En la siguiente discusión, se tratan muestras obtenidas con diferentes parámetros. Estos parámetros no necesariamente tratan o enumeran todas las condiciones y parámetros del procedimiento, que se muestran en la Tabla 20.

Tabla 23: Valores de la medición del color de tortas de cacao pulverizado

TORTAS DE CACAO PULVERIZADO EN AGUA	L	C	H	pH
Exp. 1	14,48	22,54	48,34	8,2
Exp. 2	14,1	21,8	47,9	7,9
Exp. 3	14,9	23,1	48,3	7,9
Exp. 4	14,4	22,1	46,5	8,5
Exp. 5	15,63	23,39	49,85	8,3
Exp. 6	15,59	22,94	48,92	8,4
Exp. 7	16,1	23,76	48,49	8,2
G–10/12DR–79	12,7	20,5	43,5	7,3
D11S[a]	11,8	18,7	42,3	7,9
D11A	17,3	22,8	48,9	7,2
D11Y	13,8	22,6	41,7	7,8
D11S[b]	12,6	18,8	43,2	8

(continuación)

TORTAS DE CACAO PULVERIZADO EN AGUA	L	C	H	pH
G–10/12GT–78	12,1	19,2	42,1	7,4
G–10/12GT–78	11	18,2	41,8	7,8
BC–DP–70	11,3	17,7	40,9	7,7
BC4D102R	12,2	19,1	44,4	7,7
BC 4D102B5	13,8	19,7	46,5	7,7
BD–11–SR	13,1	19	44,9	8
DF 780–11	10,5	17,1	41	7,8
DF 760–11	11,9	18,3	43,1	7,7
[a] 100 % de granos de Ghana; [b] PW501546; BC: Barry Callebaut; BD: Bensdorp; DF: Delfi; G: Gerkens				

Análisis del Experimento 1. Las condiciones del procedimiento de unos pocos parámetros y valores de medición del color obtenidos para el experimento 1 se muestran en la tabla 24.La temperatura de la punta fue de 102 °C inmediatamente después de la esterilización y se redujo a 78 °C cuando se añadió el álcali. Las condiciones para el exp. 1 usaron 6 % de una solución al 50 % en peso de K_2CO_3 (potasa) en agua y se añadió 10 % de agua. Los granos de cacao utilizados fueron 70 % de tipo 2 de Costa de Marfil y 30 % de tipo 1 de Costa de Marfil.

Durante el procedimiento de alcalinización, se inyectó un flujo de aire de 3.000 ml/min/2,5 kg (50 ml/s/2,5 kg) en las puntas dentro del recipiente. La temperatura de las puntas dentro del recipiente fue de casi 52 °C. La válvula de aire se cerró para evitar el exceso de intercambio de calor con el entorno.

De acuerdo con la Tabla 20, las coordenadas del color L y H son aproximadamente las mismas para las tortas de cacao pulverizado y el licor de cacao desgrasado para el exp. 1. Los valores del color C del polvo de cacao desgrasado son casi 0,6 puntos menor que los del polvo de cacao pulverizado.

Tabla 24: Comparación de los productos disponibles comercialmente con la torta de cacao pulverizado para el exp. 1

	L	C	H	pH
Exp. 1: Tortas pulverizadas	14,48	22,54	48,34	
Ejemplo 1: Exp. 14 (3 h de alc.) polvo	14,1	22,2	48,7	8,0
Ejemplo 1: Exp. 12 (5 h de alc.) polvo	14,2	22,5	48,1	7,8
Gerkens –10/12 – GT – 78 : polvo	11,0	18,2	41,8	7,8
Gerkens –10/12 – DR – 79 : polvo	12,7	20,5	43,5	7,3
D11S (100 % Ghana): polvo	11,8	18,7	42,3	7,9
D11A: polvo	17,3	22,8	48,9	7,2

A partir de la tabla 24 se pueden efectuar las siguientes observaciones: El exp. 1 es sustancialmente similar a los Experimentos 12 y 14 del Ejemplo 1. El valor del color H está dentro de los valores deseados para el polvo de cacao de color marrón brillante.

Análisis de los experimentos 2-3. Las condiciones del procedimiento de unos pocos parámetros y los valores de medición del color obtenidos para los exp. 2-3 se muestran en la tabla 25. La temperatura de la punta fue de 100 °C inmediatamente después de la esterilización y se redujo a 82 °C cuando se añadió el álcali. Las condiciones para los exp. 2-3 usaron 6 % de una solución al 50 % en peso de K_2CO_3 (potasa) en agua y se añadió 8 % de agua. Los

granos de cacao utilizados fueron 70 % de tipo 2 de Costa de Marfil y 30 % de tipo 1 de Costa de Marfil.

Las puntas esterilizadas se cargaron en un recipiente con la temperatura de calentamiento de la camisa ajustada a 50 °C. La temperatura de la punta después de la esterilización fue de 100 °C. Después de transportar las puntas al recipiente, la temperatura era de aproximadamente 90,6 °C. Cuando se inició la agitación, la temperatura bajó adicionalmente desde 90,6 a 82 °C debido al aumento de intercambio de calor con el entorno durante el transporte y la mezcla. La temperatura de la camisa del recipiente se mantuvo a 50 °C durante todo el procedimiento de alcalinización. En lugar de mantener la energía interna precalentando las puntas, el procedimiento en los experimentos 2-3 enfría las puntas y da lugar a la pérdida de energía interna. Esta pérdida de energía dará lugar a la disminución de la actividad de las reacciones de hidrólisis y de pardeamiento dentro de las puntas durante el procedimiento de alcalinización, lo que podría dar lugar a un color menos oscuro y más brillante en el producto.

Durante los primeros 180 minutos del procedimiento de alcalinización, se inyectó un flujo de aire de 3.000 ml/min/2,5 kg (50 ml/s/2,5 kg) en las puntas dentro del recipiente. Tras la inyección de aire, la temperatura de las puntas disminuyó exponencialmente 82 a 51 °C en un período de 40 minutos. Durante los últimos 120 minutos de la alcalinización, no se inyectó hay aire en el recipiente. La válvula de aire se cerró para evitar el exceso de intercambio de calor con el entorno.

El análisis de regresión exponencial se llevó a cabo en la temperatura de las puntas durante el procedimiento de alcalinización. Durante los primeros 40 minutos de la alcalinización, la temperatura de las puntas T (°C) disminuye como una función exponencial en función del tiempo t (minutos) de acuerdo con $T(t) = 66{,}5*\exp^{(-0{,}0065*t)}$. Después de 40 minutos, la temperatura tiene un valor constante de 51 °C. Por lo tanto, la aproximación de la temperatura del producto como una función del tiempo sería una función discontinua descrita por:

$$T(t) = 66{,}5 * \exp^{(-0{,}0065*t)}$$

si y solo si $0 < t < 40$ min y

$$T(t) = 51 \text{ si } t > 40 \text{ min}$$

De acuerdo con la Tabla 20, las coordenadas del color C y H del polvo de los experimentos 2-3 es 1,5 puntos más alta que las del licor de cacao desgrasado. El valor L del color después de 300 minutos de alcalinización es 1,0 punto más alto que el valor deseado de 14,93.

Tabla 25: Comparación de los tipos de producto disponibles comercialmente con la torta de cacao pulverizado para los experimentos 2-3

	L	C	H	pH
Exp. 2: Tortas pulverizadas	14,1	21,8	47,9	7,9
Exp. 3: Tortas pulverizadas	14,9	23,1	48,3	7,9
Ejemplo 1: Exp. 14 (3 h de alc.) polvo	14,1	22,2	48,7	8,0
Ejemplo 1: Exp. 12 (5 h de alc.) polvo	14,2	22,5	48,1	7,8
Gerkens –10/12 – GT – 78 : polvo	11,0	18,2	41,8	7,8
Gerkens –10/12 – DR – 79 : polvo	12,7	20,5	43,5	7,3
D11S (100 % Ghana): polvo	11,8	18,7	42,3	7,9
D11A: polvo	17,3	22,8	48,9	7,2

A partir de la tabla 25 se pueden efectuar las siguientes observaciones: el experimento 2 es similar a los experimentos 12 y 14 del ejemplo 1; y el experimento 3 es más brillante y menos oscuro que los experimentos 12 y 14 del ejemplo 1. El valor del color L es 1,0 punto demasiado alto. El valor del color C es satisfactorio. El valor del color H es satisfactorio para un polvo de cacao más marrón.

Análisis del Experimento 4. Las condiciones del procedimiento de unos pocos parámetros y valores de medición del color obtenidos para el experimento 4 se muestran en la tabla 26. Las condiciones para el experimento 4 usaron 6 % de una solución al 50 % en peso de K_2CO_3 (potasa) en agua y se añadió 8 % de agua. Los granos de cacao utilizados fueron 50 % de tipo 2 de Costa de Marfil y 50 % de tipo 1 de Costa de Marfil.

Las puntas esterilizadas se cargaron en un recipiente con la temperatura de calentamiento de la camisa ajustada a 95 °C. La temperatura de la punta después de la esterilización fue de 97 °C. Después de transportar las puntas al

recipiente, la temperatura era de aproximadamente 82,5 °C. Cuando se inició la agitación, la temperatura bajó adicionalmente a 78 °C después de 35 minutos. Las puntas se enfriaron mediante agitación y controlando la temperatura de la camisa. En lugar de mantener la energía interna precalentando las puntas, el procedimiento en el experimento 4 enfría las puntas y da lugar a la pérdida de energía interna. En comparación con los procedimientos en los experimentos 2-3 que enfrían mediante agitación e inyección de aire, el procedimiento en el experimento 4 enfría las puntas únicamente mediante agitación. Esta pérdida de energía dará lugar a la disminución de la actividad de las reacciones de hidrólisis y de pardeamiento dentro de las puntas durante el procedimiento de alcalinización, lo que podría dar lugar a un color menos oscuro y más brillante en el producto.

Durante el procedimiento de alcalinización, la temperatura de la camisa se redujo de 95 a 55 °C. El álcali se añadió cuando la temperatura del producto fue de 78 °C. La temperatura promedio de alcalinización fue de 50 °C. Durante los primeros 90 minutos del procedimiento de alcalinización, se inyectó un flujo de aire de 2.400 ml/min/2,5 kg (40 ml/s/2,5 kg) en las puntas dentro del recipiente y la temperatura promedio de las puntas fue 62,4 °C. Durante los siguientes 90 minutos, el flujo de aire no se inyectó y la temperatura del producto se redujo de 60 a 59,2 °C. La válvula de aire se cerró para evitar el exceso de intercambio de calor con el entorno. El flujo de aire de los mezcladores en un procedimiento de alcalinización típico es de aproximadamente 520 m^3/h/8750 kg, lo que equivale a 0,15 m^3/h/2,5 kg de la punta = 42 ml/s/2,5 kg de puntas (si los mezcladores se cargan con 8.750 kg de punta durante el ensayo). Si los mezcladores se cargan con 7.500 kg de puntas, el flujo de aire es de 520 m^3/h/7500 kg o 48 ml/s/2,5 kg de puntas. El flujo de aire para este ensayo a escala de laboratorio es 2.400 ml/min/2,5 kg, en el que el mezclador se carga con 9.000 kg de puntas y el soplador tiene una capacidad de 520 m^3/h.

El análisis de regresión exponencial se llevó a cabo en la temperatura de las puntas durante el procedimiento de alcalinización. Durante los primeros 80 minutos de la alcalinización, la temperatura de las puntas T (°C) disminuye como una función exponencial en función del tiempo t (minutos) de acuerdo con $T(t) = 75{,}11*\exp^{(-0{,}00452*t)}$. Después de 80 minutos, la temperatura tiene un valor constante de 55,8 °C. Por lo tanto, la aproximación de la temperatura del producto como una función del tiempo sería una función discontinua descrita por:

$$T(t) = 75{,}11 * \exp^{(-0{,}00452*t)} \text{ si y solo si } 0 < t < 80\text{min.}$$

y

$$T(t) = 55{,}8 \text{ si } t > 80 \text{ min}$$

De acuerdo con la Tabla 20, las coordenadas del color L y C del polvo de los experimentos 4 son 1,0 punto más altas que las del licor de cacao desgrasado. El valor del color C es 1,4 puntos más alto que el del licor de cacao desgrasado.

Tabla 26: Comparación de los tipos de producto disponibles comercialmente con la torta de cacao pulverizado para el experimento 4

	L	**C**	**H**	**pH**
Exp. 2: polvo (3 h de alc.)	14,1	21,8	47,9	7,9
Exp. 3: polvo (5 h de alc.)	14,9	23,1	48,3	7,9
Exp. 4: Tortas pulverizadas (3 h de alc.)	14,4	22,1	46,5	8,5
Ejemplo 1: Exp. 14 (3 h de alc.) polvo	14,1	22,2	48,7	8,0
Ejemplo 1 Exp. 12 (5 h de alc.) polvo	14,2	22,5	48,1	7,8
Gerkens –10/12 DP–70 : (tipo D11A)	17,1	23,5	48,6	7,0
Bensdorp – 11 – SR	13,0	20,1	47,1	7,6

A partir de la tabla 26 se pueden efectuar las siguientes observaciones: El experimento 4 tiene la misma oscuridad que los experimentos 12 y 14 del Ejemplo 1; el experimento 4 es más rojo y tiene un pH mayor que el experimento 2, el experimento 3, los experimentos 12 y 14 del ejemplo 1. El valor del color C es satisfactorio. El valor de pH es 0,4 punto demasiado alto.

También se realizaron comparaciones visuales de los polvos dentro de las soluciones de leche para los polvos obtenidos en los experimentos 2, 3, 4, polvos de cacao de tipo Gerkens 10/12– DP– 70 y D11ZR. Las observaciones de estas comparaciones visuales incluyeron: los experimentos 2 y 3 fueron las muestras más brillantes y más marrones del grupo; el experimento 4 fue más brillante y más rojo que los experimentos 2, 3 y Gerkens 10/12- DP-70; Gerkens 10/12-DP-70 fue menos parduzco que los experimentos 2 y 3; y D11ZR fue más rojo que los experimentos 2, 3 y 4.

Análisis del Experimento 5. Las condiciones del procedimiento de unos pocos parámetros y valores de medición del color obtenidos para el experimento 5 se muestran en la tabla 27. Las condiciones para el experimento 5 usaron 6 % de una solución al 50 % en peso de K_2CO_3 (potasa) en agua y se añadió 8 % de agua. Los granos de cacao utilizados fueron 50 % de tipo 2 de Costa de Marfil y 50 % de tipo 1 de Costa de Marfil.

La temperatura de la punta después de la esterilización fue de 98 °C. Después de transportar las puntas al recipiente, la temperatura fue de aproximadamente 86 °C. El calentamiento de la camisa del recipiente estaba en un punto fijado de 145 °C conjunto y las puntas se precalentaron a 90 °C en 18 minutos con agitación (no se inyectó aire). La temperatura de calentamiento de la camisa se puede ajustar a la temperatura de alcalinización deseada. Esto resulta da lugar a que la temperatura de las puntas disminuya rápidamente (en 10 minutos). Para evitar esta pérdida rápida de calor, las puntas se precalentaron antes de la adición de álcali.

Las puntas se enfriaron mediante inyección de aire y disminución del punto fijado de la camisa del recipiente de 145 a 70 °C. La temperatura de la punta se redujo desde 90 a 72 °C. Durante el enfriamiento de las puntas, las válvulas de aire del recipiente estaban abiertas para un intercambio de calor más rápido con el entorno.

Antes de añadir el agua y la potasa, la temperatura del producto era de 72 °C. Tras la adición de agua y potasa, se inyectó aire en las puntas y la temperatura de la camisa se redujo desde 70 hasta 55 °C. Durante los primeros 90 minutos del procedimiento de alcalinización, un flujo de aire de 2-400 ml/min/2,5 kg (40 ml/s/2,5 kg) se inyectó en las puntas dentro del recipiente y la temperatura promedio de las puntas era de 60,2 °C. Durante los próximos 60 minutos, no se inyectó flujo de aire. La válvula de aire se cerró para evitar el exceso de intercambio de calor con el entorno. Después de 150 minutos de alcalinización, el producto se liberó del recipiente.

El flujo de aire de los mezcladores en un procedimiento de alcalinización típico es de aproximadamente 520 m^3/h/8750 kg, lo que equivale a 0,15 m^3/h/2,5 kg de la punta = 42 ml/s/2,5 kg de puntas (si los mezcladores se cargan con 8.750 kg de punta durante el ensayo). Si los mezcladores cargan con 7.500 kg de puntas, el flujo de aire es de 520 m^3/h/7500 kg o 48 ml/s/2,5 kg de puntas. El flujo de aire para este ensayo a escala de laboratorio es 2.400 ml/min/2,5 kg, en el que el mezclador se carga con 9.000 kg de puntas y el soplador tiene una capacidad de 520 m^3/h.

El análisis de regresión exponencial se llevó a cabo en la temperatura de las puntas durante el procedimiento de alcalinización. Durante los primeros 65 minutos de la alcalinización, la temperatura de las puntas T (°C) disminuye como una función exponencial en función del tiempo t (minutos) de acuerdo con $T(t) = 68{,}9*\exp^{(-0{,}0034^{*t})}$. Después de 65 minutos, la temperatura tiene un valor constante de 57 °C. Por lo tanto, la aproximación de la temperatura del producto como una función del tiempo sería una función discontinua descrita por:

$$T(t) = 68{,}9 * \exp^{(-0{,}0034*t)} \text{ si y solo si } 0 < t < 65 \text{ min y}$$

$$T(t) = 57 \text{ si } t > 65 \text{ min}$$

Tabla 27: Comparación de los tipos de producto disponibles comercialmente con la torta de cacao pulverizado para el experimento 5

	L	C	H	pH
Exp. 5: (150 min de alc.)	15,63	23,39	49,85	8,3
Ejemplo 1, experimento 14 (2 h de alc.) polvo	14,1	22,2	48,7	8,0
Ejemplo 1, experimento 12 (5 h de alc.) polvo	14,2	22,5	48,1	7,8
Gerkens –10/12 DP–70 : (tipo D11A)	17,1	23,5	48,6	7,0
Bensdorp – 11 – SR	13,0	20,1	47,1	7,6

Análisis de los experimentos 6-7. Las condiciones del procedimiento de unos pocos parámetros y los valores de medición del color obtenidos para los exp. 6–7 se muestran en la tabla 28. Las condiciones para el experimento 6-7 usaron 5,5 % de una solución al 50 % en peso de K_2CO_3 (potasa) en agua y se añadió 8 % de agua. Los granos de cacao utilizados fueron 50 % de tipo 2 de Costa de Marfil y 50 % de tipo 1 de Costa de Marfil.

La temperatura de la punta después de la esterilización fue de 100 °C. Después de transportar las puntas al recipiente, la temperatura fue de aproximadamente 76 °C. El calentamiento de la camisa del recipiente estaba en un punto fijado de 145 °C conjunto y las puntas se precalentaron a 98 °C en 32 minutos con agitación (no se inyectó aire). La temperatura de calentamiento de la camisa se puede ajustar a la temperatura de alcalinización deseada. Esto resulta da lugar a que la temperatura de las puntas disminuya rápidamente (en 10 minutos). Para evitar esta pérdida rápida de calor, las puntas se precalentaron antes de la adición de álcali.

Las puntas se enfriaron mediante inyección de aire y disminución del punto fijado de la camisa del recipiente de 145 a 65 °C. La temperatura de la punta se redujo desde 98 a 72 °C. Durante el enfriamiento de las puntas, las válvulas de aire del recipiente estaban abiertas para un intercambio de calor más rápido con el entorno.

Antes de añadir el agua y la potasa, la temperatura del producto era de 72 °C. Tras la adición de agua y potasa, se inyectó aire en las puntas y la temperatura de la camisa se redujo desde 65 hasta 55 °C. Durante los primeros 150 minutos del procedimiento de alcalinización, un flujo de aire de 2-400 ml/min/2,5 kg (40 ml/s/2,5 kg) se inyectó en las puntas dentro del recipiente y la temperatura promedio de las puntas dentro del recipiente fue de 57,6 °C. Durante el resto del procedimiento de alcalinización, no se inyectó flujo de aire. La válvula de aire se cerró para evitar el exceso de intercambio de calor con el entorno.

El flujo de aire de los mezcladores en un procedimiento de alcalinización típico es de aproximadamente 520 m^3/h/8750 kg, lo que equivale a 0,15 m^3/h/2,5 kg de la punta = 42 ml/s/2,5 kg de puntas (si los mezcladores se cargan con 8.750 kg de punta durante el ensayo). Si los mezcladores se cargan con 7.500 kg de puntas, el flujo de aire es de 520 m^3/h/7500 kg o 48 ml/s/2,5 kg de puntas. El flujo de aire para este ensayo a escala de laboratorio es 2.400 ml/min/2,5 kg, en el que el mezclador se carga con 9.000 kg de puntas y el soplador tiene una capacidad de 520 m^3/h.

El análisis de regresión exponencial se llevó a cabo en la temperatura de las puntas durante el procedimiento de alcalinización. Durante los primeros 70 minutos de la alcalinización, la temperatura de las puntas T (°C) disminuye como una función exponencial en función del tiempo t (minutos) de acuerdo con $T(t) = 64{,}5*\exp^{(-0{,}00247*t)}$. Después de 70 minutos, la temperatura tiene un valor constante de 56 °C. Por lo tanto, la aproximación de la temperatura del producto como una función del tiempo sería una función discontinua descrita por:

$$T(t) = 64{,}5 * \exp^{(-0{,}00247*t)} \text{ si y solo si } 0 < t < 70 \text{ min y}$$

$$T(t) = 56 \text{ si } t > 70 \text{ min}$$

Tabla 28: Comparación de torta de cacao pulverizado para el experimento 5 y los experimentos 6-7

Exp.	Temp. de alc. (°C)	% de agua añadida	% de K_2CO_3 añadida	Aire total inyectado (m^3)	Temp. de las puntas antes del álcali (ºC)	Tiempo de alc. (min)	L	C	H	a	b	pH
5	58,9	8	6	0,22	72	150	15,63	23,39	49,85	15,09	17,88	8,3
6	58	8	5,5	0,36	70	150	15,59	22,94	48,92	15,07	17,29	8,4
7	57	8	5,5	0,36	70	300	16,1	23,76	48,49	15,74	17,79	8,2

En la tabla 28 se muestran algunos de los parámetros y los valores de medición del color para el experimento 5 y los experimentos 6-7. De acuerdo con la Tabla 28, un flujo de aire mayor, menos álcali y tiempo de alcalinización más largo a una temperatura de alcalinización más baja conduce a un polvo de cacao más brillante y más rojo.

Ejemplo 4: Ensayo a escala de laboratorio y a escala de fábrica con 5 mezcladores sobre la línea de producción 21 de polvo de cacao brillante de tipo D11ZB

Sumario. Este Ejemplo describe el desarrollo de un polvo de cacao brillante fuertemente alcalinizado con un tinte de color marrón llamado D11ZB para la producción a escala de fábrica. Primero se realizaron estudios para producir D11ZB a escala de laboratorio para determinar las condiciones del procedimiento, y seguidos de una tirada de producción completa a escala de fábrica.. Las condiciones del procedimiento de los estudios descritos en los ejemplos en el presente documento se utilizaron como guías. Se realizaron pruebas sensoriales, incluida la evaluación del sabor y visual del color, utilizando licor de cacao del 5º mezclador y los resultados de estas pruebas fueron satisfactorios. En la tabla 29 se muestran las condiciones del procedimiento y los resultados de las mediciones.

Tabla 29: Condiciones del procedimiento y resultados de las mediciones

N.º de carga del mezclador	**3**	**4**	**5**	**5**	**Valores de ref.**
Se obtuvieron muestras de las puntas después	2º secador	2º secador	2º secador	Mezclador	
Tiempo de obtención de muestras	19:15	21:15	0:15	23:15	
Tiempo de alcalinización (min)	150	150	150	150	< 200
% de agua adicional añadida	8	8	8	8	
% de potasa	5,7	5,7	5,2	5,2	
Tiempo de soplador (min)	90	150	150	150	< 200
Temperatura promedio de alcalinización (ºC)	55	55	55	55	55
Punta					
Contenido de humedad tras la alcalinización (%)	17,9	18,7	18	18	< 20
Contenido de humedad tras el 2º secador (%)	2,7	2,9	3,1		
Contenido de humedad tras el tostado en chorro (%)	0,7	0,7	0,7		
Contenido de humedad tras el tostado en cruz (%)				0,8	
Licor de cacao (elaborado a escala de laboratorio)					
pH	8,4	8,4	8,3	8,1	7,6–8,0

(continuación)

N.º de carga del mezclador	**3**	**4**	**5**	**5**	**Valores de ref.**
Contenido de humedad (%)	0,75	0,92	0,73	0,83	<1,0
Color intrínseco en agua (licor de cacao desgrasado)					
N.º de carga del mezclador	3	4	5	5	Valores de ref.
L	13,51	13,84	13,68	15,47	12,5 – 14,5
C	20,49	21,81	20,90	22,76	21,5–22,5
H	47,18	46,47	46,19	48,00	47,0 – 49,0
a	13,92	15,02	14,46	15,23	
b	15,03	15,81	15,08	16,91	
Color intrínseco en agua (tortas pulverizadas)					
L	14,67	14,92	14,93	15,75	13,0 – 15,0
C	22,01	22,35	22,79	23,70	22,0 – 24,0
H	48,31	46,83	47,46	48,56	48,0 – 50,0
a	14,64	15,29	15,41	15,68	
b	16,44	16,30	16,79	17,76	
Manteca de cacao filtrada					
AGL	0,77	0,99	0,67	0,90	< 1,5
Índice de yodo	34,9	34,9	35,1	34,9	

Los estudios a escala de laboratorio se llevaron a cabo como se describe en el Ejemplo 1. Las condiciones también incluyeron los parámetros con menos adición de agua y cantidades menores de aire. En los estudios completos a escala de fábrica, se utilizaron cinco mezcladores. Las condiciones del procedimiento determinadas a partir de los estudios a escala de laboratorio (típicamente con 2,5 kg de puntas) se escalaron hasta 9 toneladas métricas de puntas. Para estos estudios, se utilizaron granos de cacao de Costa de Marfil.

Equipo. El equipamiento para los ensayos a escala de laboratorio y a escala fábrica incluyó: 3 Licuadoras (unidad de esterilización y alcalinización); un secador/tostador de lecho fluidizado/tostadora con suministro de aire caliente; cruz Miag para tostar las puntas alcalinizadas a escala de laboratorio; molinillo de café doméstico; molino de mortero de laboratorio de Retch de tipo RMO; Molino de corte de laboratorio de Retch de tipo ZM1, usando mallas de 0,5 y 0,25 mm en el molino; y prensa hidráulica de laboratorio.

Materias primas y reactivos. Para estos estudios, se utilizaron granos de cacao de tipo 2 de Costa de Marfil. Para las cargas 1-4 del mezclador, el álcali fue el 5,7 % de una solución al 50 % en peso de K_2CO_3(potasa) en agua (20 ºC) y el agua fue 8 % de agua potable fría (25 ºC). Para la cargas n. º5 del mezclador, el álcali fue el 5,2 % de una solución al 50 % en peso de K_2CO_3 (potasa) en agua (20 ºC) y el agua fue 8 % de agua potable fría (25 ºC). La mezcla de agua y potasa tenían una temperatura de 20 ºC.

Condiciones del procedimiento. Las puntas no se seleccionaron en base al tamaño de partícula. Las puntas se liberaron a través de una cabina de precalentamiento, en el que las puntas se calentaron con vapor libre (0,05 MPa) hasta una temperatura de 100-105 ºC durante 3-5 minutos antes de entrar en el mezclador. Los mezcladores se cargaron con 9.000 kg de puntas.

Las puntas se esterilizaron a 95-100 ºC durante 30 minutos dentro del mezclador con vapor libre (0,05 MPa). Después de la esterilización, la temperatura de las puntas se redujo desde 95 hasta 73 ºC con un soplador durante 30 minutos. Después de detener el soplador, la temperatura del producto en el mezclador se mantuvo constante a 73 ºC, lo que demuestra que los mezcladores estaban bien aislados con un intercambio de calor mínimo entre los mezcladores y el entorno.

Se añadió una mezcla fría de agua y potasa (20 ºC) a las puntas esterilizadas dentro del mezclador y se inició el procedimiento de alcalinización de las puntas. La temperatura de las puntas dentro del mezclador disminuyó lentamente de 73-65 ºC después de la adición de la solución del reactante fría. No se usó vapor durante la alcalinización en el mezclador. El trazado de los mezcladores estaba fuera de servicio para este ensayo. El tiempo de la alcalinización de la punta fue de 150 minutos. La temperatura promedio de la punta durante la alcalinización fue de 55 ºC.

Durante los primeros 90 minutos de alcalinización dentro de las cargas de los mezcladores 1-3, se encendió el soplador y la temperatura del producto se redujo de 65 a 55 ºC. Durante los últimos 60 minutos dentro de las cargas del mezclador 1-3, no se inyectó aire y la temperatura del producto se mantuvo en 53-52 ºC. Durante el procedimiento de alcalinización dentro de las cargas de los mezcladores 1-3, la cantidad total de aire inyectado fue de 0,27 m^3/2,5 kg da la punta dentro de cada mezclador. Durante la totalidad de 150 minutos de alcalinización dentro de las cargas de los mezcladores 4-5, se inyectó aire y la temperatura del producto disminuyó exponencialmente de 65 a 52 ºC dentro de los 150 minutos. Durante el procedimiento de alcalinización dentro de las cargas de los mezcladores 4-5, la cantidad total de aire inyectado fue de 0,45 m^3/2,5 kg de punta dentro de cada mezclador. La temperatura del producto dentro del mezclador también se registró durante todo el procedimiento. La Figura 11 muestra las temperaturas de las puntas, los reactantes y el contenido del mezclador durante el procedimiento de alcalinización de la 1ª (Fig. 11a), 2ª (Fig. 11b), 3ª (Fig. 11c), 4ª (Fig. 11d) y 5ª (Fig. 11e) carga. Basado en la Figura 11, la temperatura del producto en el mezclador disminuye de 100 a 55 ºC durante el procedimiento de enfriamiento y alcalinización. Durante la liberación de las puntas, la temperatura dentro del mezclador aumenta lentamente de 55 a 60 ºC.

Las puntillas alcalinizadas se tostaron con una capacidad constante de 3.500 kg/h. Las puntas tostadas se molieron aún más mediante el molino de Bühler y el molino de bolas hasta un licor de cacao de la finura deseada. Durante la molienda, las almendras de las puntas rotas, la fase sólida cambia en una fase fluida de licor de cacao (o masa de cacao) de la finura deseada.

Cada hora durante la tirada se obtuvieron muestras en cada etapa en el procedimiento. Para analizar las muestras de puntas obtenidas después del 2ª secador, las puntas se secaron con el tostador de chorro para reducir el contenido de humedad a valores inferiores al 1% y se procesaron adicionalmente a escala de laboratorio hasta obtener licor de cacao y tortas pulverizadas. La muestra de la punta del quinto mezclador se procesó completamente a escala de laboratorio.

Se midió en el licor de cacao marrón brillante obtenido de la corriente de producción, el pH, el contenido de humedad y el color intrínseco en agua del licor de desgrasado. Los resultados de todas estas mediciones se mencionan en la Tabla 30.

Tabla 30: Comparación de los resultados de las mediciones de color intrínseco del licor de cacao y de tortas pulverizados como una función del tiempo

Licor de cacao producido de 18:00 a 02:00 h											
Tiempo (h)	18	19	20	21	22	23	24	25	26	5ª carga	Valores de ref.
Color intrínseco en agua del licor de cacao											
L	14,40	14,63	14,40	14,38	14,44	13,86	14,73	14,71	15,16	15,47	12,5 – 14,5
C	20,92	21,40	21,19	21,97	21,05	20,76	21,53	21,53	22,33	22,76	21,5–22,5
H	47,78	48,59	48,11	48,25	48,07	47,00	48,26	48,11	47,63	48,00	47,0 – 49,0
a	14,06	14,15	14,15	13,96	14,07	14,16	14,33	14,37	15,05	15,23	
B	15,49	16,05	15,78	15,64	15,66	15,18	16,06	16,03	16,50	16,91	
Contenido de humedad	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	0,7	< 1,0
pH	8,5	8,5	8,6	8,5	8,5	8,6	8,4	8,4	8,4	8,1	7,6–8,0
Manteca de cacao filtrada											
AGL (%)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	0,9	< 1,2
Índice de yodo	35,0	35,0	35,0	35,0	34,9	35,1	34,9	35,0	35,1	34,9	35,0
Tortas pulverizadas producidas a partir del licor de cacao producido de 18:00 a 02:00 h											
Tiempo (h)	18	19	20	21	22	23	24	25	26	5ª carga	Valores de ref.
Color intrínseco en agua de tortas pulverizadas (elaboradas a partir de licor de cacao)											
L	14,69	14,84	14,68	14,58	14,65	14,27	14,91	14,93	14,90	15,75	13,0 – 15,0
C	21,61	21,71	21,46	21,78	21,57	21,34	21,91	22,79	21,98	23,70	22,0 – 24,0
H	48,10	48,95	48,36	48,53	48,60	47,88	48,70	47,46	48,64	48,76	48,0 – 50,0
a	14,44	14,26	14,26	14,43	14,26	14,31	14,46	15,41	14,52	15,68	
b	16,09	16,27	16,04	16,32	16,18	15,83	16,46	16,79	16,50	17,76	
Contenido de humedad	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,1	1,1	1,2	1,3	0,7	< 4,0
pH	8,5	8,5	8,3	8,5	8,5	8,6	8,4	8,3	8,4	8,0	7,6 – 8,0

El licor marrón brillante se prensó en 15 toneladas de tortas secas y 1,6 toneladas de tortas grasas. Las tortas secas (D11ZB) se rompieron en pedazos pequeños y se pulverizaron adicionalmente en tres lotes de polvo de cacao fino. Las tortas grasas (D23ZB) se almacenaron en dos bolsas de 800 kg. El número en el nombre se refiere al contenido de grasa de las tortas, en las que D11ZB tiene ~ 11 % de contenido en grasas y D23ZB tiene ~ 23 % o mayor del contenido en grasas. En la tabla 31 se muestra el comportamiento de prensado del licor de cacao para formar las tortas D11ZB y D23ZB. Para la torta de ZB 23 %, la presión debe ajustarse a 21 MPa. Para la torta de ZB 11 %, el tiempo de prensado debe ajustarse a 17 minutos.

Tabla 31: Comportamiento de prensado del licor de cacao

Tipo de torta	Máquina de prensado	Tiempo/presión de prensado	Contenido en grasas (%)	Valores de ref. (%)
ZB – 23	9	20 MPa	25,4	23,7 – 24,4
ZB – 11	10	10 minutos	13,6	11,1 – 11,5

Durante el procedimiento de lotes, se analizaron las partículas de la torta de cacao para determinar el contenido de grasa, el contenido de humedad, el pH, y el color intrínseco en agua. Los resultados de todas estas mediciones se mencionan en la Tabla 32.

Tabla 32: Análisis de la torta durante el procedimiento de elaborador por partidas

Tipo	D11ZB	D11ZB	D11ZB	Valores de ref.
Composición (100 %)	ZB	ZB	ZB	ZB
N.º de lote	BW700320	BW700328	BW700332	
Color intrínseco en agua				
L	13,91	14,01	13,83	13,5 – 14,5
C	20,73	20,75	20,45	21,5 – 22,5
H	47,40	47,63	47,58	47,5 – 48,5
a	14,04	13,98	13,79	
b	15,26	15,33	15,09	
Contenido en grasas (%)	13,07	12,61	12,33	10,0–11,0
Contenido de humedad (%)	2,16	3,03	2,73	< 4,5
pH	8,31	8,30	8,33	7,6–8,0

Después de la pulverización y el enfriamiento del polvo de cacao, el desarrollo del color seco del polvo pulverizado se estudió antes y después de la caja de estabilización (véase la Tabla 32).

Tabla 33: Comparación de las mediciones del color en seco del polvo pulverizado antes y después del procedimiento de estabilización

N.º de lote	BW700320		BW700328		BW700332	
Valores del color	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
L	34,75	35,07	34,94	35,89	34,62	35,51
C	26	26,39	26,36	26,53	25,8	26,58
H	54,33	54,47	54,53	54,89	54,06	54,77
a	15,16	15,34	15,3	15,26	15,14	15,33
b	21,12	21,38	21,47	21,7	20,89	21,71

Durante el envasado de los lotes de polvo de cacao, se obtuvieron muestras adicionales del polvo de cacao pulverizado y estabilizado y se analizó el color intrínseco en agua, el pH, el contenido en grasas y el contenido de agua (véase la Tabla 34).

Tabla 34: Análisis de los polvos finales después de la estación de llenado de polvo

Tipo	**D11ZB**	**D11ZB**	**D11ZB**	**Valores de ref.**
Composición (100 %)	ZB	ZB	ZB	ZB
N.º de lote	BW700320	BW700328	BW700332	
Color intrínseco en agua				
L	13,8	13,8	13,5	13,0 – 15,0
c	21,2	21,1	20,9	22,0 – 23,5
H	47,3	47,2	47,2	48,0 – 50,0
a	14,4	14,4	14,2	
b	15,6	15,5	15,3	
Contenido en grasas	12,8	12,8	12,4	10,0–11,0
Contenido de humedad	2,5	2,7	2,6	< 4,5
pH	8,3	8,3	8,4	7,6 – 8,0

Las muestras de puntas alcalinizadas de la quinta carga del mezclador se procesaron manualmente. Las puntas se tostaron en un tostador de laboratorio llamado Miag Spit (una combinación de procedimiento de tostado directos e indirectos). Las puntas se tostaron durante 60 minutos a 110 ºC y se molieron adicionalmente en un molino de muelas de piedra de Retsch en un laboratorio pequeño. Durante el procedimiento de molienda, las almendras de puntillas rotas de una fase sólida en una fase fluida denominada licor de cacao (o masa de cacao) de la finura deseada. A partir de las puntas tostadas, se midieron el contenido de humedad de las puntas de cacao y el pH, el color desgrasado en agua y el contenido de humedad del licor de cacao.

Todas las muestras de licor de cacao se prensaron en pequeñas tortas de cacao y manteca filtrada usando una máquina hidráulica de prensado de laboratorio. Para cada muestra de licor de cacao, dos cargas de 80 gramos se prensaron en un pequeño cilindro durante 60 minutos a presiones entre 24 y 25 MPa. A partir de la manteca filtrada, se midieron los AGL y el índice de yodo. Durante el procedimiento de lotes, se analizaron las partículas de la torta de cacao para determinar el contenido de grasa, el contenido de humedad, el pH, y el color intrínseco en agua. Los resultados de todas estas mediciones se mencionan en las Tablas 29–32.

Los polvos de cacao D11ZB producidos a partir de este Ejemplo se compararon visualmente en la leche con las

muestras de referencia D11A, D11MR, experimento 23 del ejemplo 3 y experimento 4 del Ejemplo 1.

Análisis. El licor de cacao se analizó para determinar el contenido de humedad y el pH. El polvo de cacao se analizó para determinar el color intrínseco en agua del polvo de cacao pulverizado; el color intrínseco en agua del polvo de cacao sin grasa; el juicio visual del color seco del polvo y el polvo en la solución de leche; el contenido en grasas; y análisis microbiológicos. La manteca de cacao se analizó para determinar el contenido de humedad; los ácidos grasos libres; el índice de yodo; las curvas de enfriamiento (viscosimétrico y Shukhoff, DCS - Young); el punto de fusión o punto de deslizamiento (subcontratado a SGS); el punto indicador (subcontratado a SGS); el índice de saponificación (subcontratado a SGS); el índice de refracción a 40 ºC (subcontratado a SGS); el índice de grasa sólida a 20, 25 y 30 ºC (subcontratado a SGS); la composición de ácidos grasos (subcontratado a SGS); y el valor de azul (subcontratado a SGS). *Resultados y discusión* En la Tabla 29, se resumen las condiciones de reacción durante la alcalinización y, también, los resultados de las muestras de este ensayo.

En la tabla 35 se muestra el contenido de humedad de las muestras de puntas en diferentes lugares.

Tabla 35: Contenidos de humedad de las muestras de puntas esterilizadas y alcalinizadas

N.º de carga del mezclador	Ubicación	% de humedad
1	Mezclador 3	17,4
2	Mezclador 1	19,4
3	Mezclador 2	17,9
4	Mezclador 3	18,7
5	Mezclador 1	18

En la Tabla 30, la punta alcalinizada de la quinta carga del mezclador se procesó de forma manual a escala de laboratorio de la punta al licor y el polvo- Los valores promedio de L y H son aceptables.

La figura 12 muestra el comportamiento de las coordenadas de color L, C y H para el licor de cacao producido desde las 18:00 a 02:00 h. El valor promedio de L del licor es 14,5 durante toda la tirada (Fig. 12a). El valor promedio de C de las primeras 3 cargas de mezcladores es de aproximadamente 21,5, (Fig. 12b). Después, se inyectó más aire durante la alcalinización dentro de las cargas de los mezcladores 4 y 5, el valor de C comenzó a aumentar después de las 23:00 h. El valor promedio de C de las dos últimas cargas mezcladores son 22,0 son mejores. El valor promedio de H del licor es 48, lo que indica el carácter de color parduzco (Fig. 12c).

La figura 13 muestra el comportamiento de las coordenadas del color L, C y H del polvo de cacao producido desde las 18:00 a las 02:00 h. El valor de C está aumentando después de las 23:00 h (Fig. 13b), que es el momento en que el licor se produce a partir de la punta alcalinizada de las dos últimas cargas mezcladoras 4 y 5. En las cargas mezcladoras 4 y 5, se inyectaron 150 minutos de aire en lugar de 90 minutos de aire.

La Figura 14a muestra las temperaturas del licor marrón brillante durante el almacenamiento en un tanque. El primer licor de transición SW/ZR entró en el tanque de almacenamiento vacío. A continuación, el tanque se llenó de licor ZB. La temperatura promedio del licor durante el almacenamiento en el tanque fue de aproximadamente 110 ºC. La Figura 14b muestra las temperaturas de las puntas en el precalentador. La punta tiene un tiempo de retención de 3-5 minutos en un precalentador en el que se calienta con presión de vapor libre de 0,05 MPa a una temperatura de 100-105 ºC antes de entrar en el mezclador.

Durante el procedimiento de elaboración por partidas, el pH se redujo de 8,4 a 8,3 mediante la adición de ácido cítrico al 0,2 % en peso. En la Tabla 32 se muestran los valores de L, C y H. En la tabla 34 se resume el análisis de los polvos finales después de la estación de llenado.

De acuerdo con la tabla 33, los valores de L, C y H aumentan ligeramente después del procedimiento de estabilización. Estas pequeñas diferencias demuestran que el color se mantiene constante antes y después del procedimiento de atemperado del polvo.

En la Tabla 36 se muestran los análisis microbiológicos de los polvos D11ZB.

Tabla 36: Resultados de los análisis microbiológicos de los polvos finales de tipo D11ZB

N.º de lote	Tipo	Moho	TPC	Levadura	Tams	Tats	Rams	Rats	Ent 1/ E.coli
BW 700320	D11ZB	< 5	150	< 5	100	50	5	0	negativo
BW 700328	D11ZB	< 5	150	< 5	200	< 50	0	0	negativo
BW 700332	D11ZB	< 5	150	< 5	350	< 50	0	0	negativo

Después de comparar los colores de los polvos D11ZB de este ensayo en una solución de leche, se puede efectuar las observaciones siguientes: las muestras promedio del ensayo de D11ZB después de la estación de llenado de polvo son menos oscuras, menos brillantes y más rojas que las muestras de los experimentos 23 y 30 del ejemplo 3 y del experimento 4 del ejemplo 1; la muestra de D11ZB del 5º mezclador es más brillante y menos oscura que los experimentos 23 y 30 del ejemplo 3; la muestra Paf es menos brillante y menos parduzca que la muestra D11ZB del 5º mezclador; y la muestra D11ZB del 5º mezclador es más similar a los experimentos 23 y 30 del ejemplo 3 y al experimento 4 del ejemplo 1.

Después de la comparación visual del color en seco de las muestras de D11ZB con los tipos de polvo de cacao D11S D11MR y D11A, se pueden realizar las siguientes observaciones: la muestra de D11ZB del ensayo es más parduzco y mucho más brillante que las de D11S y D11MR; y la muestra de D11ZB tiene el mismo brillo que D11A, pero es más oscura y mucho mejor que D11A.

La Figura 15 muestra la curva de enfriamiento de la manteca ZB en bruto, en la que el tiempo de solidificación es satisfactorio a 60 minutos. Los AGL = 1,13 %, el índice de yodo = 34,6, y el contenido de humedad = 394 ppm. La figura 16 muestra la curva de enfriamiento Shukhoff de la manteca ZB bruta. El cociente de Shukhoff es 0,18, lo que significa que la manteca es muy buena. Los AGL = 1,13 %, el índice de yodo = 34,6, y el contenido de humedad = 394 ppm. El Shukhoff es un número muy importante para la manteca de cacao, cuanto mayor es el cociente de Shukhoff, mejor es el comportamiento de cristalización de la manteca. La figura 17 muestra la curva de enfriamiento de DSC Young de la mantequilla ZB bruta. Esta curva también es Buena. Los AGL = 1,13 %, el índice de yodo = 34,6, y el contenido de humedad = 394 ppm. En la tabla 37 se muestran los resultados de SGC para diversos valores de la manteca de cacao. En la tabla 38 se compara la composición de ácidos grasos de la manteca ZB bruta con la manteca de cacao auténtica.

Tabla 37: Resultados de SGS

	Manteca de cacao RZB	Manteca de cacao PPP
Valor azul	0,039	0,05 (máx.)
Índice de refracción a 40 ºC	14,563	1,456 – 1,459
Punto de fusión de deslizamiento (ºC)	33,1	30 – 34
Punto de fusión CLEAR (ºC)	34,0	31 – 35
Contenido en grasas sólidas (%)		
A 20 ºC	73,2	
A 25 ºC	51,7	
A 30 ºC	44,2	46 ± 5
Índice de saponificación (mg de KOH/g de grasa)	196	188 –198

Tabla 38: Comparación de la composición de ácidos grasos con manteca de cacao real

Ácidos grasos saturados	Manteca de cacao ZB bruta	Manteca de cacao PPP
C 4 : 0 (n – butanoico)		
C 6 : 0 (n – hexanoico)		
C 8 : 0 (n – octanoico)		
C 10 : 0 (n – decanoico)		
C 12 : 0 (n – dodecanoico)		≤ 0,25 %
C 14 : 0 (n – tetradecanoico)	0,1	0,2
C 15 : 0 (n – pentadecanoico)		≤ 0,25 %
C 16 : 0 (n – hexadecanoico)	26	26,0
C 17 : 0 (n – heptadecanoico)	0,2	0,3
C 18 : 0 (n – octadecanoico)	35,9	34,5
C 20 : 0 (n – eicosanoico)	1,1	1,0
C 22 : 0 (n – docosanoico)	0,2	≤ 0,25 %
C 24 : 0 (n – tetracosanoico)	0,1	
Ácidos grasos monoinsaturados		
C 14 : 1 (tetradecenoico)		
C 16 : 1 (hexadecenoico)	0,3	0,3
C 17 : 1 (heptadecenoico)		
C 18 : 1 (octadecenoico)	32,7	34,5
C 20 : 1 (eicosenoico)	0,1	
C 22 : 1 (decosenoico)		
C 24 : 1 (tetracosenoico)		
Ácidos grasos polisaturados		
C 18 : 2 (octadecadienoico)	3,1	3,5
C 18 : 3 (octadecatrienoico)	0,2	≤ 0,25 %
C 20 : 2 (eicosandienoico)		
C 22 : 2 (docosendienoico)		

En las tablas 39 y 40 se muestran las pruebas sensoriales realizadas comparando el licor de cacao DW y SW con el licor ZB.

Tabla 39: Prueba sensorial del licor DW con el licor ZB como referencia

	Olor (fragancia)	N	Gusto (sabor)	N
Diferencia	1	11	1,6	11
Cacao	–0,3	2	+ 0,1	4
Amargo			0,0	3
Rico	– 0,1	1	– 0,1	1
Aroma	– 0,1	2	+ 0,1	2
Ácido		1	+ 0,1	
Astringente			+ 0,1	1
Acre			+ 0,1	1
Álcali	– 0,3	2	– 0,2	1
Sabores desagradables	–0,5	4	– 02	3

La comparación de los licores DW y ZB muestra que ZB tiene un gusto y un olor algo más alcalinos; tiene más sabores desagradables, descritos como Quemado/desconocido; es algo más rico; tiene algo más sabor a cacao; y es algo menos ácido que el licor DW.

Tabla 40: Prueba sensorial del licor SW con el licor ZB como referencia

	Olor (fragancia)	N	Gusto (sabor)	N
Diferencia	+ 1,5	11	+ 2,0	11
Cacao	– 0,2	2	– 0,3	3
Amargo			+ 0,1	4
Rico				
Aroma			–0,1	1
Ácido	+ 0,2	2	+ 1,0	4
Astringente			+ 0,3	2
Acre			+ 0,3	1
Álcali	+ 0,2	1	+ 0,3	1
Sabores desagradables	+ 0,6	7	+ 1,3	7

La comparación de los licores SW y ZB muestra que ZB tiene más sabor a cacao; más aroma; es menos alcalino en el olor y el gusto que SW; y es menos astringente y acre que SW. SW tenía más sabor desagradable (+1,9) que ZB, y el sabor desagradable se describió como mentol/química/quemado y desconocido. La diferencia total entre ZB y SW es +3,5.

Conclusiones. En los estudios a escala de laboratorio, se obtuvieron las coordenadas de color deseadas y se obtuvieron valores de pH. Estas condiciones se tradujeron en ensayos completes a escala de fábrica en una línea de producción. El polvo de cacao final estaba dentro de los intervalos óptimos para polvo de cacao brillante de color marrón. Se realizaron pruebas sensoriales, incluida la evaluación del sabor y visual del color, utilizando licor de cacao del mezclador y los resultados de estas pruebas fueron satisfactorios. Los recuentos microbiológicos también estaban dentro de las especificaciones deseadas para los polvos de cacao. En general, la producción de un polvo de cacao brillante de color marrón, con las especificaciones establecidas para el tipo D11ZB, se considera que es

factible a escala de fábrica.

Los valores de pH de los primeros 4 mezcladores eran demasiado altos. Esto se debió a la diversidad del pH de los granos crudos y, también, por las diferentes condiciones de procedimiento de la línea 21. La cantidad de potasa que se utiliza en la receta de alcalinización para el mismo producto puede fluctuar con 1-2 puntos. Durante la alcalinización del cuarto mezclador, se añadió más aire para aumentar el valor de C. Para el quinto mezclador, la receta alcalinización se cambió mediante la adición de menos potasa y más aire, lo que dio lugar a un color que estaba en la dirección deseada. Solo el pH del licor de ZB era todavía demasiado alto. Después de analizar las puntas del quinto mezclador (véase la tabla 29), se alcanzó un pH de 8,1. Las pruebas de comparación en la solución de leche muestran que la muestra de ensayo es más brillante, menos oscura y más parduzca que los tipos de productos disponibles convencionalmente, D11MR y D11S.

La muestra del ensayo D11Y también es más brillante y más oscura que el polvo D11A.

Los resultados del quinto mezclador (véanse las tablas 29 y 30) de esta tirada demostraron que era posible producir el polvo de color marrón brillante con una producción a escala de fábrica. En la tabla 41 se resumen los valores de medición del color en diferentes etapas durante el procedimiento de alcalinización. Las coordenadas del color L, C tienen una pequeña disminución después del enfriador de las puntas. El valor del color H no tiene grandes desviaciones durante el procedimiento de molienda. La calidad de la manteca se mantiene también constante durante el procedimiento de molienda.

Tabla 41: Estudio del desarrollo del color durante las diferentes etapas en el procedimiento.

Tiempo de la obtención de muestras (h)	**21**	**22**	**22**	**22**	**22**
Ubicación	Después del 2º secador	Después del enfriador de puntas	Después del molino Buhler	Después de los molinos de bolas	Después de los imanes
Producto	Punta tostada	Punta tostada	Licor grueso	Licor fino	Licor fino
Color en agua (licor)					
L	13,84	15,17	13,97	15,05	14,44
C	21,81	21,35	19,73	20,71	21,05
H	46,47	47,21	46	47,94	48,07
Color en agua (polvo)					
L	14,92	15,71	14,37	14,97	14,73
C	22,35	22,11	20,61	21,05	21,53
H	46,83	48,22	46,8	48,19	48,26
Tiempo de la obtención de muestras (h)	**23**	**24**	**24**	**24**	**24**
Ubicación	Después del 2º secador	Después del enfriador de puntas	Después del molino Buhler	Después de los molinos de bolas	Después de los imanes
Producto	Punta tostada	Punta tostada	Licor grueso	Licor fino	Licor fino
Color en agua (licor)					
L	15,81	16,53	15,33	15,26	14,65
C	21,89	22,78	21,36	21,18	21,57

(continuación)

Tiempo de la obtención de muestras (h)	**23**	**24**	**24**	**24**	**24**
H	48,27	48,56	47,79	47,89	48,6
Tiempo de la obtención de muestras (h)	**21**	**22**	**22**	**22**	**22**
Color en agua (polvo)					
L	16,03	16,9	15,74	15,19	14,91
C	22,45	23,44	22,06	21,54	21,91
H	48,67	49,33	48,27	48,12	48,7

Ejemplo 5: Ensayo a escala de fábrica con 19 mezcladores sobre la línea de producción 21 de polvo de cacao brillante de tipo D11ZB

Sumario. Este ejemplo de producción de polvo de cacao de tipo D11ZB con 19 mezcladores es una continuación del primer ensayo a escala de fábrica en el ejemplo 4. Con el fin de lograr un polvo de cacao brillante fuertemente alcalinizado con un tinte parduzco llamado D11ZB, se realizó una secuencia de ensayos a escala laboratorio para abordar las condiciones adecuadas del procedimiento para la producción de un color marrón brillante. En este ejemplo se describe la producción de los tipos de polvo de cacao D11ZB, D21ZB y D23ZB.

En primer lugar, se llevó a cabo una secuencia de estudios a escala de laboratorio esencialmente como se describe en el ejemplo 1. Las condiciones se ampliaron utilizando menos agua y aire a diversas temperaturas de alcalinización. Este segundo estudio completo a escala de fábrica utilizó 19 mezcladores, en el que cada mezclador se llenó con 10 toneladas métricas de puntas. Las condiciones del procedimiento se reunieron de los estudios a escala de laboratorio mencionados anteriormente (por lo general, utilizando 2,5 kg de puntas) mediante ampliación de dichas condiciones a 10 toneladas métricas de puntas utilizadas en estos mezcladores.

El equipo incluyó: 19 mezcladores (con unidad de esterilización y de alcalinización); secador/tostador de lecho fluido con suministro de aire caliente; y Molino de corte de laboratorio de Retch de tipo ZM1, utilizando mallas de 0,5 y 0,25 mm dentro del Molino.

Materias primas y reactivos. Para estos estudios, se utilizó una mezcla de granos de 100 % granos de tipo 2 de Costa de Marfil. Los reactivos para todos los mezcladores incluyeron 50 % en peso de una solución de K_2CO_3 en agua ("potasa") a 20 °C y agua potable fría a 20 ºC. Las mezclas de potasa y agua fueron de 25 ºC. Los reactivos para las cargas de los mezcladores 1-5 fueron 5 % de potasa y 9 % de agua potable fría. Reactivos para la carga del mezclador n.º 6 - 11 fueron álcali de 5,1 % de potasa y 9 % de agua potable fría. Los reactivos para la carga del mezclador n.º 12 - -15 fueron 5,1 % de potasa y 8 % de agua potable fría. Los reactivos para la carga del mezclador n.º 16 - -19 fueron 5,5 % de potasa y 8 % de agua potable fría. La Figura 18a muestra la temperatura de la mezcla de álcali.

Condiciones y resultados del procedimiento. Las puntas no se seleccionaron en base al tamaño de partícula. Las puntas se liberaron a través de una cabina de precalentamiento, en el que las puntas se calentaron con vapor libre (0,05 MPa) hasta una temperatura de 100-105 ºC durante 3-5 minutos antes de entrar en el mezclador. Los mezcladores se cargaron con 10.000 kg de puntas.

La punta tiene un tiempo de retención de 3-5 minutos en un precalentador en el que se calienta con presión de vapor libre de 0,05 MPa a una temperatura de 100-105 ºC antes de entrar en el mezclador. La Figura 18b muestra las temperaturas de las puntas en el precalentador.

Las puntas se esterilizaron a 95-100 ºC durante 30 minutos dentro del mezclador con vapor libre (0,06 MPa). Después de la esterilización, la temperatura de las puntas se redujo usando un soplador. Para las cargas de los mezcladores 2 -11, se utilizó el soplador durante 30 minutos para reducir la temperatura de la punta en el mezclador de 95 - 100 a 70 - 75 ºC. Para las cargas de los mezcladores 12-15, se utilizó el soplador durante 15 minutos para reducir la temperatura de la punta en el mezclador de 95 - 100 a 80 - 85 ºC. Para las cargas de los mezcladores 16-19, se utilizó el soplador durante 5 minutos para reducir la temperatura de la punta en el mezclador de 95 - 100 a 90

- 95 ° C. Después de la reducción de la temperatura mediante el soplador se añadió una mezcla de agua y potasa (25 ºC) a la punta esterilizada para comenzar el procedimiento de alcalinización. Para todas las cargas, la temperatura de las puntas dentro del mezclador disminuyó lentamente después de la dosificación de la solución de reactante fría. No se usó vapor durante la alcalinización en los mezcladores. El trazado de los mezcladores estaba fuera de servicio para este ensayo. El tiempo total de la alcalinización de las puntas fue de 150 minutos para todas las cargas. En la Tabla 42 se resumen las condiciones del procedimiento dentro de las cargas del mezclador.

Tabla 42: Condiciones del procedimiento de las cargas del mezclador

Mezclador Mn	N.º de carga	Tiempo de enfriamiento (min)	Temp. De la punta (°C)	K_2CO_3 (% en peso)	Agua (% en p)	Alc. sin aire (min)	Alc. con aire (min)	Tiempo de alc. total (min)	% hum. (punta alc. bruta)
1	1	0	98	5	9	0	150	150	20,84
2	2	30	70–75	5	9	0	150	150	19,02
3	3	30	70–75	5	9	0	150	150	17,35
1	4	30	70–75	5	9	0	150	150	17,28
2	5	30	70–75	5	9	0	150	150	17,52
3	6	30	70–75	5,1	9	0	150	150	18,21
1	7	30	70–75	5,1	9	30	120	150	17,65
2	8	30	70–75	5,1	9	30	120	150	17,67
3	9	30	70–75	5,1	9	30	120	150	17,59
1	10	30	70–75	5,1	9	30	120	150	18,62
2	11	30	70–75	5,1	9	30	120	150	17,85
3	12	20	80–85	5,1	9	30	120	150	17,04
1	13	20	80–85	5,1	8	30	120	150	16,84
2	14	20	80–85	5,1	8	30	120	150	17,48
3	15	20	80–85	5,1	8	30	120	150	17,35
1	16	10	90–95	5,5	8	30	120	150	17,56
2	17	10	90–95	5,5	8	30	120	150	18,24
3	18	10	90–95	5,5	8	30	120	150	17,24
1	19	10	90–95	5,5	8	30	120	150	17,85

Durante el procedimiento de alcalinización, se inyectaron diferentes cantidades de aire en las diferentes cargas. Para las cargas en los mezcladores 1-6, el soplador se mantuvo encendido durante los 150 minutos de alcalinización después de la adición del álcali. Se inyectó una cantidad total de aire de 0,36 m^3 de aire /2,5 kg de punta en el mezclador y la temperatura promedio de la punta durante la alcalinización fue de 58,6 ºC. Para las cargas de los mezcladores 7-19, la alcalinización procedió durante 30 minutos sin aire y solo con mezcla. El ventilador se encendió durante los últimos 120 minutos de alcalinización. Se inyectó una cantidad total de aire de 0,28 m^3 de aire/2,5 kg de punta en el mezclador y la temperatura promedio de la punta durante la alcalinización de las cargas de los mezcladores 7, 12, y 16 fue de 60,8, 62,7 y 72,8 ºC, respectivamente. La Figura 19 muestra la temperatura de las puntas dentro del mezclador, el contenido del mezclador y la presión del soplador que se registró durante el procedimiento dentro de la cargos de los mezcladores 2 (Fig. 19a), 6 (Fig. 19b), 7 (Fig. 19C),. 12 (Fig. 19d), y 16 (Fig. 19e). La temperatura del producto en el mezclador disminuye de 100 a 55 ºC durante el procedimiento de enfriamiento y alcalinización. Durante la liberación de las puntas, la temperatura dentro del mezclador aumenta de 52 a 60 ºC.

Para obtener una buena separación entre la corriente del licor S y ZB, la línea de producción completa y el tanque de almacenamiento del licor se aclaró con los primeros dos mezcladores (20 toneladas métricas de licor) antes de recoger el licor ZB puro en el tanque de almacenamiento 24. La Figura 20 muestra las temperaturas del licor marrón

brillante durante el almacenamiento en el tanque 24. A partir de la tendencia en la Figura 20, el primer licor de transición SW/ZR entra en el tanque de almacenamiento vacío a la 13:00 h. El tanque se llenó con licor ZB y la temperatura promedio del licor durante el almacenamiento en el tanque estaba aproximadamente a 117 ºC. La alta temperatura de almacenamiento del licor puede dañar a la calidad de la manteca.

Las puntas alcalinizadas se tostaron en un lecho fluido a una capacidad constante de 3.500 kg/h. Las puntas tostadas se molieron adicionalmente mediante los molinos de bolas hasta obtener un licor de cacao de la finura deseada. Durante el procedimiento de molienda, las almendras de puntas rotas de una fase sólida en una fase fluida de licor de cacao (o masa de cacao) de la finura deseada.

Las muestras se obtuvieron en cada etapa del procedimiento y en cada dos horas durante la tirada. De cada carga en el mezclador se midió el pH y el color intrínseco en agua del licor desgrasado y el pH. Estos resultados de todas estas mediciones están en la tabla 43. Para las cargas de los mezcladores 6, 7, 12 y 16, las condiciones de la receta y el procedimiento se ajustaron para obtener los valores de pH y de color deseados para el cacao de color marrón brillante. Las cargas de los mezcladores n.º 2-5 tenían las mismas recetas y condiciones de alcalinización. Las cargas de los mezcladores n.º 7-11 tenían las mismas recetas y condiciones de alcalinización. Las cargas de los mezcladores n.º 12-15 tenían las mismas recetas y condiciones de alcalinización. Las cargas de los mezcladores n.º 16-19 tenían las mismas recetas y condiciones de alcalinización. La Figura 21 muestra las mediciones del color y el pH para las cargas de cada mezclador, en las que las mediciones de L (Fig. 21a), C (Fig. 21b), H (Fig. 21c) y pH (Fig. 21d).

Tabla 43: Resultados del licor de cacao elaborado a partir de las cargas de puntas

Color intrínseco en agua del licor desgrasado				
	L	C	H	pH
Valores de ref.	12,0–14,0	> 21,5	>47,0	7,8–8,0
N.º de carga del mezclador	L	C	H	pH
2	16,01	22,51	47,47	7,63
3	16,27	23,4	47,68	7,77
4	16,71	23,52	48,21	7,9
5	16,1	23,27	47,53	7,84
6	15,95	23,93	47,5	7,98
7	16,33	23,74	47,76	7,98
8	16,6	23,85	47,77	7,93
9	16,11	23,22	47,22	7,83
10	16,93	23,84	48,7	7,83
11	17,23	24,17	48,98	7,84
12	17,02	23,93	48,3	7,64
13	16,56	23,56	47,11	7,65
14	16,61	23,55	47,39	7,72
15	16,86	23,94	47,67	7,77
16	16,04	22,62	47,3	7,8
17	15,69	22,56	46,48	7,83
18	15,57	21,97	46,11	7,83
19	15,76	22,68	46,31	7,82

Durante toda la tirada, los parámetros del procedimiento y recetas de alcalinización se ajustaron de acuerdo con los resultados de las mediciones de color y el pH del licor de cacao de las cargas de los mezcladores.

El licor de cacao marrón brillante se prensó para formar tortas grasas (ZB-23) y tortas secas (ZB-11). A partir de las tortas prensadas, se produjeron lotes de los polvos D23ZB, D21ZB y D11ZB. Durante el procedimiento de elaboración por tiradas, se analizaron las partículas de la torta de cacao para determinar el contenido en grasas, el contenido de humedad, el pH y el color intrínseco en agua. Los resultados de estas mediciones se muestran en la tabla 44. "BM" indica el nombre del elaborador por tiradas, en los que los lotes se produjeron con BM-9. PM indica el número de la máquina de prensado. Las tortas prensadas de grasa (ZB-23) tienen un valor de C de 22,8, las tortas prensadas con bajo contenido en grasas (ZB-11) tienen un valor de 23,0 C, los lotes de D23ZB tienen un valor de C superior a 22,7, y los lotes de D21ZB tienen un valor C de 22,2; estos valores están todos dentro de las especificaciones. El lote de D11ZB tiene un valor del color C inferior a 21,2.

Tabla 44: Análisis de la torta durante el procedimiento de elaborador por partidas

N.º de lote	Máquina	Tipo	L	C	H	a	b	pH	% de Grasas	% de humedad
BW 703214	BM–9	D23ZB	15,52	22,96	48,98	15,07	17,32	7,83	25,68	2,18
BW 703222	BM–9	D23ZB	15,34	22,71	49,27	14,85	17,18	7,82	24,2	2,39
BW 703225	BM–9	D21ZB	15,2	22,25	48,94	14,62	16,78	7,77	22,06	2,25
BW 703232	BM–9	D21ZB	15,14	22,19	48,95	14,57	16,73	7,78	22,13	2,53
BW 703236	BM–9	D21ZB	15,01	22	48,78	14,58	16,55	7,78	21,52	2,41
BW 703240	BM–9	D21ZB	15,13	21,93	48,8	14,45	16,5	7,77	21,68	2,75
BW 703244	BM–9	D11ZB	14,69	21,22	48,52	14,06	15,9	7,84	10,26	2,85
BW 703251	BM–9	D11ZB	14,41	20,91	48,14	16,95	15,57	7,78	10,38	2,63
BW 703255	BM–9	D11ZB	14,22	20,56	48,18	13,71	15,32	7,74	10,48	3,3
BW 703260	BM–9	D11ZB	13,2	19,78	47,95	13,25	14,69	7,74	10,64	2,91
BW 703264	BM–9	D11ZB	14,66	21,17	48,93	14,07	15,81	7,77	11,48	2,79
BW 703269	BM–9	D11ZB	14,53	20,76	48,52	13,75	15,56	7,75	10,68	2,82
BW 703274	BM–9	D11ZB	14,49	20,85	48,64	13,78	15,65	7,76	10,96	2,6
BW 703279	BM–9	D11ZB	13,98	20,98	47,96	14,05	15,58	7,81	11,13	2,68
Torta seca	PM–9	ZB–11 %	15,77	23	49	15,09	17,36	7,8	11,13	2,81
Torta grasa	PM–10	ZB–23 %	15,28	22,81	48,62	15,08	17,11	7,8	24,93	2,63

Durante el envasado de los lotes de polvo de cacao, se analizaron las muestras del polvo de cacao final. Estas muestras también se evaluaron para determinar el color intrínseco en agua, el pH, el contenido en grasas (%), y el contenido de humedad (%), en las que los resultados se muestran en la Tabla 45. El objetivo del color intrínseco y el pH para un polvo final parduzco brillante es L = 14 ± 1; C = 23 ± 1; H = 49 ± 1; y pH = 7,8 ± 0,2. El brillo)valor C) de los lotes de ZB con un contenido alto de grasa estaba dentro del objetivo deseado. El contenido en grasas de lotes D23ZB (BW703222) es 21,75, lo que más bajo que un lote de contenido en grasas del 23 %. El contenido total de hierro metálico es superior a 150 mg/kg para ocho de los lotes. El contenido de hierro total promedio, conocido como Fe, es superior a 550 (mg/kg). En la tabla 46 se comparan los valores de la torta de cacao durante el procedimiento de elaborador de tiradas y los polvos finales de los lotes después del procedimiento de elaboración por tiradas.

Tabla 45: Análisis del polvo final de los lotes

N.º de lote	L	C	H	pH	% de Grasas	% de humedad	Hierro metálico (mg/kg)	Hierro total como Fe (mg/kg)	Alcalinidad total (ml, 100 g)	Cenizas (%)	Sodio como Na (%)	Potasio como K (%)
BW 703214	14,92	22,84	48,65	7,83	22,22	2,51	184					
BW 703222	15,02	23,83	48,78	7,82	21,75	2,93	210	530	129,68	9,48	0,02	4
BW 703225	14,71	22,08	48,7	7,77	20,48	2,38	157					
BW 703232	14,54	22,09	48,45	7,78	20,61	2,41	190					
BW 703236	14,41	21,93	48,3	7,78	20,56	2,45	202	500	132,24	9,77	0,02	4,2
BW 703240	14,24	21,99	48,06	7,77	20,46	2,44	151					
BW 703244	14,28	21,65	48,11	7,84	11,72	2,72	188					
BW 703251	14,03	21,03	47,89	7,78	11,42	2,75	195					
BW 703255	14,16	20,71	47,94	7,74	11,32	2,72	138	600	148,16	11,03	0,025	4,8
BW 703260	13,75	20,5	47,89	7,74	11,18	2,81	158					
BW 703264	13,92	20,97	47,89	7,77	11,27	2,74	139					
BW 703269	14,05	21,08	48,07	7,75	11,13	2,95	141					
BW 703274	13,79	20,65	47,7	7,76	11,25	2,98	151					
BW 703279	13,58	20,55	47,41	7,81	10,92	2,84	148	570	153,17	11,39	0,02	5,1

Tabla 46: Comparación del análisis del procedimiento elaborador por tiradas con los resultados de los lotes de polvos finales

Análisis después del procedimiento elaborador por tiradas (tortas)								Análisis del polvo final de los lotes						
N.º de lote	Tipo	L	C	H	pH	% de Grasas	% de humedad	N.º de lote	L	C	H	pH	% de Grasas	% de humedad
BW 703214	D23ZB	15,52	22,96	48,98	7,83	25,68	2,18	BW 703214	14,92	22,84	48,65	7,83	22,22	2,51
BW 703222	D23ZB	15,34	22,71	49,27	7,82	24,2	2,39	BW 703222	15,02	23,83	48,78	7,82	21,75	2,93
BW 703225	D21ZB	15,2	22,25	48,94	7,77	22,06	2,25	BW 703225	14,71	22,08	48,7	7,77	20,48	2,38
BW 703232	D21ZB	15,14	22,19	48,95	7,78	22,13	2,53	BW 703232	14,54	22,09	48,45	7,78	20,61	2,41
BW 703236	D21ZB	15,01	22	48,78	7,78	21,52	2,41	BW 703236	14,41	21,93	48,3	7,78	20,56	2,45
BW 703240	D21ZB	15,13	21,93	48,8	7,77	21,68	2,75	BW 703240	14,24	21,99	48,06	7,77	20,46	2,44
BW 703244	D11ZB	14,69	21,22	48,52	7,84	10,26	2,85	BW 703244	14,28	21,65	48,11	7,84	11,72	2,72
BW 703251	D11ZB	14,41	20,91	48,14	7,78	10,38	2,63	BW 703251	14,03	21,03	47,89	7,78	11,42	2,75
BW 703255	D11ZB	14,22	20,56	48,18	7,74	10,48	3,3	BW 703255	14,16	20,71	47,94	7,74	11,32	2,72
BW 703260	D11ZB	13,2	19,78	47,95	7,74	10,64	2,91	BW 703260	13,75	20,5	47,89	7,74	11,18	2,81
BW 703264	D11ZB	14,66	21,17	48,93	7,77	11,48	2,79	BW 703264	13,92	20,97	47,89	7,77	11,27	2,74
BW 703269	D11ZB	14,53	20,76	48,52	7,75	10,68	2,82	BW 703269	14,05	21,08	48,07	7,75	11,13	2,95
BW 703274	D11ZB	14,49	20,85	48,64	7,76	10,96	2,6	BW 703274	13,79	20,65	47,7	7,76	11,25	2,98
BW 703279	D11ZB	13,98	20,98	47,96	7,81	11,13	2,68	BW 703279	13,58	20,55	47,41	7,81	10,92	2,84

Las muestras de las tortas prensadas ZB-11 y ZB-23 se recogieron y se rompieron en pedazos más pequeños se pulverizaron adicionalmente en polvo de cacao fino mediante un molino de corte de laboratorio de Retsch utilizando pantallas de 0,25 mm y 0,50 mm. Se midió el color intrínseco en agua, el pH y el contenido en grasas. Los resultados de estas mediciones se muestran en la tabla 47. El comportamiento de pensado del licor de cacao para el tipo de tortas se muestra en la tabla 48.

Tabla 47: Resultados del análisis de las tortas prensadas

Tortas	PM	Tipo	L	C	H	pH	% de Grasas
Torta seca	PM–9	ZB–11 %	15,77	23	49	7,8	10,3–12,6
Torta grasa	PM–10	ZB–23 %	15,28	22,81	48,62	7,8	24,0–28,6

Tabla 48: Comportamiento de prensado del licor de cacao

Máquina de prensado	Tipo de torta	Tiempo de prensado (min)	Presión (MPa)	% de Grasas	Observaciones
PM–9	ZB–23 %		21	27,83	
PM–9	ZB–23 %		21	27,81	
PM–9	ZB–23 %		21	28,56	
PM–9	ZB–23 %		23	25,83	
PM–9	ZB–23 %		25	24,16	
PM–9	ZB–23 %		25	24,78	
PM–9	ZB–23 %		25,5	25,19	
PM–9	ZB–23 %		26	24	
PM–9	ZB–23 %		26,5	25,3	
PM–9	ZB–23 %		27	24	
PM–9	ZB–23 %		26,5	25,3	Mejor presión
PM–9	ZB–11 %	11		11,18	Mejor tiempo
PM–10	ZB–11 %	11		10,62	Mejor tiempo
PM–10	ZB–11 %	11		11,27	
PM–10	ZB–11 %	11		10,29	
PM–10	ZB–11 %	11		10,91	
PM–7	ZB–11 %	10		12,6	
PM–7	ZB–11 %	12		11,7	
PM–7	ZB–11 %	13		11,2	Mejor tiempo
PM–8	ZB–11 %	10		12,3	
PM–8	ZB–11 %	12		11,8	
PM–8	ZB–11 %	13		10,9	
PM–8	ZB–11 %	12,5			Mejor tiempo

El polvo de la torta ZB-11 pulverizada se comparó finalmente en solución de leche con las muestras de referencia D11A, D11S, experimento 1 (del ejemplo 3), experimento 2 (del ejemplo 3), y experimento 4 (del ejemplo 1). Se evaluaron visualmente los siguientes polvos de grasa en la solución de leche: D23ZB, D23S, D23A y DP70 (21 %). D23ZB (BW 703214) es la más marrón y más brillante en esta secuencia. D23S es la muestra más oscura y rojiza en esta secuencia.

Se evaluaron visualmente los siguientes polvos de grasa en la solución de leche: experimento 4 (n.º de serie 12) en el ejemplo 1, experimento 1 en el ejemplo 3, experimento 2 en el ejemplo 3, segunda tirada de ZB y primera tirada de ZB. Los objetivos para esta secuencia fueron el experimento 4 (número de serie 12) en el ejemplo 1, el experimento 1 en el ejemplo 3, y el experimento 2 en el ejemplo 3. En la tabla 49 se muestran las mediciones de color para el objetivo de este ensayo para el polvo de cacao final (seco). El color de la muestra de la primera tirada de ZB y el color de la torta prensada de la segunda tirada de ZB son algo menos oscuros que el color del experimento 1 y el experimento 4. El brillo y el tinte parduzco de las muestras que se muestran son buenos. La torta de la segunda tirada de ZB tiene el mismo brillo y tinte parduzco que los objetivos (experimento 1 y experimento 4).

Tabla 49: Objetivos para el polvo de cacao final de la tirada de ZB

Objetivos	Color intrínseco en agua del polvo					
	L	C	H	a	b	pH
Experimento 4 (ejemplo 1, n.º de serie 12)	14,23	22,52	48,12	15,04	16,7	7,82
Experimento 1 –ejemplo 3)	14,48	22,54	48,34	14,98	16,84	8
Experimento 2 –ejemplo 3)	14,06	21,78	47,95	14,59	16,17	7,9

La comparación visual de los colores secos de D23ZB (BW703214), D23A y D23S muestra que D23ZB es más oscuro, más brillante y más parduzco que D23A; D23ZB es mucho más brillante y más parduzco que D23S; y D23S es más oscuro, menos brillante y más rojizo que D23ZB. La comparación visual de los colores secos visuales de D11ZB (BW703244), D11A, D11S, D11MR, y D11ZB de las tortas prensadas pulverizadas muestra que D11ZB (BW703244) es un algo menos oscuro, más brillante y más parduzco que D11S y D11MR; D11ZB (BW703244) es más oscuro que D11A; D11ZB de la torta pulverizada de la prensa es mucho más brillante que el lote de D11ZB (BW703244); y D11ZB de la torta pulverizada de la prensa es más brillante y más parduzca que D11A.

Análisis. Se analizó el licor de cacao para determinar el pH. El polvo de cacao se analizó para determinar el color intrínseco en agua del polvo de cacao pulverizado; el color intrínseco en agua del polvo de cacao sin grasa; el juicio visual del color seco y el color en solución de leche; el contenido en grasas; y los análisis microbiológicos. La manteca de cacao se analizó para determinar el contenido de humedad; los ácidos grasos libres; el índice de yodo; el color Lovibond; las curvas de enfriamiento (viscosimétrico, Shukhoff, DCS - Young); el punto de fusión o punto de deslizamiento (subcontratado a SGS); el punto de fusión (subcontratado a SGS); el índice de saponificación (subcontratado a SGS); el índice de refracción a 40 ºC (subcontratado a SGS); el índice de grasa sólida a 20, 25 y 30 ºC (subcontratado a SGS); la composición de ácidos grasos (subcontratado a SGS); y el valor azul (subcontratado a SGS). *Discusión.* En la tabla 42, se resumen las condiciones de reacción durante la alcalinización de las cargas del mezclador de este ensayo. La experiencia de los experimentos a escala de laboratorio como en el ejemplo 1, el ejemplo 3, y los resultados de la Tabla 43 demostraron que se puede alcanzar un valor de L y de C más alto a una temperatura de alcalinización baja, junto con un flujo de aire bajo.

Comparación de las mediciones del color intrínseco. En la tabla 46 se comparan los colores de las tortas prensadas durante el procedimiento de elaboración por partidas con los colores del polvo pulverizado y atemperado final. Los valores de color medidos para las tortas prensadas son más brillantes que el polvo de cacao después del procedimiento elaborador por tiradas (véanse los lotes D11ZB). Esto puede ser evidencia de la mezcla de los polvos de cacao de tipo ZB con la torta de S durante el llenado de los elaboradores por partidas.

Resultados tras la comparación de los colores en una solución de leche. Después de comparar los colores del ensayo en una solución de leche, se pueden realizar las observaciones siguientes: la muestra D23ZB es más brillante y más parduzca que las muestras de referencia de D23S, D23A y el producto mercado de tipo DP-70 (21%); y en solución de leche, la torta pulverizada ZB-11 de la prensa es algo menos oscura, pero tiene el mismo brillo y rojez de los objetivos de los estudios de laboratorio del experimento 4 (como en el ejemplo 1) y el experimento 1 (como en el ejemplo 3).

Conclusión. Durante esta tirada, se produjo un licor de cacao de color marrón brillante con los valores de C, H, y de pH deseados. Durante este plazo, los ajustes de los parámetros y las recetas revelaron procedimientos para controlar los valores de pH y de color mediante la alteración de los parámetros del procedimiento y la receta de alcalinización.

Las pruebas de comparación en solución de leche muestran que estas muestras de ensayo en el ejemplo 5 son más brillantes, ligeramente menos oscuras y más parduzcas que las muestras objetivos y los tipos de productos disponibles en el mercado. Pruebas de aplicación en productos de panadería y en leche chocolateada demuestran que el gusto y el sabor son buenos. El color y el sabor de los lotes de D23ZB y D21ZB son Buenos.

Las tortas prensadas tenían un color brillante (C = 23). Análisis durante el procedimiento elaborador de tiradas de los lotes D11ZB demuestra que el brillo se redujo a un valor del color de C inferior a 21.

Con la receta, las condiciones del procedimiento de las cargas de los mezcladores n.º 12-19 dieron resultados favorables.

En la tabla 50 se muestra el análisis microbiológico de los polvos finales de los lotes ZB. La Tpunta (ºC) es la temperatura de la punta esterilizada a la que se añadió la mezcla de álcali. La cantidad de tams y ramns se puede reducir mediante esterilización a una temperatura más alta y un tiempo de retención más largo en la cabina del precalentador. Los lotes de D11ZB se hicieron a partir puntas que se alcalinizaron a una temperatura alcalinización superior. Un mayor tiempo de retención en la cabina de precalentador simplemente puede gestionarse mediante la reducción de la capacidad de llenado de los mezcladores de 9 ton/h a 6 ton/h.

Tabla 50: Análisis microbiológico de los polvos finales de los lotes de ZB

N.º de lote	Tipo	Moho	TPC	Levadura	Tams	Tats	Rams	Rats	Ent1/ E. coli	Tpunta (°C)
BW 703214	D23ZB	0	50	0	50	50	5	0	negativo	70–75
BW 703222	D23ZB	0	50	0	50	0	5	0	negativo	70–75
BW 703225	D21ZB	0	0	0	150	0	5	0	negativo	70–75
BW 703232	D21ZB	0	0	0	0	0	0	0	negativo	70–75
BW 703236	D21ZB	0	650	0	50	0	0	0	negativo	70–75
BW 703240	D21ZB	0	100	0	50	0	0	0	negativo	70–75
BW 703244	D11ZB	0	100	0	50	0	0	0	negativo	80–85
BW 703251	D11ZB	0	50	0	0	0	5	0	negativo	80–85
BW 703255	D11ZB	0	0	0	0	0	0	0	negativo	80–85
BW 703260	D11ZB	0	0	0	0	0	0	0	negativo	80–85
BW 703264	D11ZB	0	100	0	0	0	0	0	negativo	90–95
BW 703269	D11ZB	0	0	0	0	0	0	0	negativo	90–95
BW 703274	D11ZB	0	0	0	0	0	0	0	negativo	90–95
BW 703279	D11ZB	0	0	0	0	0	0	0	negativo	90–95

Se llevaron a cabo pruebas sensoriales del licor de cacao. D11SW se refiere a productos de D11S producidos en otra ubicación. En la tabla 51 se muestra la prueba sensorial del licor de cacao SW. En agua caliente, hay una diferencia entre licor ZB y licor-SW (2,5). El licor SW es más ácido (1,0), más amargo (0,4), más astringente (0,3) y tiene más aroma (0,1) que el licor ZB. El licor ZB es más rico (0,3), tiene más sabor a cacao (0,2), es más acre (0,1) y tiene un sabor desagradable (0,6), que se describió como viejo, madera, leche y desconocido.

Tabla 51: Prueba sensorial del licor SW con el licor ZB como licor de referencia

Referencia	**Licor ZB**			
Producto	**Línea de licor SW**			
	Olor	**n**	**Gusto**	**n**
Diferencia	1,1	7	1,4	7
Cacao	–0,1	1	–0,1	1
Amargo			0,4	2
Rico	–0,3	1		
Aroma			0,1	1
Ácido	0,6	5	0,4	2
Astringente			0,3	2
Acre			–0,1	1
Alcalino				
Sabores desagradables	–0,6	3	0,0	5

También se llevaron a cabo pruebas sensoriales de los polvos de cacao. En la tabla 52 se muestran las pruebas del polvo D11ZB con menor contenido en grasas y en la tabla 53 se muestran las pruebas para los polvos D21ZB y D23Zb con mayor contenido en grasas. En la comparación entre el 2º ensayo de fábrica con D11ZB y el 1er ensayo de fábrica con D11ZB, hay una pequeña diferencia entre el 1er ensayo con D11ZB 1ª y el 2º ensayo con D11ZB en agua caliente (1,6). El 1er ensayo de D11ZB tiene más sabor a cacao (0,2), es más ácido (0,2), es más acre (0,2), y tiene un sabor desagradable (0,8), que se describió como a aceite y quemado. El 2ª ensayo con D11ZB tiene más aroma (1,0). En la comparación entre el 2º ensayo con D11ZB y D11S, hay una pequeña diferencia entre estos dos en agua caliente (0,4). D11S tiene más sabor a cacao (0,2), es más ácido (0,2), y es más alcalino (0,2). La pequeña diferencia demuestra la posible idea de que la mezcla entre la torta D11ZB con D11S se produjo durante el procedimiento de elaboración por partidas.

Tabla 52: Prueba sensorial de los polvos D11ZB a partir del 2ª ensayo de fábrica

Referencia	**2º ensayo de fábrica con D11ZB**				**2º ensayo de fábrica con D11ZB**			
Producto	**1er ensayo de fábrica con D11ZB**				**D11S de**			
	Olor	**n**	**Gusto**	**n**	**Olor**	**n**	**Gusto**	**n**
Diferencia	0,6	5	1,0	5	0,2	5	0,2	5
Cacao			0,2	1			0,2	1
Amargo								
Rico								
Aroma	–0,4	1	–0,6	2				
Ácido	0,2	1			0,2	1		
Astringente								
Acre	0,2	1						

(continuación)

Referencia	**2º ensayo de fábrica con D11ZB**				**2º ensayo de fábrica con D11ZB**			
Producto	**1er ensayo de fábrica con D11ZB**				**D11S de**			
Alcalino					0,2	1		
Sabores desagradables	0,2	1	0,6	2				

En la comparación entre el 2º ensayo con D21ZBy D11S, hay una pequeña diferencia entre los dos en agua caliente (1,2). D21S tiene más aroma (0,4), es más alcalino (0,4), y es más rico (0,2) D11ZB tiene un sabor desagradable (0,8), que se describió como a cartón. En la comparación entre el 2º ensayo con D23ZB y D23S, hay una pequeña diferencia entre los dos en agua caliente (0,4). D23S tiene más aroma (0,4). D23ZB es más ácido (0,4) y tiene un sabor desagradable (0,4), que se describió como sugestivo de cartón o papel.

Tabla 53: Prueba sensorial de polvos D21ZB y D23ZB con alto contenido en grasas

Referencia	**2º ensayo de fábrica con D21ZB**				**2º ensayo de fábrica con D23ZB**			
Producto	**D21S**				**D23S**			
	Olor	n	Gusto	n	Olor	n	Gusto	n
Diferencia	0,6	5	0,6	5	0,2	5	0,2	5
Cacao								
Amargo								
Rico			0,2	1				
Aroma	0,2	1	0,2	1	0,2	1	0,2	1
Ácido					–0,2	1	–0,2	1
Astringente								
Acre								
Alcalino	0,2	1	0,2	1				
Sabores desagradables	–0,4	1	–0,4	1	–0,2	1	–0,2	1
	Menos cartón	1	Menos cartón	1	Menos cartón	1	Menos cartón	1

Los polvos de cacao D11D, D11A, D11S, y D11ZB se utilizaron en pasteles. Estos pasteles se hornearon según las descripciones en el embalaje de la mezcla para pasteles con adición de 5 % del polvo de cacao de la muestra. En la tabla 54 se muestran los resultados de estos polvos en pasteles y el uso de polvos D11ZB horneados dentro de los pasteles.

Tabla 54: Aplicaciones del polvo ZB en pasteles

Referencia	**2º ensayo D11ZB**				**2º ensayo D11ZB**				**2º ensayo D11ZB**			
Producto	**D11A**				**D11D**				**D11S**			
	Gusto		**n**		**Gusto**		**n**		**Gusto**		**n**	
Diferencia	1,3		7		1,1		7		1,3		7	
Cacao	–1,1		6		–0,4		6		0,4		6	
Amargo	–0,7		5		0,1		1		0,3		2	
Rico	–0,6		3		–0,4		3		0,1		1	
Ácido									0,1		1	
Dulce									0,3		2	
Alcalino					0,6		6					
Sabor desagradable redondeado/homorgánico												
Aromático									–0,4		6	
Sabores desagradables					0,1		1					
					Vanillina		1					
	Textura				Textura				Textura			
	Seca		Desmenuzado		Seco	1	Desmenuzado		Seco	1	Desmenuzado	
	Ligeramente seco		Ligeramente desmenuzado		Ligeramente seco	4	Ligeramente desmenuzado	1	Ligeramente seco	4	Ligeramente desmenuzado	1
	No pegajoso		No desmenuzado		No pegajoso	1	No desmenuzado		No pegajoso	1		
	Ligeramente pegajoso	7			Ligeramente pegajoso				Ligeramente pegajoso	1		
	Pegajoso				Pegajoso				Pegajoso			

En pasteles hay una pequeña diferencia entre el 2º ensayo con D11D y D11ZB (1,1). D11D es más dulce (0,6), más amargo (0,1), tiene un sabor desagradable más redondeado /homorgánico (0,1), y tiene un sabor desagradable (0,1), descrito como a vainillina. En la comparación de pasteles horneados con polvos del 2º ensayo de D11ZB y D11D, el segundo ensayo de D11ZB es más rico (0,4) y tiene más sabor a cacao (0,4). En el pastel hay una pequeña diferencia entre el 2º ensayo con D11A y D11ZB (1,3). D11A es más dulce (0,6). El 2º ensayo de D11ZB tiene más sabor a cacao (1,3), es más amargo (0,7), y es más rico (0,6). En el pastel, hay una pequeña diferencia entre el 2º ensayo con D11S y D11ZB (1,3). D11S tiene más sabor a cacao (0,4), es más amargo (0,3), es más dulce (0,3), es más ácido (0,1), y es más rico (0,1). D11ZB 2 tiene un sabor desagradable más redondeado/ homorgánico (0,4).

Los polvos de cacao D11D, D11A, D11S, y D11ZB se utilizaron en galletas. Estas galletas se hornearon de acuerdo con las descripciones del embalaje de la mezcla para galletas con adición de 5 % de polvo de cacao. En la tabla 55 se muestran los resultados de estos polvos en galletas y el uso de polvos D11ZB horneados dentro de las galletas.

Tabla 55: Aplicación en galletas

Referencia	**2º ensayo D11ZB**				**2º ensayo D11ZB**				**2º ensayo D11ZB**			
Producto	**D11A**				**D11D**				**D11S**			
	Gusto		**n**		**Gusto**		**n**		**Gusto**		**n**	
Diferencia	1,7		7		1,6		7		1,1		7	
Cacao	–1,0		5		–1,0		4		–0,9		4	
Amargo	–0,3		2		–0,6		4		–0,4		3	
Rico	–1,1		3		–0,4		2		–0,3		2	
Ácido												
Dulce	0,7		5						0,0		4	
Alcalino					0,3		1					
Sabor desagradable redondeado/homorgánico	–0,4		1									
Aromática	–0,4		1						0,1		1	
Sabores desagradables												
	Textura				Textura				Textura			
	Seco		Desmenuzado	1	Seco	1	Desmenuzado		Seco	1	Desmenuzado	2
	Ligeramente seco		Ligeramente desmenuzado		Ligeramente seco	2	Ligeramente desmenuzado	5	Ligeramente seco	2	Ligeramente desmenuzado	2
	No pegajoso		No desmenuzado	2	No pegajoso		No desmenuzado		No pegajoso			
	Ligeramente pegajoso				Ligeramente pegajoso				Ligeramente pegajoso	1		
	Pegajoso				Pegajoso				Pegajoso			

En las galletas hay una diferencia entre el 2º ensayo con D11A y D11ZB (1,7). D11A es más dulce (0,7). El 2º ensayo con D11ZB es más rico (1,1), tiene más sabor a cacao (1,0), es más aromático (0,4), tiene un sabor desagradable más redondeado/homorgánico (0,4) y es más amargo (0,3). En las galletas hay una diferencia entre el 2º ensayo con D11D y D11ZB (1,6). D11D es más alcalino (0,3) y es más aromático (0,1). El 2º ensayo de D11ZB tiene más sabor a cacao (1,0), es más amargo (0,7), y es más rico (0,6). En las galletas hay una diferencia entre el 2º ensayo con D11S y D11ZB (1,1). D11S es más aromático (0,1). El 2º ensayo de D11ZB tiene más sabor a cacao (0,9), es más amargo (0,4), y es más rico (0,3).

El color de las galletas ZB es más oscuro y más parduzco que las galletas de D11A y D11S. El color de las galletas de D11D es más brillante y menos oscuro que el de las galletas de ZB. Las galletas de D11S son algo más rojizas que los otros tipos de galletas en esta secuencia.

En la tabla 56 se muestra la aplicación del siguiente polvo de cacao en leche chocolateada: D11D, D11A, D11S y D11ZB. En leche chocolateada hay una diferencia entre el D11D y el 2º ensayo con D11ZB (2,0). D11D es más dulce (1,4), tiene más gusto a leche (0,6), y tiene gusto extraño redondeado (0,2). El 2º ensayo de D11ZB tiene más aroma (0,6), es más rico (0,2), y más quemado (0,2). En leche chocolateada hay una diferencia entre el D11A y el 2º ensayo con D11ZB (1,6). D11A tiene más gusto a leche (1,0) y es más dulce (0,8). El 2º ensayo de D11ZB es más rico (0,4), más quemado (0,4), tiene más aroma (0.2) y tiene más sabor a cacao (0,2). En leche chocolateada hay una diferencia entre el D11S y el 2º ensayo con D11ZB (1,5). D11S tiene más gusto a leche (0,3), tiene un gusto extraño redondeado (0,3), es más rico (0,3) y tiene más sabor a cacao (0,1). El 2º ensayo con D11ZB tiene más aroma (0,2) y más sabor a quemado (0,2).

Tabla 56: Aplicación en leche chocolateada con polvo de cacao

Referencia	**2º ensayo D11ZB**				**2º ensayo D11ZB**				**2º ensayo D11ZB**			
Producto	**D11D**				**D11A**				**D11S**			
	Olor	**n**	**Gusto**	**n**	**Olor**	**n**	**Gusto**	**n**	**Olor**	**n**	**Gusto**	**n**
Diferencia	0,6	5	1,4	5	0,2	5	1,4	5	0,2	6	1,3	6
Cacao	0,0	2	0,0	2	–0,2	1	0,0	2	–0,2	1	0,3	1
Amargo												
Rico	–0,2	1	–0,2	1	–0,2	1	–0,2	1			03	2
Aroma	–0,2	1	–0,2	1			–0,2	1			–0,2	1
Dulce			1,4	4			0,8	3			oo	5
Gusto a leche			0,6	3			1,0	3			0,3	3
Quemado			–0,2	1			–0,4	2			–2	1
Gusto extraño redondeado			0,2	1							0,3	2
Sabores desagradables												

En la tabla 57 se muestra la aplicación de la siguiente torta de cacao en leche chocolateada: D11D, D11A, D11S y D11ZB. En leche chocolateada hay una diferencia entre el D11D y el 2º ensayo con torta de D11ZB (1,6). D11D tiene más gusto a leche (0,6) y tiene más aroma (0,4). El 2º ensayo con torta de D11ZB tiene más sabor a cacao (1,0), es más rico (0,7), y es más amargo. En leche chocolateada hay una diferencia entre el D11A y el 2º ensayo con torta de D11ZB (1,8). D11A tiene más gusto a leche (0,7) y tiene más sabor a cacao (0,4). En leche chocolateada hay una diferencia entre el D11S y el 2º ensayo con torta de D11ZB (1,5). D11S tiene más gusto a leche (0,5) y es más amargo (0,2). El 2º ensayo con torta de D11ZB tiene más aroma (1,0), tiene más sabor a cacao (0,8), es más rico (0,2), y es más dulce (0,2).

Tabla 57: Aplicación en leche chocolateada con torta de cacao

Referencia	**2º ensayo con torta de D11ZB**				**2º ensayo con torta de D11ZB**				**2º ensayo con torta de D11ZB**			
Producto	**D11D**				**D11A**				**D11S**			
	Olor	**n**	**Gusto**	**n**	**Olor**	**n**	**Gusto**	**n**	**Olor**	**n**	**Gusto**	**n**
Diferencia	0,6	5	1,0	5	0,5	6	1,3	6	0,5	6	1,0	6
Cacao	–0,2	1	–0,4	4	0,2	3	0,2	5	–0,3	1	–0,5	4
Amargo			–0,2	1							0,2	1
Rico			–0,4	2			0,0	2	–0,2	1		
Aroma	0,4	2			–0,2	1	0,2	3	–0,3	1	–0,7	3
Dulce			0,0	2			0,7	2			–0,2	1
Gusto a leche			0,6	3			0,0	2			0,5	1
Quemado												
Gusto extraño redondeado												
Sabores desagradables												

Se determinaron diversos análisis de la manteca de ZB bruta. La figura 22 muestra la curva de enfriamiento visocismétrica de la manteca ZB bruta. El tiempo de la solidificación es de 105 minutos, lo que significa un alto valor de AGL. Algunos valores determinados incluyen: AGL = 1,70 %, índice de yodo = 34,8, contenido de humedad = 405 ppm, y un color Lovibond de 40,0Y + 2,1R + 0,1B. La figura 23 muestra la curva de enfriamiento de Shukhoff de la manteca ZB bruta. El cociente de Shukhoff es 0,13, lo que significa que la manteca es buena. El AGL = 1,70 %: Índice de yodo= 34,8, y contenido de humedad = 405 ppm. El cociente Shukhoff es un número muy importante para la manteca de cacao. Cuanto mayor es, mejor es el comportamiento de cristalización de la manteca. La Figura 24 muestra la curva de enfriamiento de DSC Young de la manteca ZB bruta, que también muestra que la manteca de cacao es de alta calidad. A partir de los análisis, se realizaron las siguientes mediciones: AGL= Í1,70 %, índice de yodo= 34,8, y contenido de humedad = 405 ppm. En la tabla 58 se resumen las mediciones de la manteca de cacao. En la tabla 59 se muestran las composiciones de ácidos grasos de la manteca de cacao ZB.

Tabla 58: Resultados de SGS para la manteca de cacao

	2ª tirada de fábrica	1ª tirada de fábrica	
	Manteca de cacao RZB	Manteca de cacao RZB	Manteca de cacao PPP
Valor azul	0,045	0,039	0,05 (máx.)
Índice de refracción a 40 ºC	1	4	1,456 – 1,459
Punto de fusión de deslizamiento (ºC)	33,3	33,1	30–34
Punto de fusión (ºC)	34,1	34	31 – 35
Contenido en grasas sólidas (%)			
A 20 °C	72,6	73,2	
A 25 00	64,2	51,7	

(continuación)

	2ª tirada de fábrica	1ª tirada de fábrica	
	Manteca de cacao RZB	Manteca de cacao RZB	Manteca de cacao PPP
A 30 00	40,2	44,2	46 ± 5
Índice de saponificación (mg de KOH/g de grasa)	194	196	188 – 198

Tabla 59: Comparación de la composición de ácidos grasos de la manteca ZB con manteca de cacao real

	2ª tirada de fábrica	1ª tirada de fábrica	Referencia
Ácidos grasos saturados	Manteca de cacao ZB bruta	Manteca de cacao ZB bruta	Manteca de cacao PPP
C 4:0 (n – butanoico)			
C 6:0 (n – hexanoico)			
C 8:0 (n – octanoico)			
C 10:0 (n – decanoico)			
C 12:0 (n – dodecanoico)			+
C 14:0 (n – tetradecanoico)		0,1	0,2
C 15:0 (n – pentadecanoico)			+
C 16:0 (n – hexadecanoico)	26	26	26
C 17:0 (n – heptadecanoico)	0,2	0,2	0,3
C 18:0 (n – octadecanoico)	36,1	35,9	34,5
C 20:0 (n – eicosanoico)	1	1,1	1,0
C 22:0 (n – docosanoico)	0,2	0,2	+
C 24:0 (n – tetracosanoico)	0,1	0,1	
Ácidos grasos monoinsaturados			
C 14:1 (tetradecenoico)			
C 16:1 (hexadecenoico)	0,3	0,3	0,3
C 17:1 (heptadecenoico)			
C 18:1 (octadecenoico)	32,6	32,7	34,5
C 20:1 (eicosenoico)	< 0,1	0,1	
C 22:1 (decosenoico)			

(continuación)

	2ª tirada de fábrica	1ª tirada de fábrica	Referencia
Ácidos grasos saturados	Manteca de cacao ZB bruta	Manteca de cacao ZB bruta	Manteca de cacao PPP
C 24:1 (tetracosenoico)			
Ácidos grasos polisaturados			
C 18:2 (octadecadienoico)	2,9	3,1	3,5
C 18:3 (octadecatrienoico)	0,2	0,2	+
C 20:2 (eicosandienoico)			
C 22:2 (docosendienoico)			

En los estudios a escala de laboratorio que se muestran en el ejemplo 1 y el ejemplo 3, se obtuvieron coordenadas del color deseadas para un polvo de cacao más parduzco y el pH. Estas condiciones se tradujeron en una línea completa a escala de fábrica. Durante esta tirada, se obtuvo licor de cacao brillante con propiedades muy cercanas al conjunto deseado para este tipo. Se realizaron pruebas sensoriales para el licor y el polvo, incluyendo la evaluación del sabor y del color visual. Estos resultados fueron bastante satisfactorios para el licor de cacao y para los lotes D23ZB y D21ZB.

La leche chocolateada, los pasteles y las galletas elaborados con D11ZB se evaluaron visualmente, pero no fueron satisfactorios debido al bajo brillo de los lotes D11ZB. El color de la torta de cacao prensada de ZB11 real fue muy brillante. No obstante, el polvo de D11ZB resultante fue menos brillante debido a la mezcla con la torta S residual de las tiradas de producción anteriores durante el procedimiento elaborador de lotes y de pulverización del polvo D11ZB.

Los recuentos microbiológicos también estaban bien dentro de los límites aceptables. El contenido de hierro metálico y el contenido de hierro total (Fe) de algunos de los lotes fueron más altos de lo normal. Debido a la que la capacidad de flujo de la línea fue baja durante la tirada, el exceso de fricción entre los rodamientos de las bolas en el molino de bolas se tradujo en un aumento del desgaste del rodamiento de las bolas de hierro y un incremento del contenido de hierro dentro del polvo de cacao. El contenido de hierro total conocido como Fe de algunos lotes también es más alto de lo normal.

En general, este ejemplo demuestra la viabilidad de la producción de los tipos de polvo de cacao de color marrón brillante D11ZB, D21ZB, y D23ZB a escala de fábrica en una línea de producción.

Ejemplo 6. Polvo de cacao alcalinizado rojo brillante

En una realización, un polvo de cacao de color rojo brillante producido usando los procedimientos de la presente invención tiene las siguientes características: un color rojo brillante; un aroma de cacao equilibrado; un contenido en grasas de entre 10,0-12,0 %, determinado por IOCCC 37/1990; un pH de entre 7,6-8,0, determinado por IOCCC 15/1972; una finura de por lo menos el 99,5 %, pasa a través de un tamiz de 75 micrómetros determinado por IOCCC 38/1990; y un contenido de humedad de, como máximo, 5,0% determinado por IOCCC 1/1952. El polvo de cacao también tiene un recuento máximo en placa de 5000 por gramo (mediana 300) determinado por IOCCC 39/1990; un recuento máximo en placa de mohos de 50 por gramo (mediana 5) determinado por IOCCC 39/1990; un recuento máximo de levaduras de 50 por gramo (mediana 5) determinado por IOCCC 39/1990; negativo a la prueba de recuento de enterobacterias por gramo determinado por IOCCC 39/1990; negativo a la prueba de recuento de E. coli por gramo determinado por IOCCC 39/1990; y negativo a la prueba de recuento de Salmonella por gramo determinado por IOCCC 39/1990.

Ejemplo 7. Polvo de cacao alcalinizado marrón brillante

En otra realización, un polvo de cacao de color marrón brillante producido usando los procedimientos de la presente invención tiene las siguientes características: un color marrón brillante; un aroma de cacao equilibrado; un contenido en grasas de entre 10,0-12,0 %, determinado por IOCCC 37/1990; un pH de entre 7,6-8,0, determinado por IOCCC 15/1972; una finura de por lo menos el 99,5 %, pasa a través de un tamiz de 75 micrómetros determinado por IOCCC 38/1990; y un contenido de humedad de, como máximo, 5,0% determinado por IOCCC 1/1952. El polvo de cacao también tiene un recuento máximo en placa de 5000 por gramo (mediana 300) determinado por IOCCC

39/1990; un recuento máximo en placa de mohos de 50 por gramo (mediana 5) determinado por IOCCC 39/1990; un recuento máximo de levaduras de 50 por gramo (mediana 5) determinado por IOCCC 39/1990; negativo a la prueba de recuento de enterobacterias por gramo determinado por IOCCC 39/1990; negativo a la prueba de recuento de E. coli por gramo determinado por IOCCC 39/1990; y negativo a la prueba de recuento de Salmonella por gramo determinado por IOCCC 39/1990.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de alcalinización de granos de coco, que comprende

Esterilizar los granos de cacao descortezados;
Alcalinizar los granos de cacao descortezados en una mezcla alcalinizante que comprende los granos de cacao descortezados, álcali y agua, a una temperatura de alcalinización inicial de 50 ºC a 85 ºC y una temperatura promedio de alcalinización de entre 50 ºC a 70 ºC, con lo que un flujo de aire se reduce al mínimo y esencialmente no se añade vapor a la mezcla de la alcalinización, lo que produce granos de cacao alcalinizados, en el que dichos granos de cacao alcalinizados se procesan dando un
polvo de cacao que tiene valores del color de L inferiores a 16, de C superiores a 20 y de H de 35 a 55, determinado de acuerdo con las normas de color CIE 1976; y un pH superior a 7,0.

2. El procedimiento de alcalinización de granos de cacao de la reivindicación 1, que comprende tostar los granos de cacao alcalinizados y procesar los granos de cacao alcalinizados tostados dando un polvo de cacao que tiene valores del color de L menores de 16, de C mayores de 20, y de H de 35 a 55, según se determina de acuerdo con las normas de color CIE 1976; y un pH superior a 7,0.

3. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que los granos de cacao descortezados se alcalinizan a una temperatura promedio de alcalinización de 60 ºC.

4. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que los granos de cacao descortezados se alcalinizan a una temperatura de alcalinización inicial que es superior a la temperatura promedio de alcalinización.

5. El procedimiento de la reivindicación 4, en el que la temperatura inicial de alcalinización es 80 ºC y la temperatura promedio de alcalinización es de 55 ºC a 65 ºC.

6. El procedimiento de la reivindicación 4, en el que la temperatura inicial de alcalinización es 65 ºC y la temperatura promedio de alcalinización es de 55 ºC.

7. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que los granos se alcalinizan a una temperatura inicial de alcalinización que es menor que la temperatura promedio de alcalinización, preferentemente en el que la temperatura inicial de alcalinización es de 70 ºC a 80 ºC y la temperatura promedio de alcalinización es de 65 ºC.

8. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que los granos se alcalinizan a una temperatura inicial de alcalinización que es aproximadamente la misma que la temperatura promedio de alcalinización, preferentemente en el que las temperaturas inicial y promedio de alcalinización son ambas 50 ºC.

9. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que los granos de cacao descortezados son puntas de cacao.

10. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que los granos se alcalinizan durante de 30 minutos a 60 minutos, preferentemente en el que los granos se esterilizan durante 30 minutos.

11. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que la esterilización de los granos de cacao descortezados comprende calentar los granos de cacao descortezados a una temperatura de 95 ºC a 110 ºC, preferentemente a 100 ºC.

12. El procedimiento de la reivindicación 11, en el que los granos se esterilizan mediante uno de entre vapor, aire caliente y contacto.

13. El procedimiento de la reivindicación 12, en el que los granos se esterilizan mediante vapor, preferentemente durante menos de una hora.

14. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que, cuando los granos de cacao se esterilizan con calentamiento, se esterilizan mínimamente.

15. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que los granos de cacao alcalinizados se tuestan a de 100 ºC a 125 ºC.

16. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que solamente se inyecta una cantidad de aire en la mezcla de alcalinización durante el procedimiento de alcalinización que es suficiente para enfriar la mezcla de alcalinización dentro de 5 ºC de la temperatura promedio de alcalinización, preferentemente se inyectan menos de 3,000 ml/minuto de aire por kilogramo de granos de cacao en la mezcla de alcalinización.

17. El procedimiento de la reivindicación 16, en el que la cantidad mínima de aire inyectado en la mezcla de alcalinización es de 240 ml/minuto a 3.000 ml/minuto por kg de granos de cacao es, preferentemente, de 240 ml/minuto a 720 ml/minuto por kg de granos de cacao.

18. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que la cantidad de aire inyectado en la mezcla de alcalinización

durante el procedimiento de alcalinización es una cantidad mínima de aire suficiente para enfriar la mezcla de alcalinización a una temperatura de alcalinización objetivo y para impartir un valor H objetivo al polvo de cacao producido a partir de los granos de cacao, preferentemente en el que la cantidad de aire es de 0,04 a 1,08 m^3 por 2,5 kg de granos de cacao.

19. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que la mezcla de alcalinización comprende de 3 % en peso a 8 % en peso de álcali y de 5 % en peso a 30 % en peso de agua, preferentemente en el que el álcali es una solución de sodio, potasio, amonio o hidróxido o carbonato de magnesio.

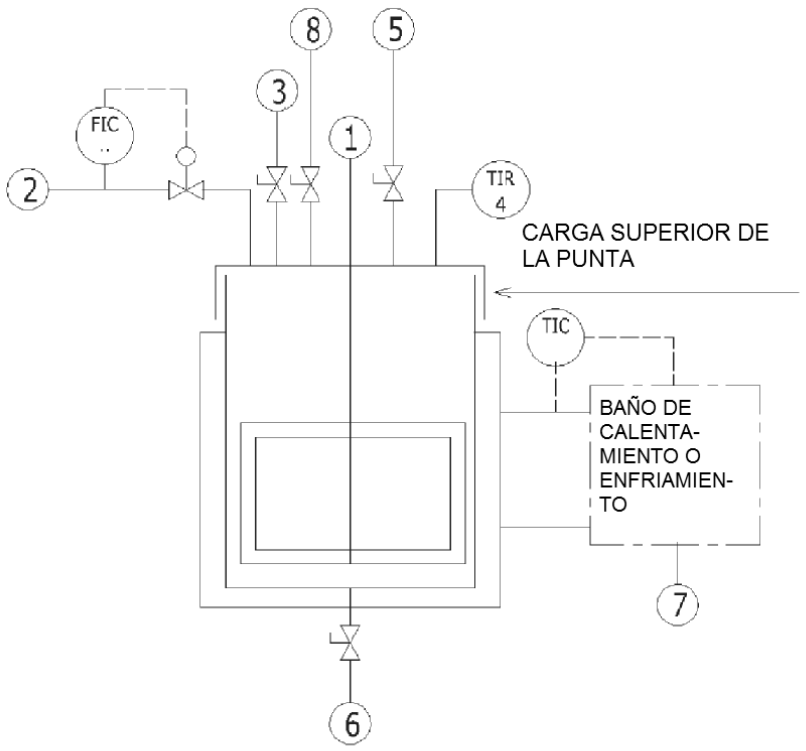
20. El procedimiento de la reivindicación 19, en el que el álcali es potasa (K_2CO_3), preferentemente en el que el álcali es de 4 % en peso a 7 % en peso de una solución al 50 % de potasa.

21. El procedimiento de la reivindicación 19, en el que la mezcla de alcalinización que comprende álcali y agua tiene una temperatura de 50 ºC a 60 ºC.

22. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 21, en el que el procesamiento de los granos de cacao alcalinizados comprende tostar los granos de cacao; moler los granos de cacao tostados para producir licor de cacao; prensar los granos para producir una torta de prensado de polvo de cacao y manteca de cacao; y moler la torta de prensado de polvo de cacao para producir polvo de cacao.

23. El procedimiento de la reivindicación 2, que comprende además la incorporación de polvo de cacao en un producto alimentario.

ESQUEMA DE LA UNIDAD DE ALCALINIZACIÓN



1 = AGITADOR HIDRÁULICO
2 = FLUJO DE INYECCIÓN DE AIRE DE CONTROL
3 = VÁLVULA PARA AÑADIR AGUA Y ÁLCALI
4 = TEMPERATURA DE PRODUCTO REGISTRADO
5 = VÁLVULA DE DESAIREACIÓN
6 = PUNTO DE MUESTREO Y VACIADO
7 = BAÑO DE CALENTAMIENTO/ENFRIAMIENTO DE TEMPERATURA CONTROLADA
8 = VAPOR (2 BAR)

Fig. 1

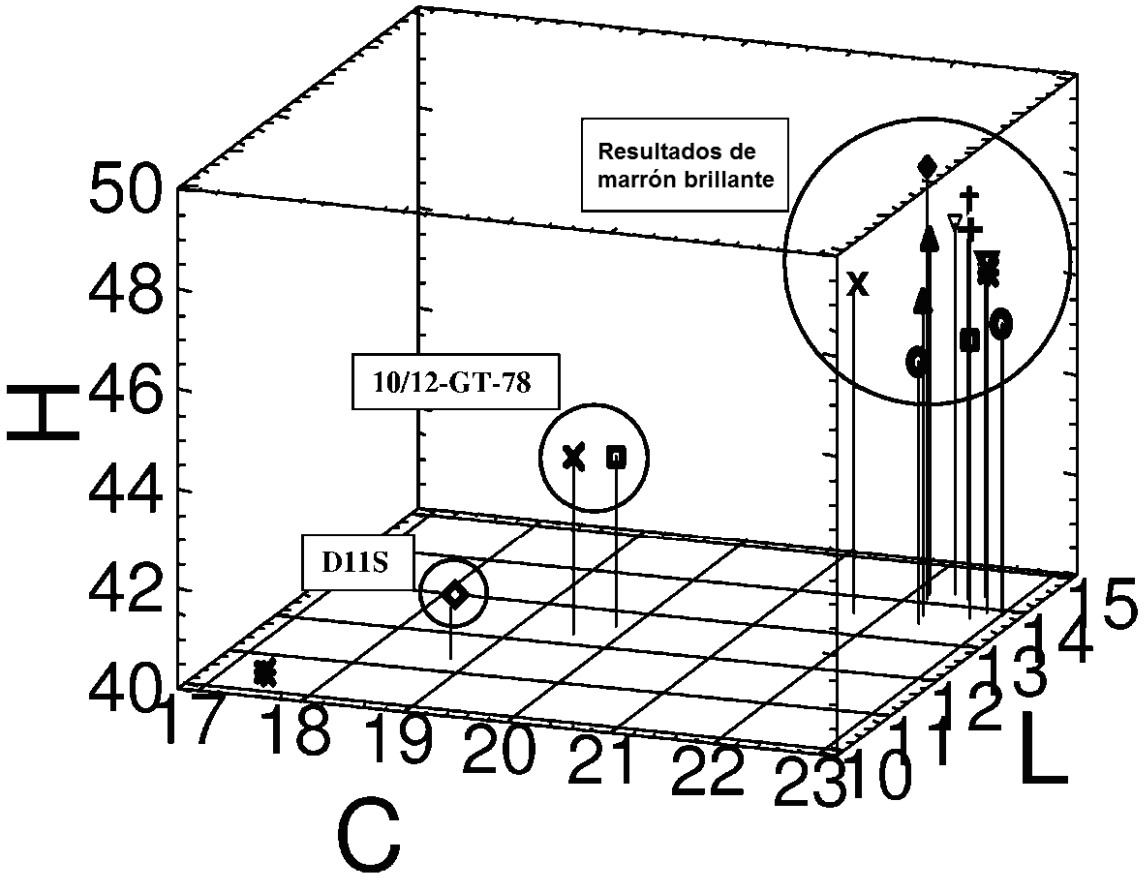

Resultados de marrón brillante
10/12-GT-78
D11S
H
50
48
46
44
42
40
C
17
18
19
20
21
22
23
L
10
11
12
13
14
15

Fig. 2

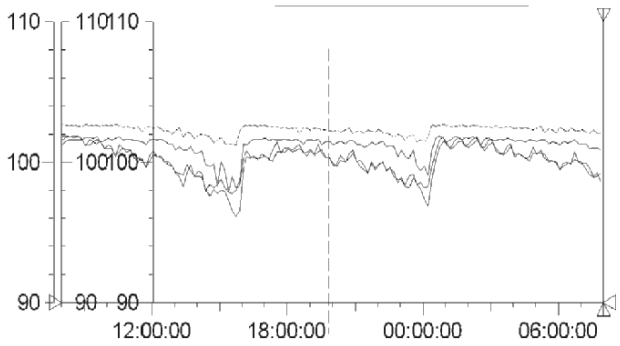


Fig. 3

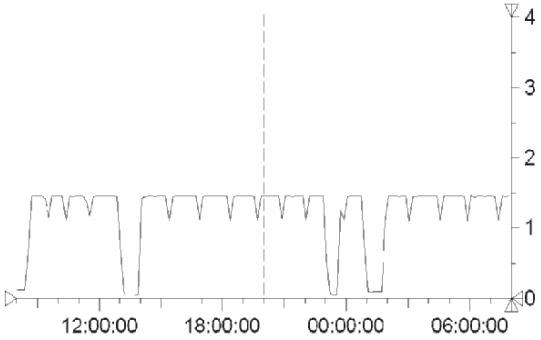


Fig. 4

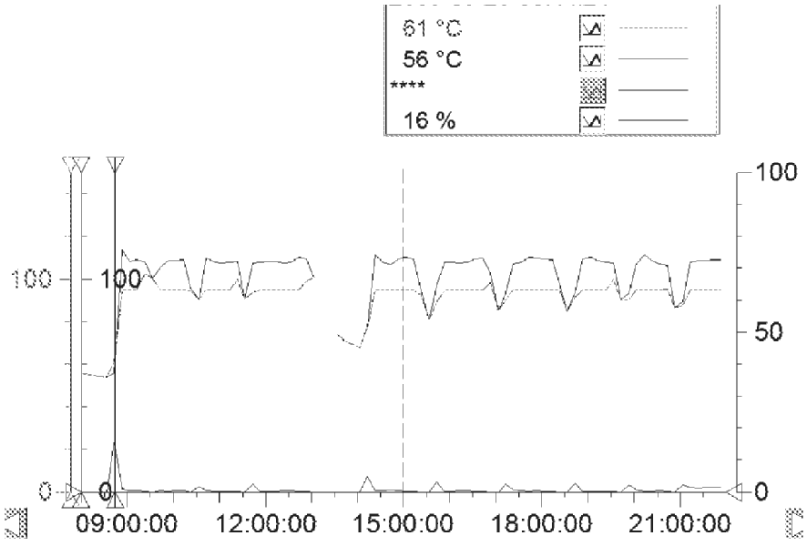


Fig. 5

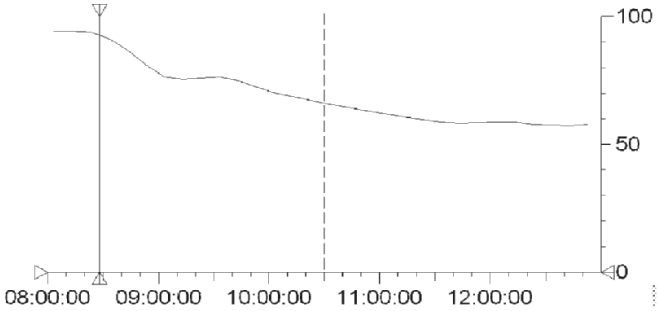


Fig. 6a

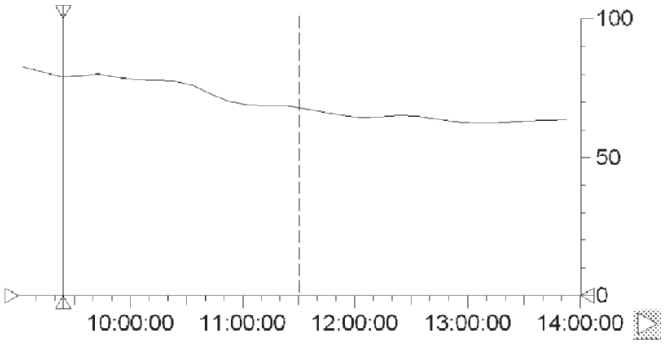


Fig. 6b

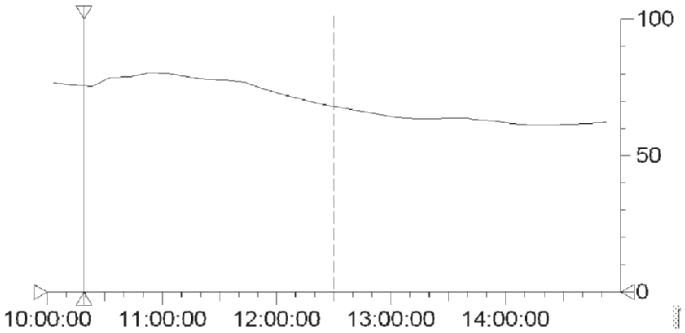


Fig. 6c

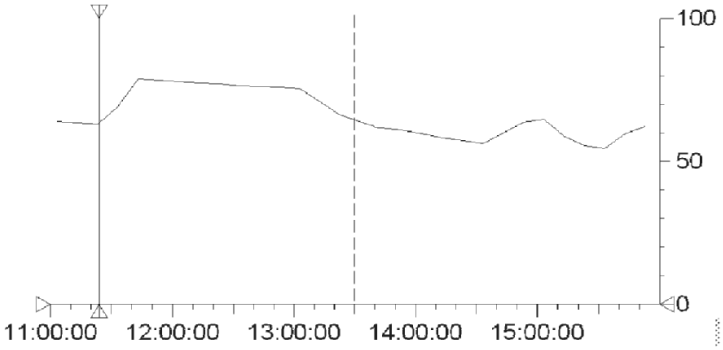


Fig. 6d

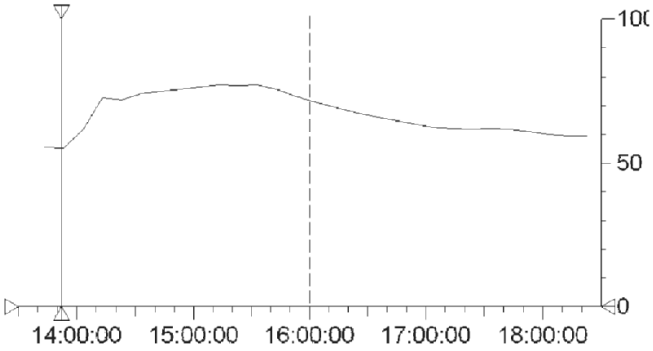


Fig. 6e

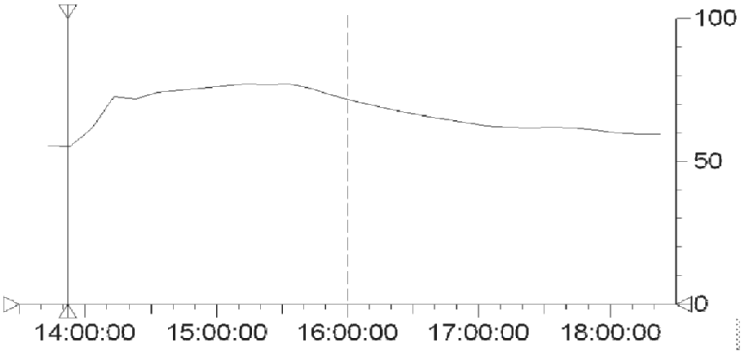


Fig. 6f

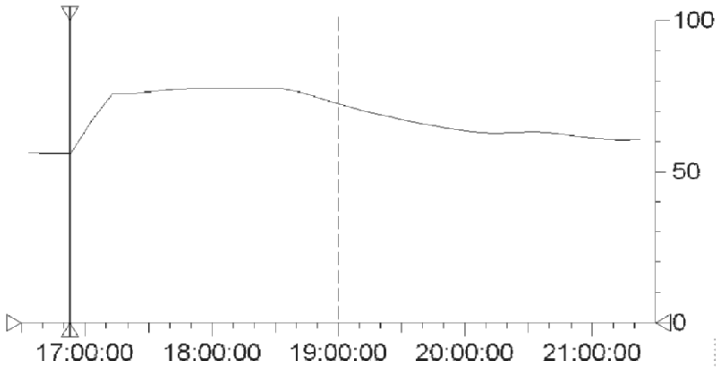


Fig. 6g

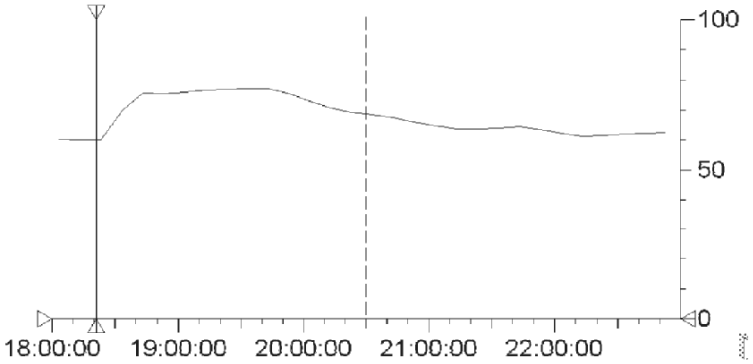


Fig. 6h

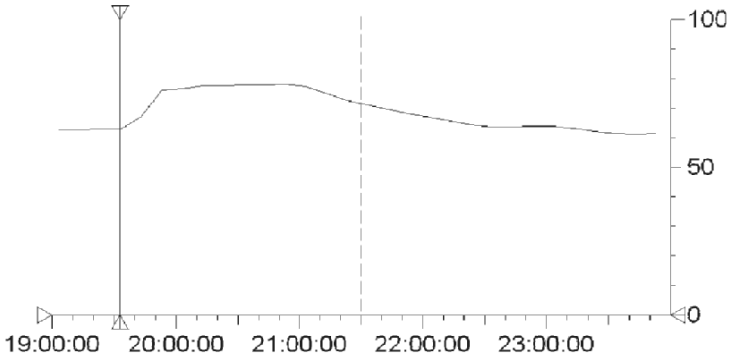


Fig. 6i

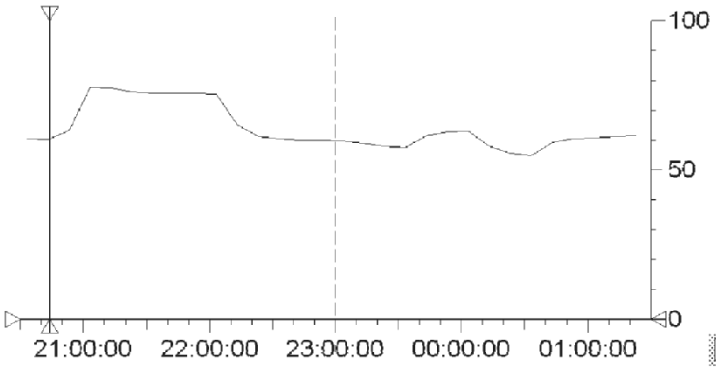


Fig. 6j

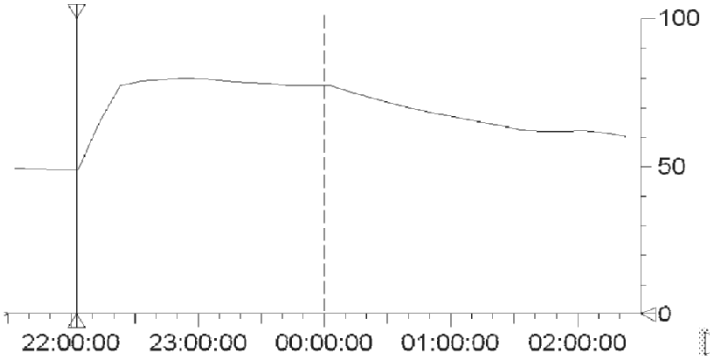


Fig. 6k

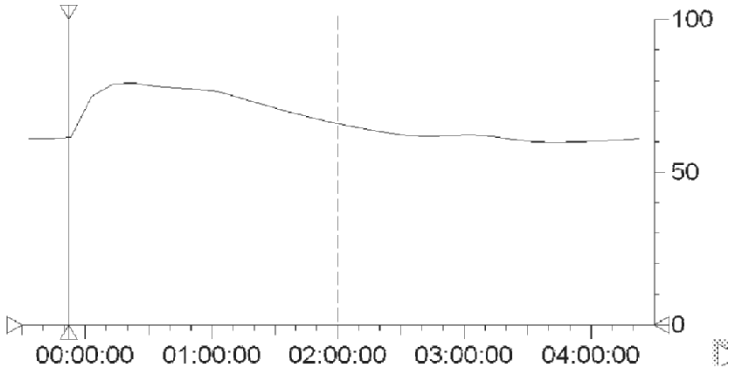


Fig. 6l

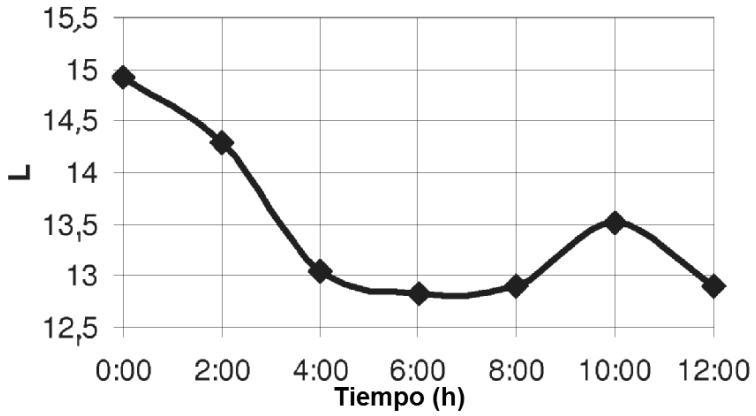


Fig. 7a

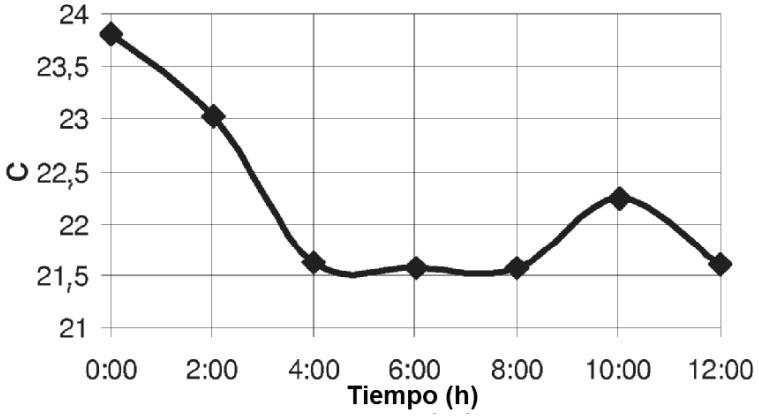


Fig. 7b

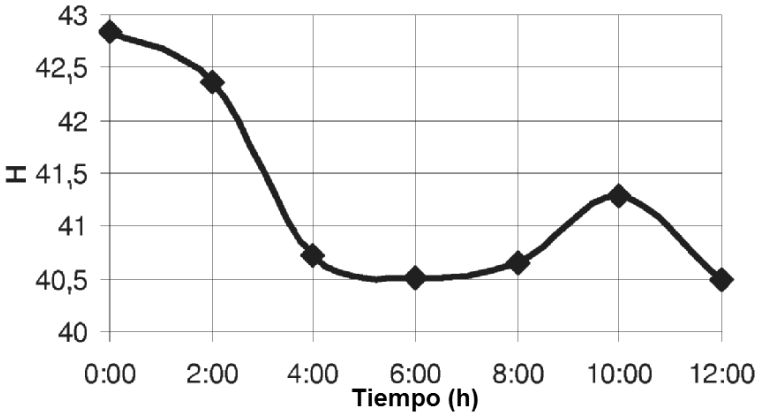


Fig. 7c

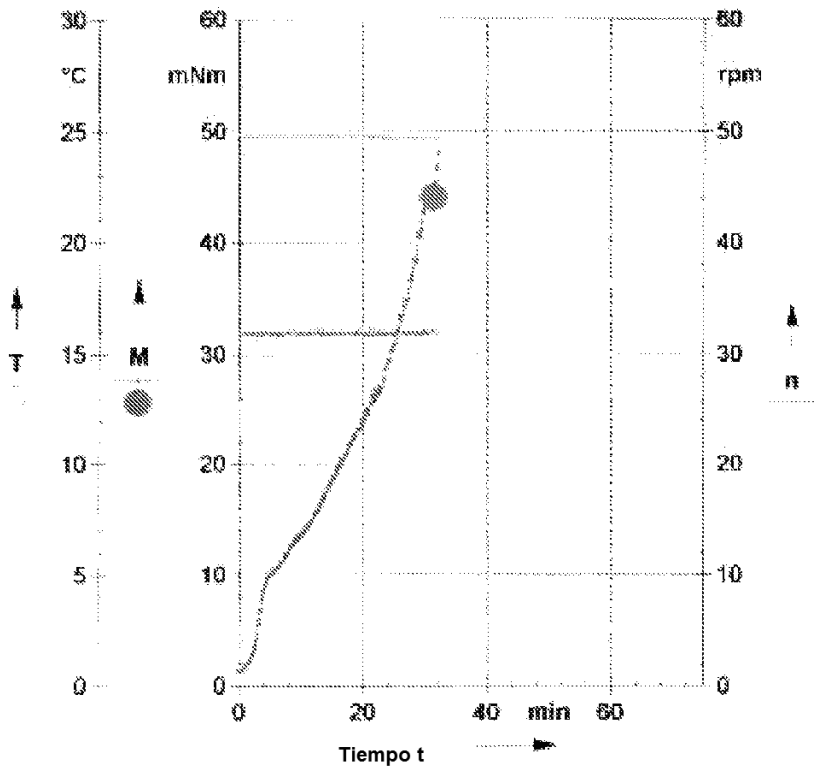

30
°C
25
20
15
10
5
0
T
60
mNm
50
40
30
20
10
0
M
60
rpm
50
40
30
20
10
0
n
0
20
40
min
60
Tiempo t

Fig. 8

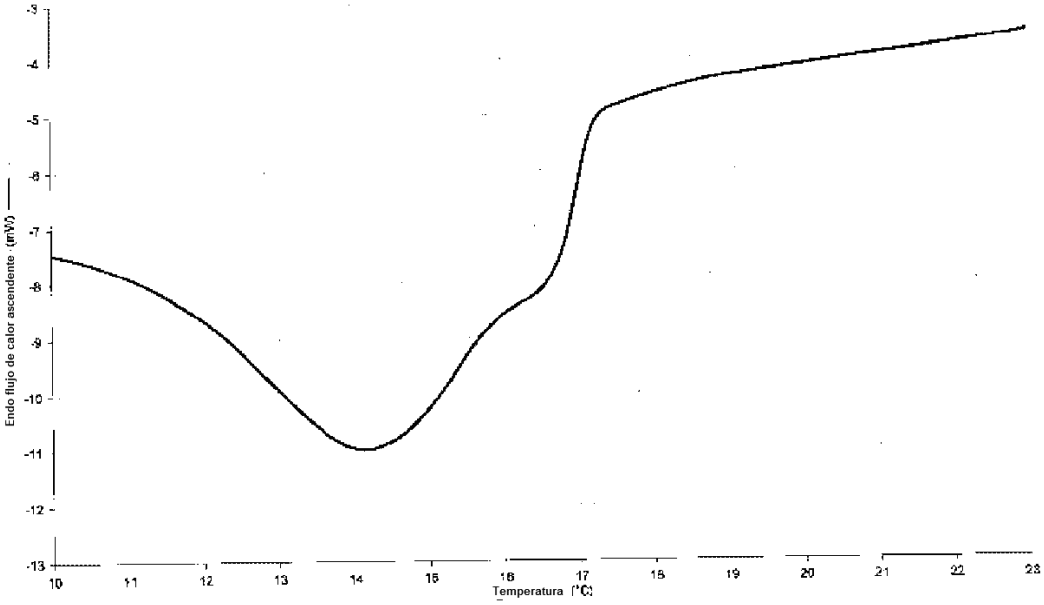

Endo flujo de calor ascendente (mW)
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
Temperatura (°C)

Fig. 9

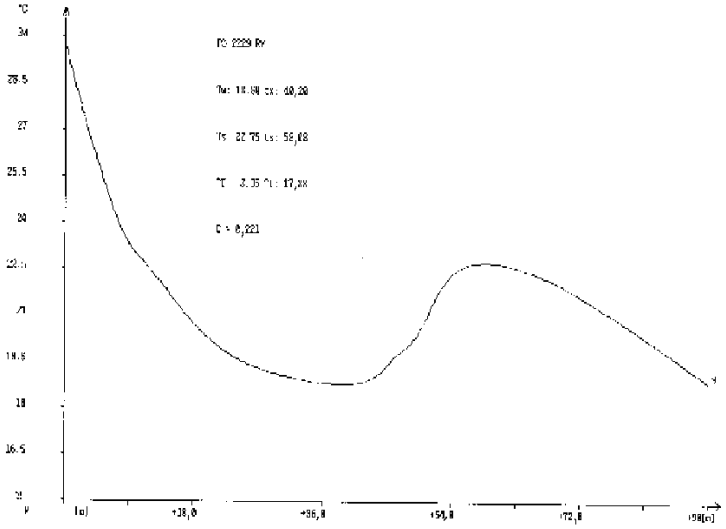


Fig. 10

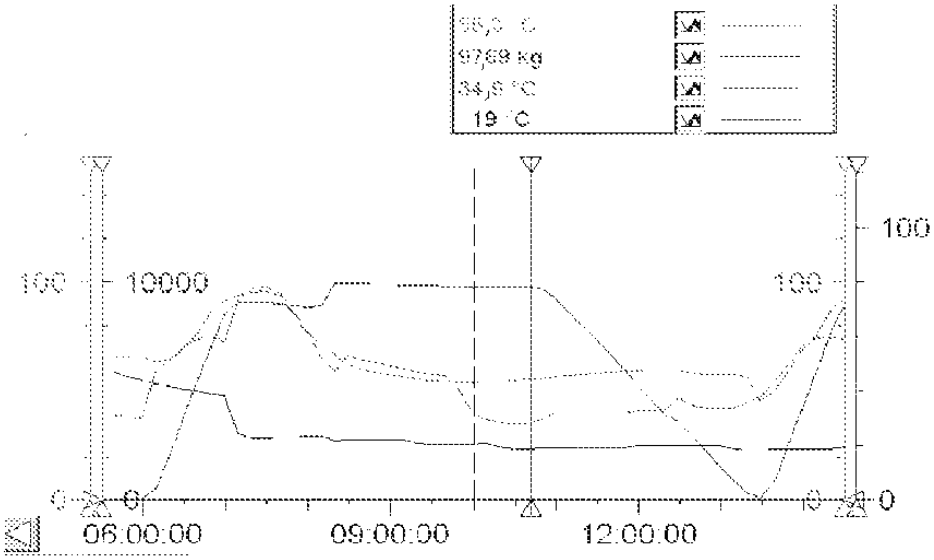


Fig. 11a

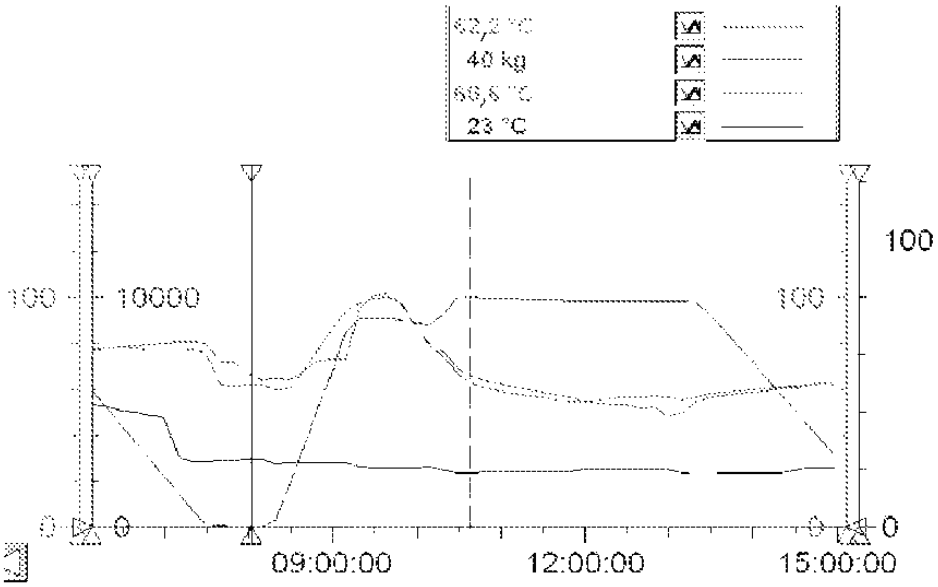


Fig. 11b

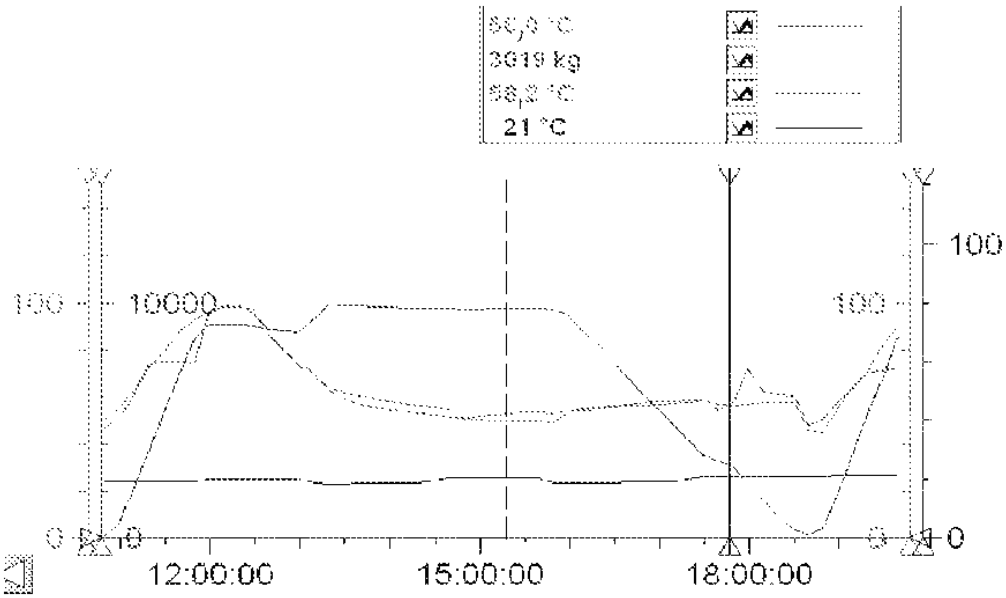


Fig. 11c

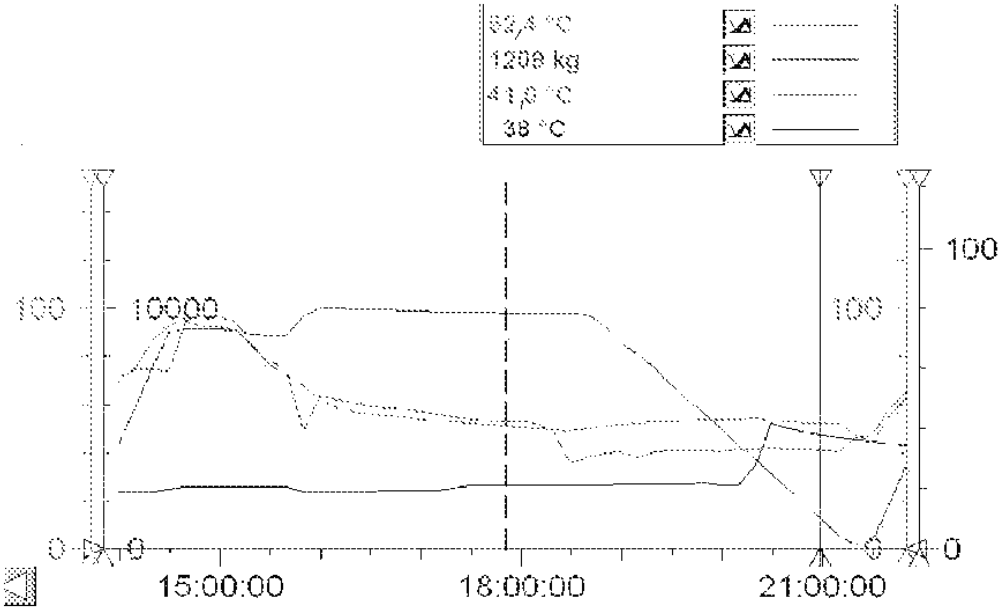


Fig. 11d

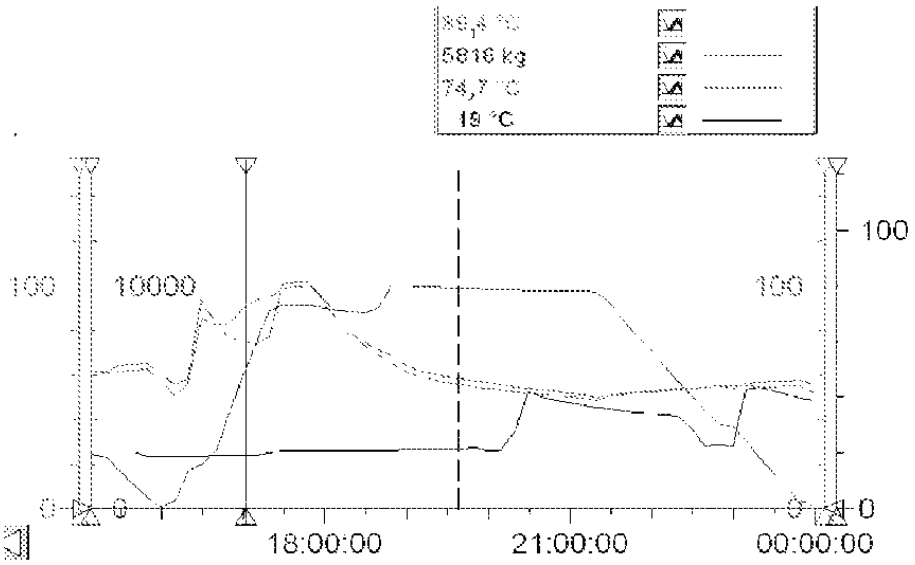


Fig. 11e

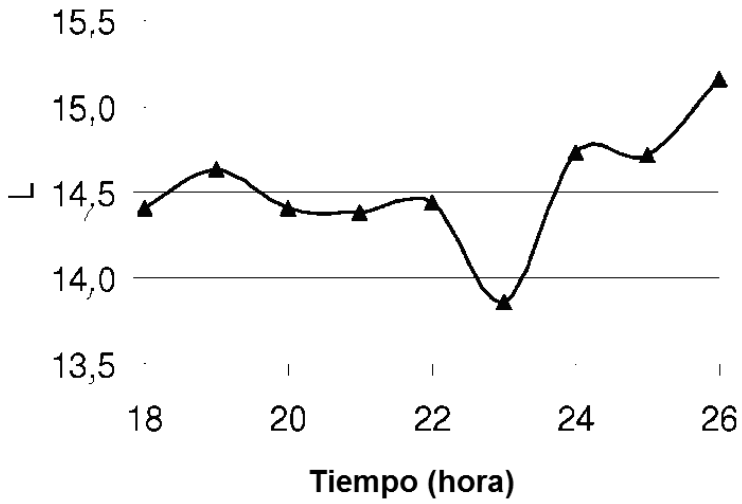


Fig. 12a

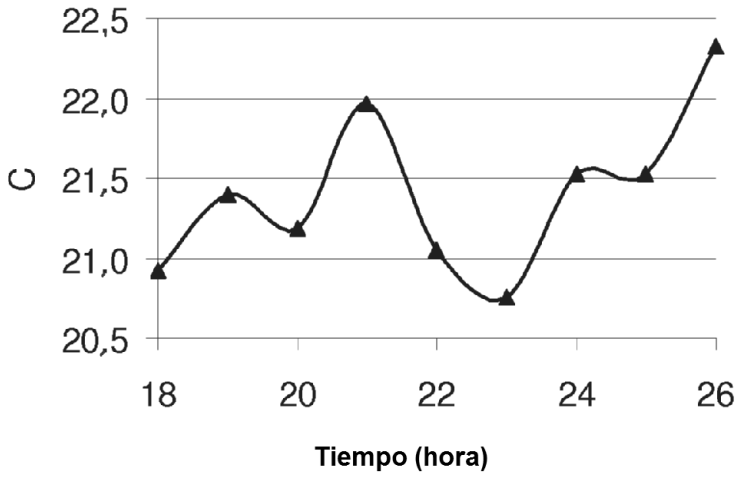


Fig. 12b

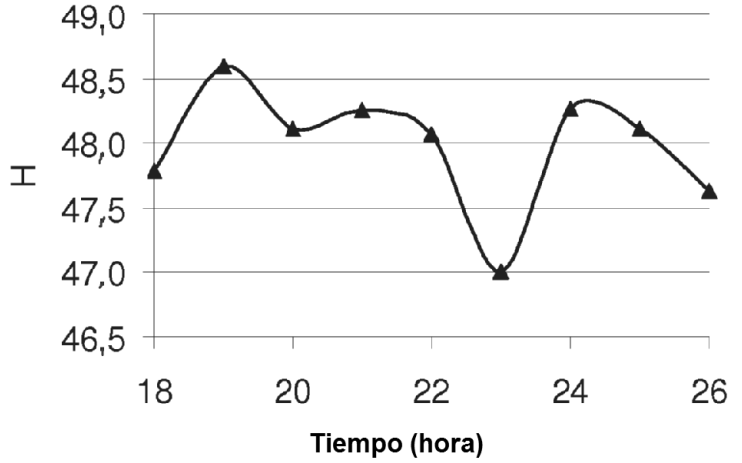


Fig. 12c

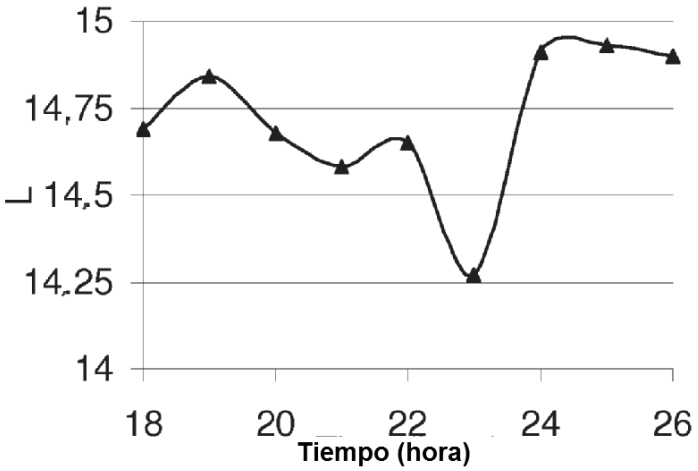


Fig. 13a

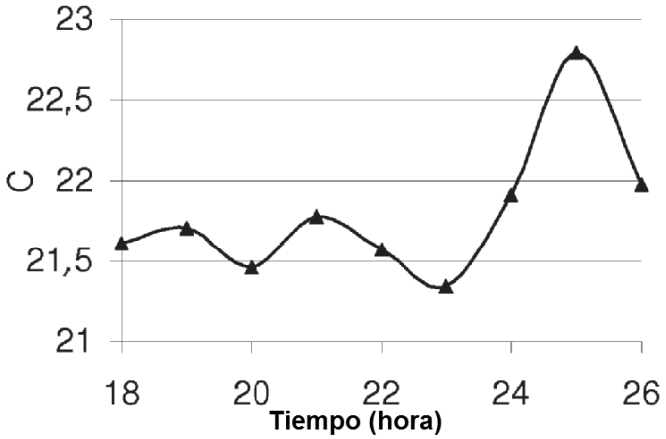


Fig. 13b

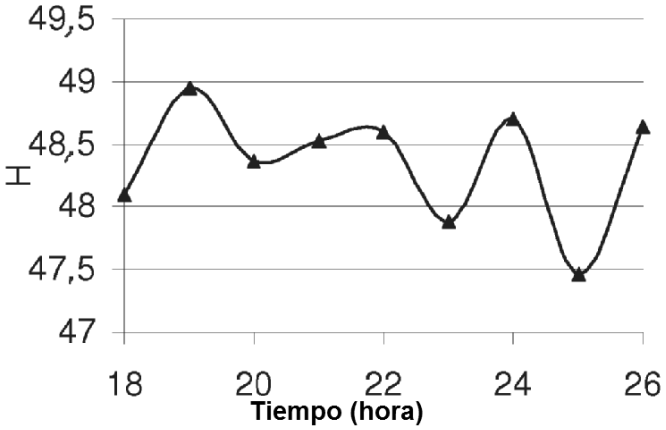


Fig. 13c

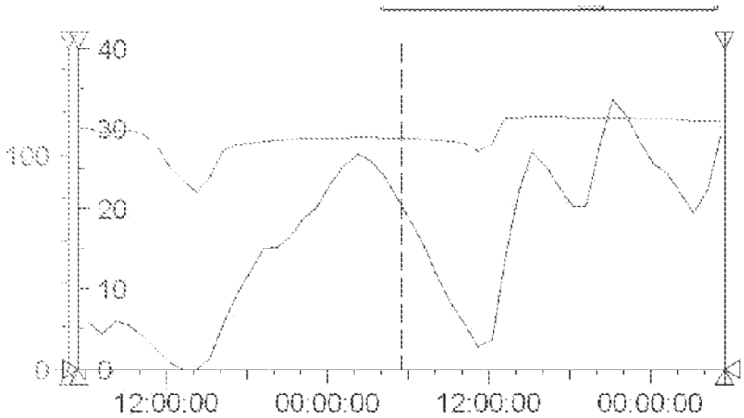


Fig. 14a

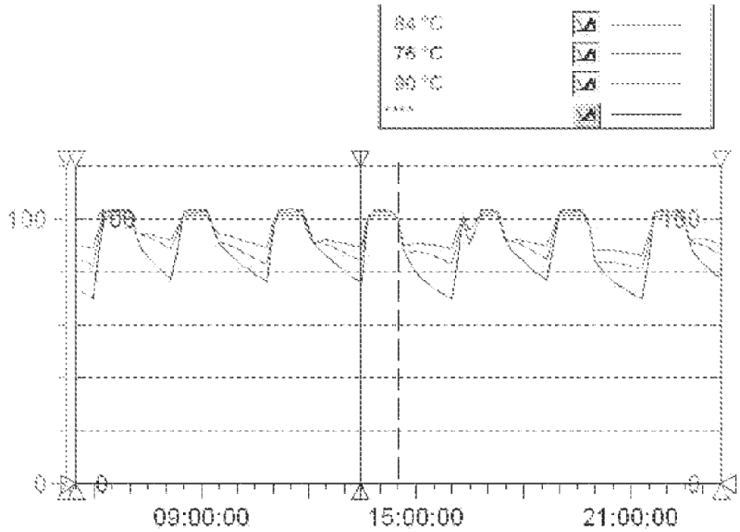


Fig. 14b

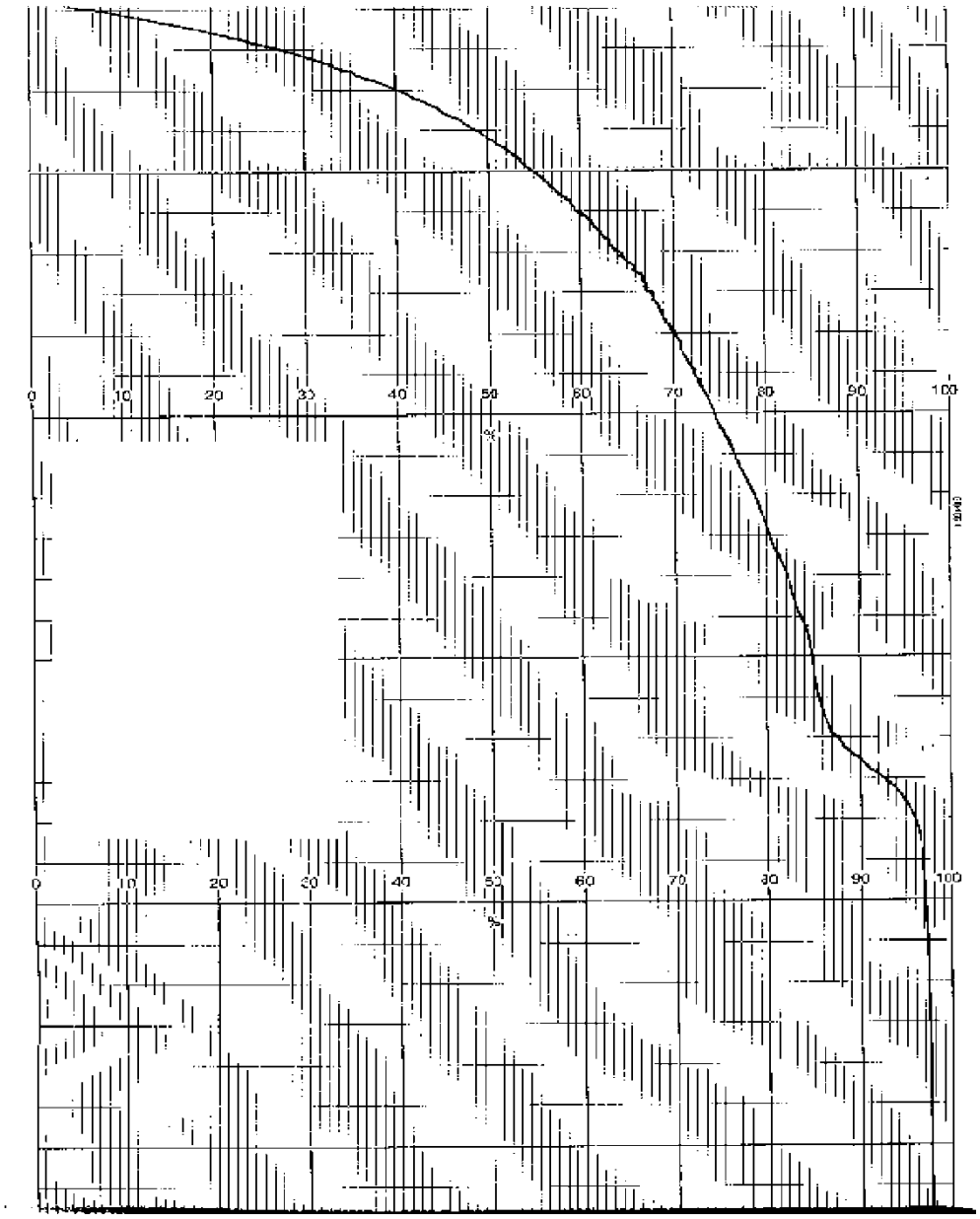


Fig. 15

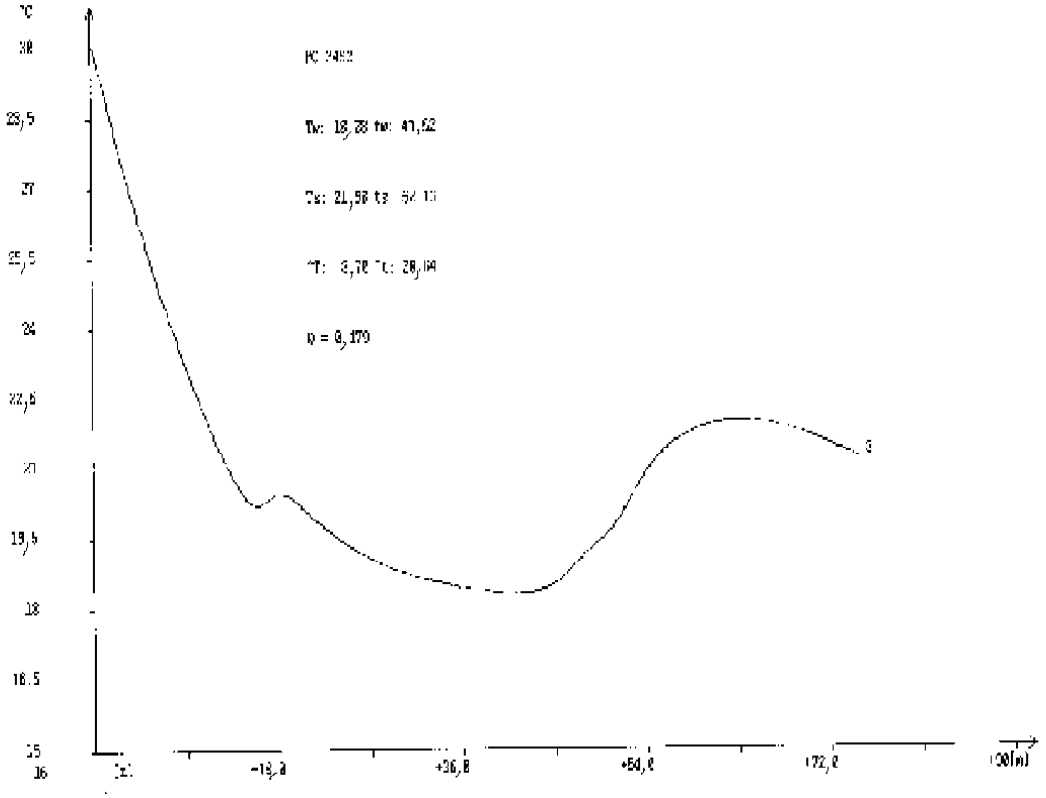


Fig. 16

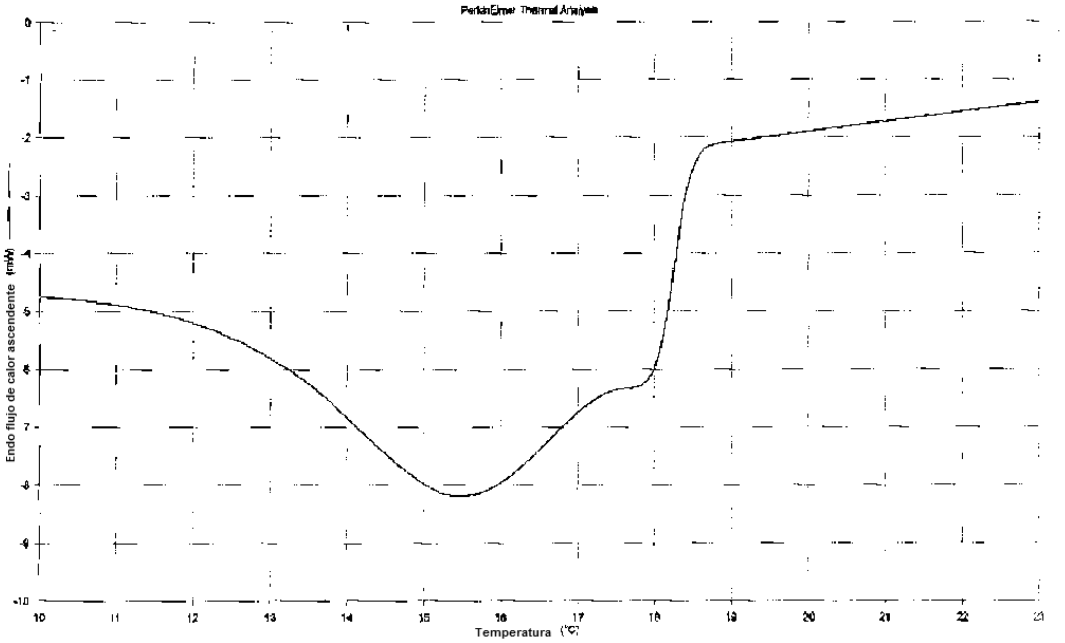


Fig. 17

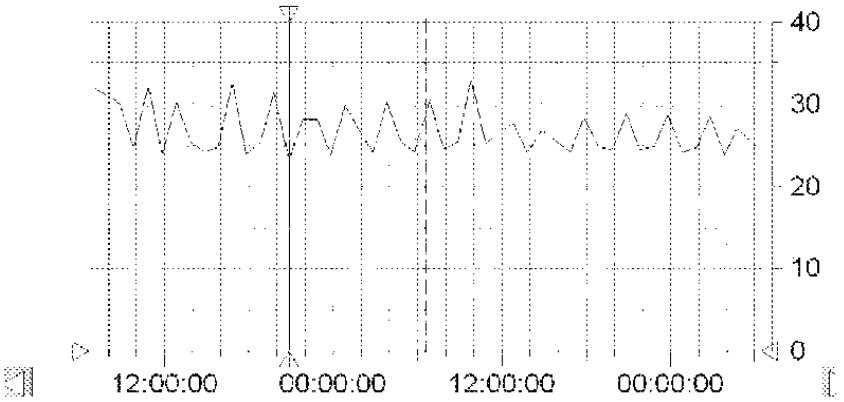


Fig. 18a

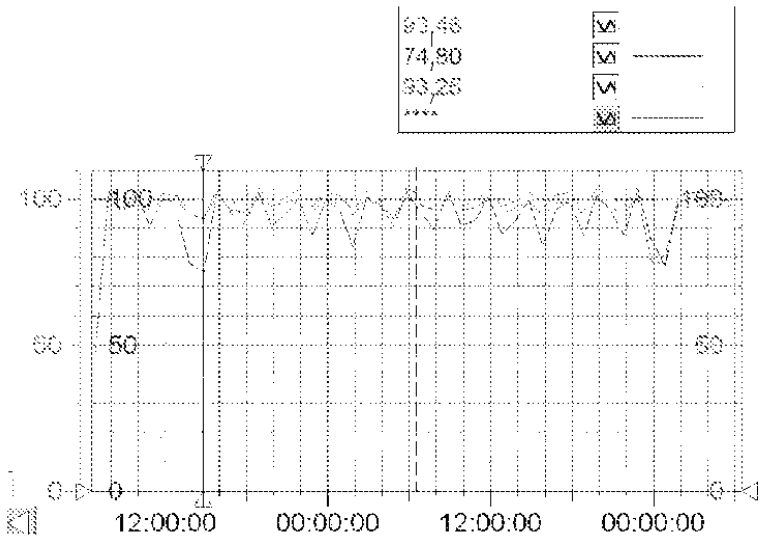


Fig. 18b

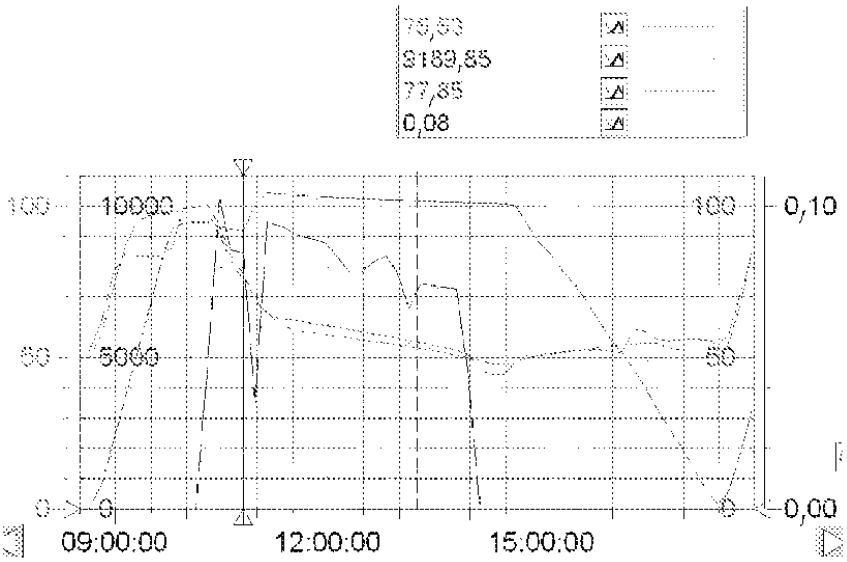


Fig. 19a

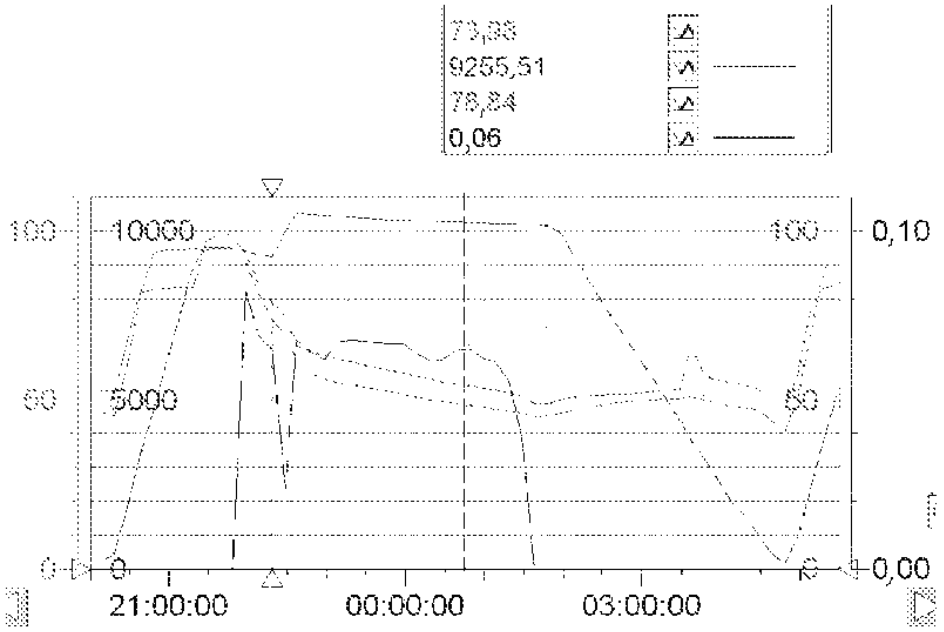


Fig. 19b

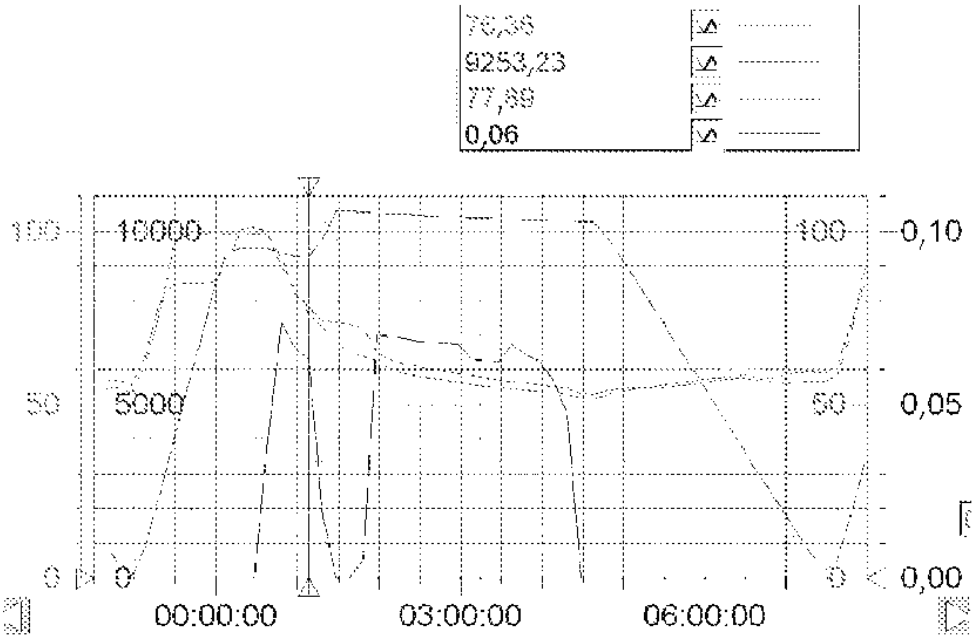


Fig. 19c

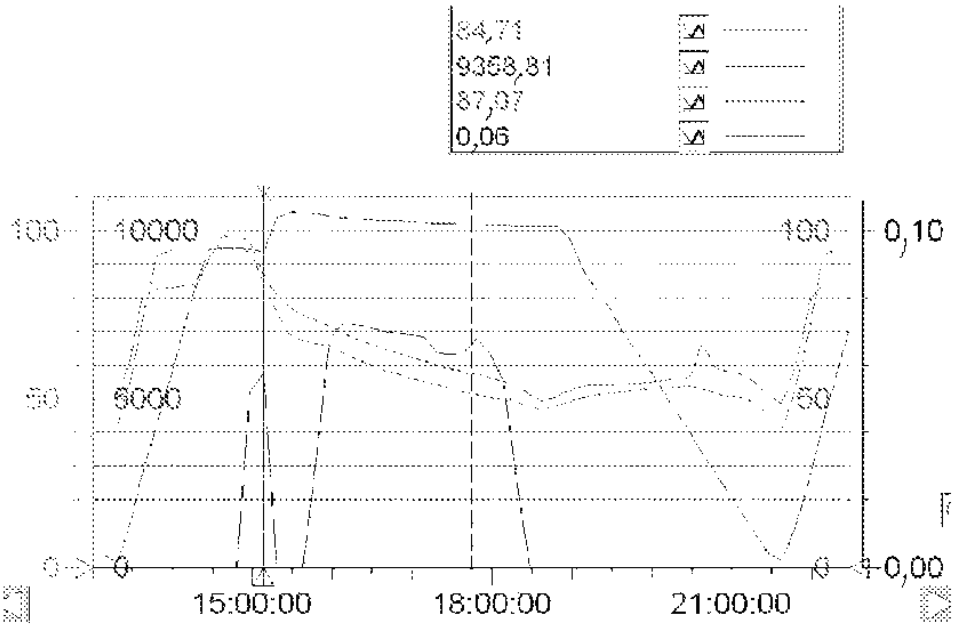


Fig. 19d

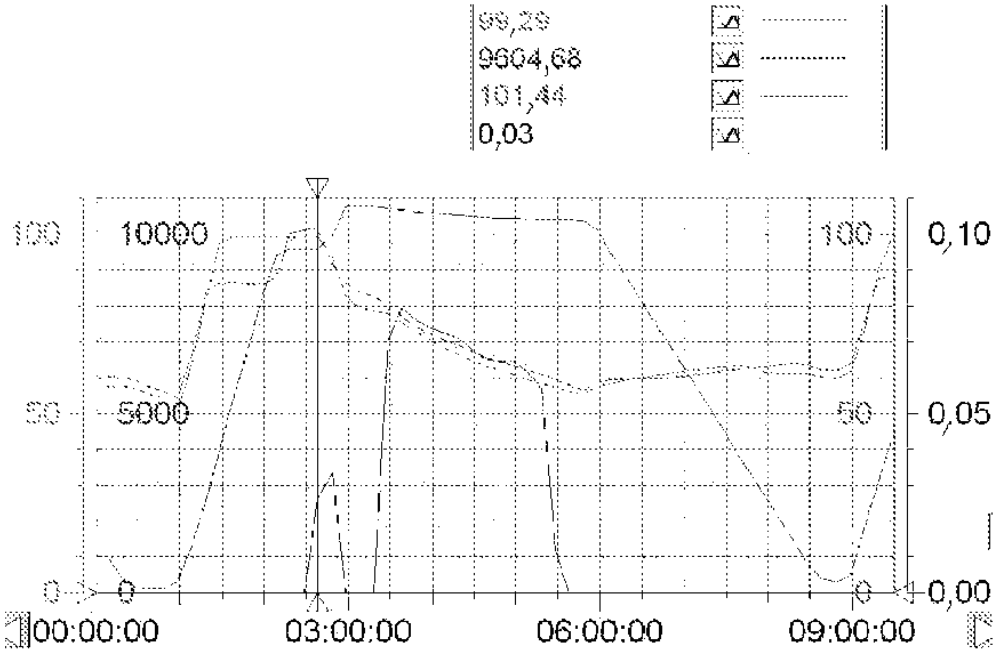


Fig. 19e

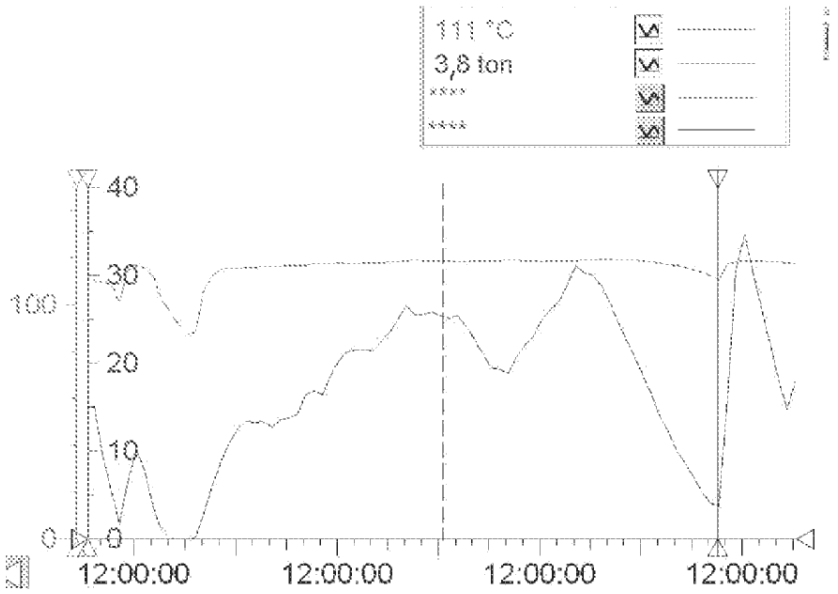


Fig. 20

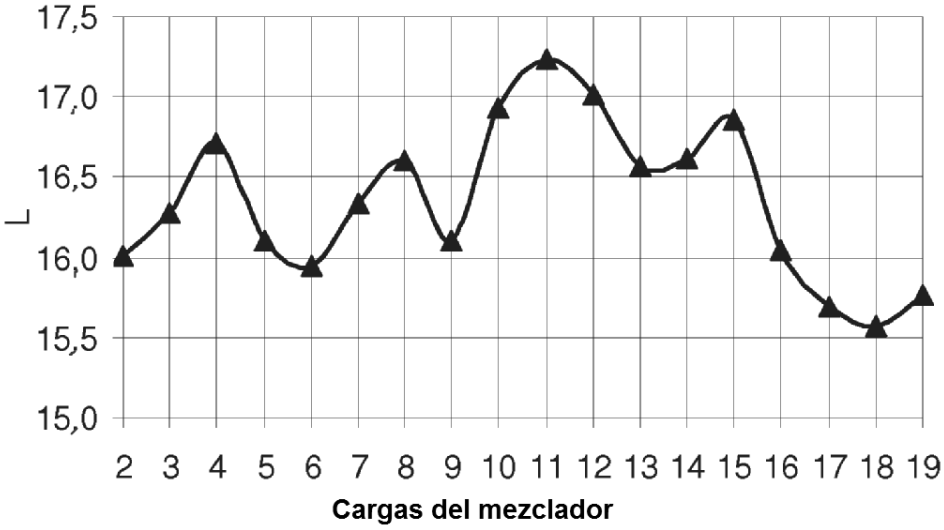


Fig. 21a

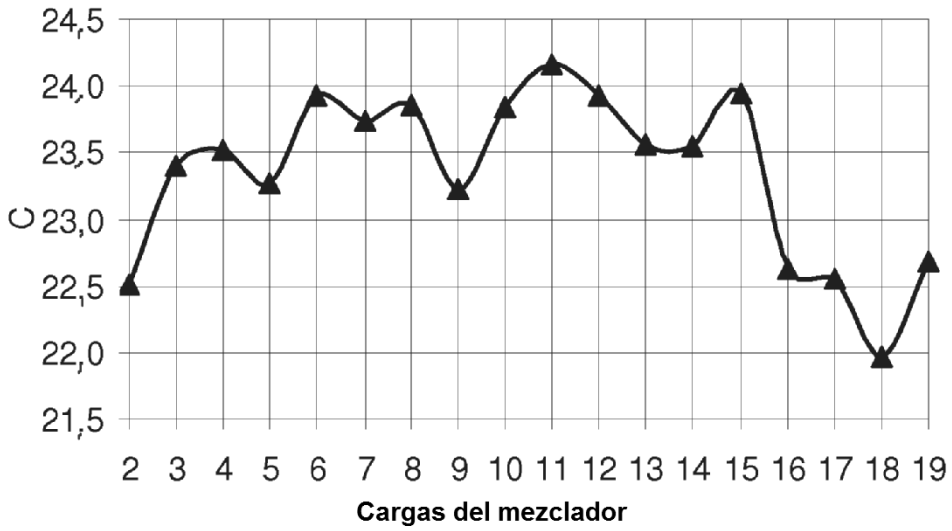


Fig. 21b

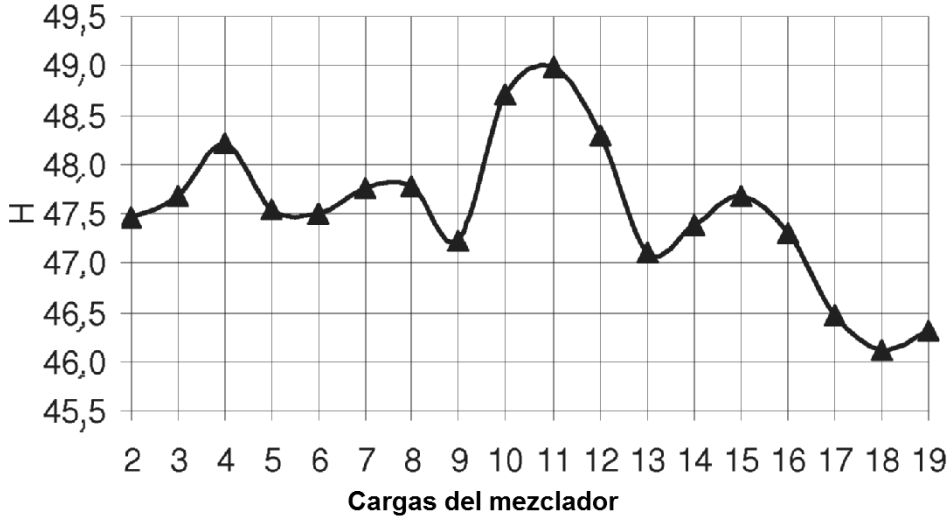


Fig. 21c

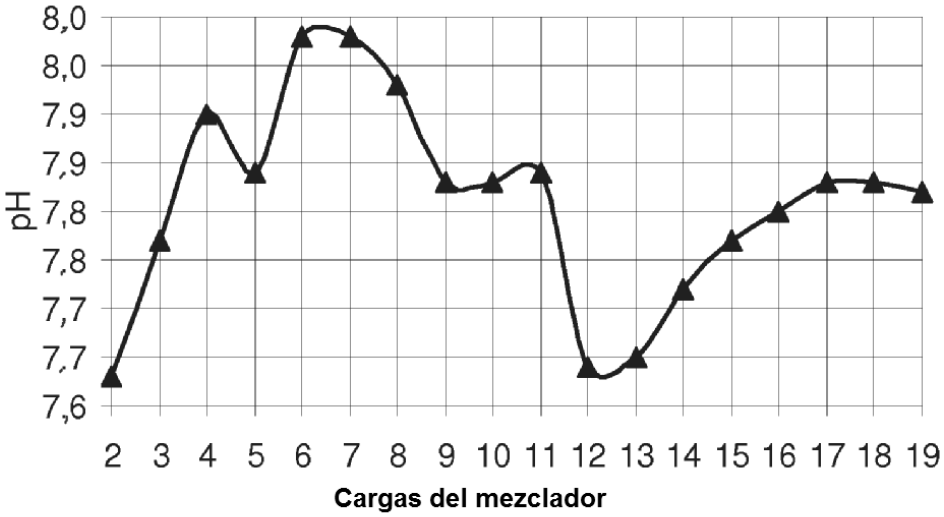


Fig. 21d

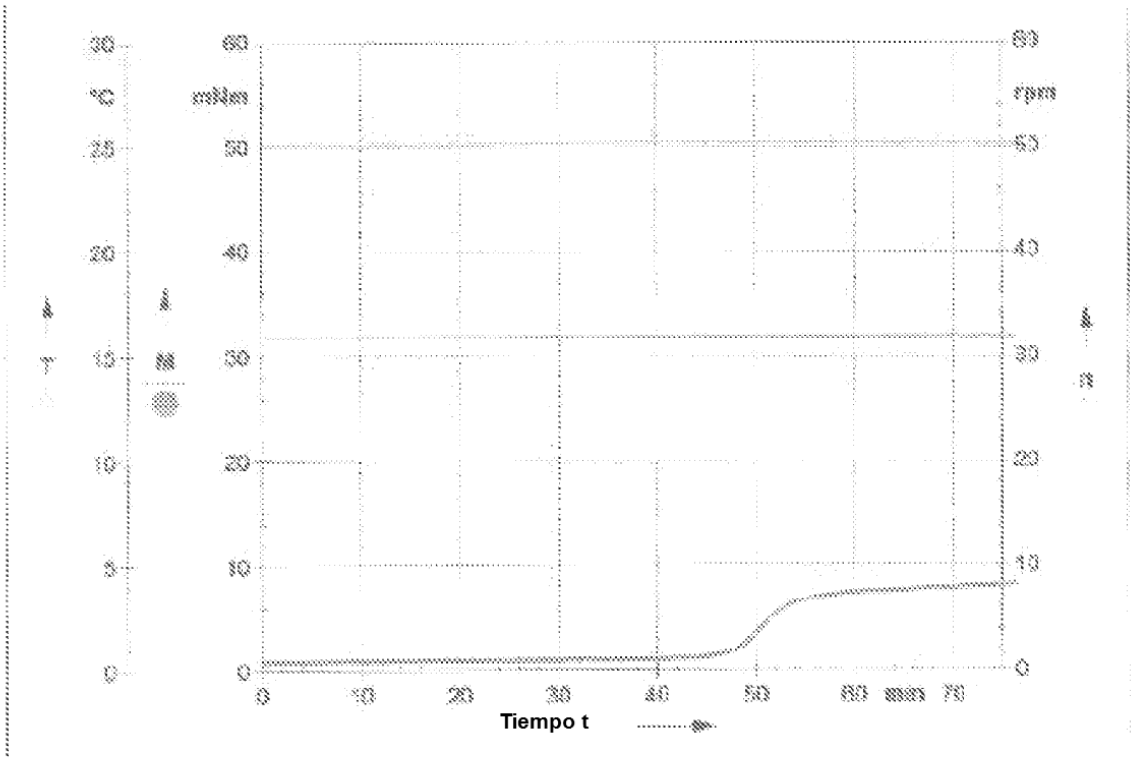


Fig. 22

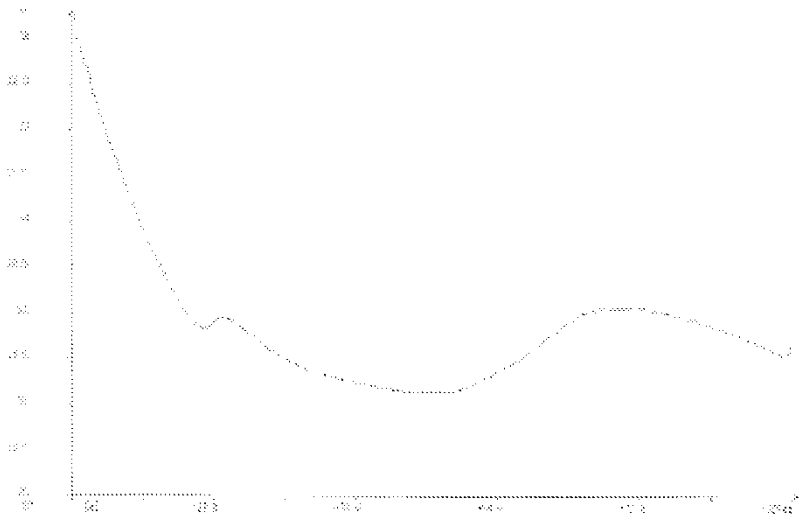


Fig. 23

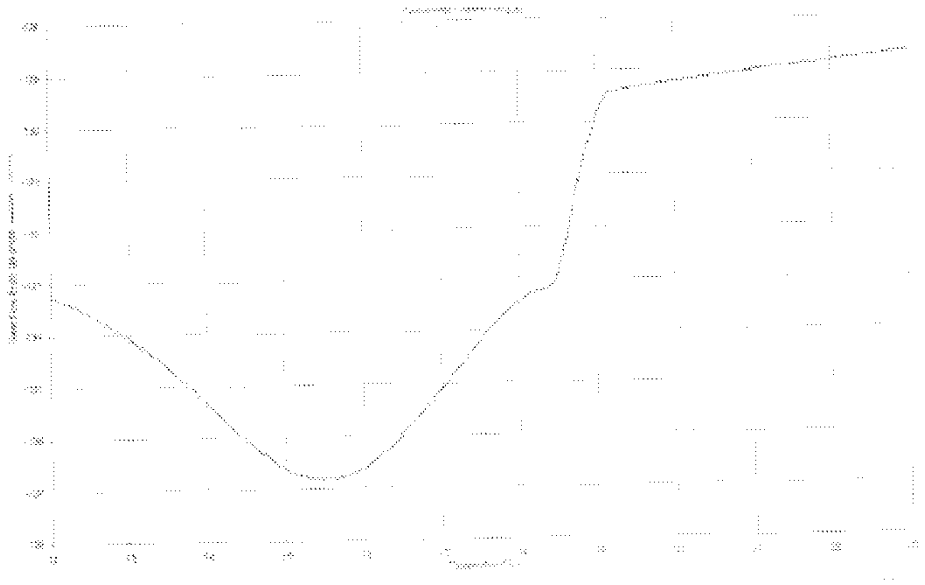


Fig. 24