

PRODUCTOS HORNEADOS QUE CONTIENEN ALMIDÓN DE MANDIOCA

CEROSO PREGELATINIZADO

En la presente descripción se describen
5 productos horneados con propiedades mejoradas que
contienen almidón de mandioca ceroso pregelatinizado, y
métodos para elaborar tales productos horneados.

La técnica indica que el período de caducidad y
la estabilidad de congelamiento/descongelamiento de los
10 productos horneados pueden mejorarse añadiendo un almidón
químicamente modificado, tal como, p. ej., un almidón
reticulado y/o almidón eterificado. Tales almidones
químicamente modificados mejoran el período de caducidad y
la estabilidad de congelamiento/descongelamiento según se
15 mide mediante la reducción en una firmeza mayor del
producto horneado a lo largo del tiempo. Sin embargo, los
consumidores perciben que los almidones químicamente
modificados no son saludables. Por lo tanto, existe una
necesidad en la técnica de almidones que los consumidores
20 perciban como más saludables que puedan reemplazar a los
almidones químicamente modificados en los productos
horneados y similarmente prevenir el endurecimiento del
producto horneado a lo largo del tiempo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Figura 1 compara la firmeza después de 1 semana de almacenamiento y 10 semanas de almacenamiento a temperatura ambiente de una modalidad ilustrativa de una galleta elaborada con almidón de mandioca ceroso pregelatinizado con galletas elaboradas con un almidón de mandioca ceroso químicamente modificado y pregelatinizado, un almidón de maíz ceroso pregelatinizado, y un almidón de maíz ceroso químicamente modificado y pregelatinizado.

La Figura 2 compara la firmeza de miga medida después del descongelamiento, después de 1 día de almacenamiento y 1 semana de almacenamiento a -18 °C de una modalidad ilustrativa de un pan descongelado libre de gluten elaborado con almidón de mandioca ceroso pregelatinizado con un pan descongelado libre de gluten elaborado con un almidón de mandioca no ceroso pregelatinizado y un almidón de mandioca ceroso químicamente modificado y pregelatinizado.

Un aspecto se dirige a un método para elaborar un producto horneado que comprende mezclar un almidón de mandioca ceroso pregelatinizado con un segundo ingrediente de panadería convencional para formar una mezcla, y hornear la mezcla para formar el producto horneado. Otro aspecto se dirige a un método para elaborar un producto horneado que comprende mezclar un

almidón de mandioca ceroso pregelatinizado y una harina no modificada con un segundo ingrediente de panadería convencional para formar una mezcla, y hornear la mezcla para formar el producto horneado. Aun otro aspecto se dirige a un método para elaborar un producto horneado que comprende mezclar un almidón de mandioca ceroso pregelatinizado y una harina y/o segundo almidón con un segundo ingrediente de panadería convencional para formar una mezcla, y hornear la mezcla para formar el producto horneado. En uno o más métodos descritos en la presente descripción, el almidón de mandioca ceroso pregelatinizado se añade en una cantidad suficiente para actuar como un agente antienviejecimiento. Aun otro aspecto está dirigido a uno o más métodos en los que el almidón de mandioca ceroso pregelatinizado aumenta la humedad, la estabilidad de congelamiento/descongelamiento, y/o el período de caducidad de un producto horneado elaborado con dicho almidón de mandioca ceroso pregelatinizado en comparación con un producto horneado que no está elaborado con un almidón de mandioca ceroso pregelatinizado. Aun otro aspecto se dirige a un método en el que un producto horneado elaborado con un almidón de mandioca ceroso pregelatinizado es menos firme después de 10 semanas de almacenamiento a temperatura ambiente (por ejemplo entre 20° y 25 °C) en comparación con un producto horneado que

no está elaborado con un almidón de mandioca ceroso. Aun otro aspecto se dirige a un método en el que un producto horneado elaborado con un almidón de mandioca ceroso pregelatinizado es igual de firme o menos firme después
5 de 10 semanas de almacenamiento a temperatura ambiente (por ejemplo entre 20° y 25 °C) en comparación con un producto horneado elaborado con un almidón de mandioca ceroso modificado y pregelatinizado. Aun un aspecto adicional se dirige a uno o más métodos para elaborar un
10 producto horneado con almidón de mandioca ceroso pregelatinizado en el que la firmeza del producto horneado aumenta por menos de 100 %, menos de 200 %, o menos de 300 % después de 10 semanas de almacenamiento a temperatura ambiente (por ejemplo entre 20 ° y 25 °C), o
15 en donde el aumento de la firmeza se determina comparando la firmeza del producto horneado después de 1 semana de almacenamiento con la firmeza del producto horneado después de 10 semanas de almacenamiento. Aun otro aspecto adicional se dirige a uno o más métodos para elaborar un
20 producto horneado con almidón de mandioca ceroso pregelatinizado, en donde dicho método produce un producto horneado que es menos firme después de congelarse y descongelarse que un producto horneado que no está elaborado con un almidón de mandioca ceroso
25 pregelatinizado, en donde la firmeza del producto horneado se mide después de 7 días de almacenamiento a -

18 °C. Aun todavía otro aspecto se dirige a uno o más métodos para elaborar un producto horneado con almidón de mandioca ceroso pregelatinizado, en donde dicho método produce un producto horneado que es igual de firme o
5 menos firme después de congelarse y descongelarse que un producto horneado elaborado con un almidón de mandioca ceroso modificado y pregelatinizado, en donde la firmeza del producto horneado se mide después de 7 días de almacenamiento a -18 °C. Una modalidad adicional se
10 dirige a un producto horneado que se congela y se descongela para proporcionar un producto horneado descongelado, y en donde el producto horneado descongelado tiene un aumento de la firmeza durante el almacenamiento a -18 °C por 7 días de menos de 100 %, 90 %, 80 %, o 70 %, o cuando se compara la firmeza del
15 producto horneado descongelado después de 1 día de almacenamiento a -18 °C con la firmeza del producto horneado descongelado después de 7 días de almacenamiento a -18 °C.

20 Otro aspecto se dirige a un método para usar almidón de mandioca ceroso pregelatinizado para elaborar un producto horneado libre de gluten o que contiene gluten. Aun otro aspecto se dirige a un método para usar almidón de mandioca ceroso pregelatinizado para elaborar
25 un producto horneado seleccionado de una galleta, una galleta libre de gluten, un pan, un pan libre de gluten,

una torta amarilla, y una torta amarilla libre de gluten. Otro aspecto se dirige a un método para elaborar un producto horneado con almidón de mandioca ceroso pregelatinizado en donde el almidón de mandioca ceroso pregelatinizado se pregelatiniza mediante secado en tambor. Otro aspecto se dirige a un método para elaborar un producto horneado usando almidón de mandioca ceroso pregelatinizado en una cantidad de entre 0,1 % y 50 %, 1 % y 10 %, o 1 % y 5 %, en peso, del producto horneado. Otro aspecto se dirige a un método para elaborar un producto horneado a partir de una mezcla de almidón que comprende un almidón de mandioca ceroso pregelatinizado y un segundo almidón que no es un almidón de mandioca ceroso. Aun otro aspecto se dirige a un método para elaborar un producto horneado a partir de una mezcla de almidón que comprende un almidón de mandioca ceroso pregelatinizado y un segundo almidón, opcionalmente en donde el almidón de mandioca ceroso pregelatinizado se usa en una cantidad de entre 0,1 % y 10 % de la mezcla de almidón.

Dentro de esta especificación el almidón de mandioca ceroso (también llamado almidón de tapioca) es un almidón naturalmente bajo en amilosa. En modalidades el almidón de mandioca ceroso tiene menos de 10 % de amilosa en peso, o menos de 5 % de amilosa en peso, o menos de 3 % de amilosa en peso, o esencialmente 0 % de amilosa en peso.

Pregelatinización es un término que se conoce bien en la técnica. Sin reducir la comprensión total del término, en un aspecto, un almidón pregelatinizado es un almidón que se calienta suficientemente en presencia de suficiente agua para romper la estructura interna de un gránulo de almidón. En otro aspecto, esta ruptura puede medirse mediante la destrucción del patrón de difracción de cruces de Malta aparente cuando el almidón se observa bajo luz polarizada. Como se usa en esta especificación, un almidón pregelatinizado no se modifica de cualquier otra manera a menos que se indique específicamente. Adicionalmente, la referencia a un almidón modificado dentro de esta solicitud significa, por ejemplo, pero no se limita a la modificación química, enzimática, o física a un almidón base. Las modificaciones ilustrativas incluyen, pero no se limitan a, la conversión de almidón por oxidación, enzima, o ácido; estabilización y/o reticulación de almidón usando por ejemplo, óxido de propileno/oxicloruro de fósforo, anhídrido acético/anhídrido adípico, o STMP/STPP; tratamientos térmicos tales como inhibición térmica, o recocido térmico, o los llamados tratamientos de calor-humedad.

En una modalidad, el almidón de mandioca ceroso pregelatinizado puede pregelatinizarse usando cualquier medio no químico, que incluye, pero no se limita a, secado por aspersión, secado en tambor, y extrusión. A

continuación se describe un proceso ilustrativo para pregelatinizar almidón usando secado en tambor. Se alimenta una suspensión de almidón (30-40 % de sólidos p/p) sobre un rodillo aplicador de un tambor único calentado (un proceso de tambor único). La suspensión forma una película sobre el tambor, y la película se retira del tambor usando una cuchilla. La película después se tritura a un tamaño de partícula deseado. La cantidad de pregelatinización se ve afectada, por ejemplo, por el contenido de sólidos de la suspensión, la temperatura del tambor, la velocidad de rotación del tambor, y el tiempo de cocción. Comúnmente, el tambor se calienta a temperaturas entre 50° y 150 °C y gira a una velocidad de entre 15 y 30 rpm. El almidón se cocina por un período de entre 15 y 30 minutos.

En algunas modalidades, el almidón de mandioca ceroso pregelatinizado se usa como el único componente de almidón en uno o más productos horneados descritos en la presente descripción, donde la cantidad de almidón de mandioca ceroso pregelatinizado usado está entre 0,1 % y 50 %, entre 10 % y 40 %, o entre 20 % y 30 % del producto horneado (en peso).

Otro aspecto se dirige a una mezcla de almidón que comprende almidón de mandioca ceroso pregelatinizado. Aun otro aspecto se dirige a una mezcla de almidón que comprende entre 0,1 % y 50 %, 1 % y 25 %, 1 % y 10 %, 1 % y 5 %, o 2 % y 7,5 % en peso de almidón de mandioca ceroso

pregelatinizado. En algunas modalidades, una o más mezclas de almidón descritas en la presente descripción comprenden un almidón de mandioca ceroso pregelatinizado y al menos un otro almidón o harina, que puede ser no modificado, 5 pregelatinizado y/o modificado. En otra modalidad el al menos un otro componente de almidón o harina incluye pero no se limita a almidón de mandioca no ceroso (almidón de mandioca que tiene naturalmente más de aproximadamente 10 % de amilosa, y más típicamente que tiene naturalmente 10 entre 15 % y 25 % de amilosa en peso) así como otros almidones cerosos (menos de aproximadamente 10 % de contenido de amilosa) o almidones con alto contenido de amilosa (más de aproximadamente 40 % de amilosa), bases de almidón ilustrativas (ya sea que tengan alto, bajo, o un 15 contenido estándar de amilosa) que incluyen, pero no se limitan a trigo, arroz, papa, maíz, avena, sagú, arrurruz, guisantes, habas, lentejas, y otras legumbres. En algunas modalidades, la mezcla de almidón descrita en la presente descripción es libre de gluten. En otras modalidades, la 20 mezcla de almidón descrita en la presente descripción comprende además un almidón de mandioca no ceroso, una harina de arroz, y un almidón de papa. En aun otras modalidades, la mezcla de almidón descrita en la presente descripción comprende una harina de trigo.

25 En aun otra modalidad, uno o más productos horneados libres de gluten (por ejemplo, panes libres de

gluten) descritos en la presente descripción se elaboran a partir de una mezcla de almidón que comprende un componente de almidón y/o harina no modificado y un almidón de mandioca ceroso pregelatinizado. En otra 5 modalidad, el componente de almidón y/o harina no modificado comprende una pluralidad de componentes de almidón y/o harina no modificados. En otra modalidad, el componente de almidón y/o harina no modificado comprende un almidón de mandioca no modificado (no ceroso), una 10 harina de arroz no modificada y un almidón de papa no modificado. En otra modalidad, el almidón de mandioca no modificado, la harina de arroz no modificada, y el almidón de papa no modificado se mezclan en una relación de aproximadamente 1:1:1. En otra modalidad cualquiera de 15 los tres componentes puede constituir entre 20 % y 40 % del componente de almidón y/o harina no modificado.

Otra modalidad se dirige a un producto horneado que comprende un almidón de mandioca ceroso pregelatinizado. Una modalidad adicional se dirige a un 20 producto horneado que comprende entre 1 % y 10 % o 1 % y 5 % en peso de almidón de mandioca ceroso pregelatinizado. Aun otra modalidad se dirige a un producto horneado que comprende un almidón de mandioca ceroso pregelatinizado y un segundo ingrediente de panadería convencional. Una 25 modalidad adicional se dirige a un producto horneado que comprende entre 1 % y 10 % o 1 % y 5 % en peso de almidón

de mandioca ceroso pregelatinizado y un segundo ingrediente de panadería convencional. Aun en otra modalidad, uno o más productos horneados descritos en la presente descripción contienen almidón de mandioca ceroso
5 pregelatinizado que se pregelatiniza por secado en tambor.

Aun otra modalidad se dirige a un producto horneado que comprende una mezcla de almidón que comprende un almidón de mandioca ceroso pregelatinizado. En modalidades adicionales aun, el producto horneado es
10 un producto horneado libre de gluten o que contiene gluten. En una modalidad adicional aun, uno o más productos horneados descritos en la presente descripción son un pan libre de gluten que comprende, además, una mezcla de almidón y/o harina que comprende un almidón, en
15 donde dicho almidón es no modificado y no es un almidón de mandioca ceroso. En algunas modalidades, el uno o más productos horneados descritos en la presente descripción se seleccionan de pan, masa de pizza, galletas, tortas, brownies, cortezas de pastel, y capacillos. En algunas
20 modalidades, el producto horneado es una galleta.

En otras modalidades, el segundo ingrediente de panadería convencional se selecciona de un edulcorante (que incluye, pero no se limita a, p. ej., sacarosa, jarabe de maíz, rebaudiósido, y alulosa); sal; un agente leudante (p.
25 ej. sosa de cocer o levadura en polvo); un agente saborizante; un hidrocoloide; un aceite o grasa alimentaria

u otra grasa; un huevo; agua; un fruto seco; un fruto; y un dulce (p. ej. chispas de chocolate). En algunas modalidades, el producto horneado es una torta amarilla. En una modalidad, la torta amarilla comprende un almidón de
5 mandioca ceroso pregelatinizado y un segundo ingrediente de panadería convencional seleccionado de un edulcorante (que incluye, pero no se limita a, p. ej., sacarosa, jarabe de maíz, rebaudiósido, y alulosa); sal; un agente leudante (p. ej. sosa de cocer o levadura en polvo); un agente
10 saborizante; un hidrocoloide; un aceite o grasa alimentaria u otra grasa; un huevo; y agua u otro líquido (p. ej., jugo, leche, y aceite). En otra modalidad, el producto horneado es un pan libre de gluten. En otra modalidad, el pan libre de gluten comprende un almidón de mandioca ceroso
15 pregelatinizado y un segundo ingrediente de panadería convencional seleccionado de un edulcorante (que incluye, pero no se limita a, p. ej., sacarosa, jarabe de maíz, rebaudiósido, y alulosa); sal; levadura u otro agente leudante; un agente saborizante; un hidrocoloide; un aceite
20 o grasa alimentaria u otra grasa; un huevo; y agua.

Otra modalidad se dirige a un producto horneado que comprende almidón de mandioca ceroso pregelatinizado, en donde dicho producto horneado tiene una estabilidad de congelamiento/descongelamiento que es mejor que la
25 estabilidad de congelamiento/descongelamiento de un producto horneado elaborado con un almidón que no es un

almidón de mandioca ceroso. Aun otra modalidad se dirige a un pan libre de gluten que comprende almidón de mandioca ceroso pregelatinizado, en donde dicho pan libre de gluten tiene una estabilidad de congelamiento/descongelamiento igual de buena o mejor que la estabilidad de congelamiento/descongelamiento de un pan libre de gluten que comprende un almidón de mandioca ceroso pregelatinizado y modificado. En otras modalidades, un producto horneado o pan libre de gluten descrito en la presente descripción que se almacena por 7 días a -18 °C tiene una firmeza de miga de entre 300 g y 500 g (gramo-fuerza), 350 g y 450 g (gramo-fuerza), o 375 g y 425 g (gramo-fuerza) después de descongelarse a una temperatura de entre 20 ° y 25 °C. En otra modalidad, un producto horneado o pan libre de gluten descrito en la presente descripción que se almacena por 1 día a -18 °C tiene una firmeza de miga de entre 100 g y 300 g (gramo-fuerza), 150 g y 250 g (gramo-fuerza), o 125 g y 225 g (gramo-fuerza) después de descongelarse a una temperatura de entre 20 ° y 25 °C. En otra modalidad, el aumento de porcentaje de la firmeza de miga durante el almacenamiento de 7 días a -18 °C de un producto horneado o un pan libre de gluten descrito en la presente descripción es menos de 100 %, menos de 90 %, menos de 80 %, entre 70 % y 90 %, o entre 70 % y 80 %, en donde los productos horneados o barras de pan comparativos se almacenan por 1 día y 7 días a -18 °C y la firmeza de miga se mide después

de que los productos horneados o barras de pan se descongelan a una temperatura de entre 20° y 25 °C.

Otra modalidad se dirige a un producto horneado que comprende un almidón de mandioca ceroso
5 pregelatinizado, en donde dicho producto horneado tiene un período de caducidad que es mejor que el período de caducidad de un producto horneado (libre de gluten o no libre de gluten) que comprende un almidón de mandioca no ceroso pregelatinizado (ya sea o no químicamente
10 modificado). Aun otra modalidad se dirige a un producto horneado (libre de gluten o no libre de gluten) que comprende un almidón de mandioca ceroso pregelatinizado, en donde dicho producto horneado tiene un período de caducidad igual de bueno o mejor que el período de
15 caducidad de un producto horneado que comprende almidón de mandioca ceroso pregelatinizado y químicamente modificado. Aun otra modalidad se dirige a una galleta o torta que comprende un almidón de mandioca ceroso pregelatinizado, en donde dicha galleta o torta tiene un período de
20 caducidad igual de bueno o mejor que el período de caducidad de una galleta o torta que comprende almidón de mandioca ceroso pregelatinizado y químicamente modificado. En otra modalidad, el período de caducidad se evalúa midiendo la firmeza del producto horneado en el tiempo. En
25 algunas modalidades, uno o más productos horneados o galletas descritos en la presente descripción tienen una

firmeza entre 250 g y 1500 g (gramo-fuerza), 500 g y 1000 g (gramo-fuerza), o 500 g y 900 g (gramo-fuerza) después de almacenarse por 1 semana a temperaturas ambiente o temperaturas entre 20° y 25 °C. En otra
5 modalidad, uno o más productos horneados o galletas descritos en la presente descripción tienen una firmeza de entre 1500 g y 3000 g (gramo-fuerza), 2000 g y 2500 g (gramo-fuerza), o 2100 g y 2400 g (gramo-fuerza) después de almacenarse por 10 semanas a temperaturas ambiente o
10 temperaturas entre 20 ° y 25 °C. En una modalidad adicional aun, el aumento de porcentaje de la firmeza de uno o más productos horneados o galletas descritos en la presente descripción después de 10 semanas de almacenamiento es menos de 400 %, menos de 300 %, menos de
15 200 %, o entre 100 % y 400 % y todos los intervalos entre medio, en donde los productos horneados o galletas comparativos se almacenan por 1 semana o 10 semanas a temperaturas ambiente o temperaturas entre 20° y 25 °C, y en donde dicha firmeza se mide a entre 20 ° y 25 °C.

20 En una modalidad adicional aun, la firmeza descrita en la presente descripción se mide con un analizador de textura TA.XT que usa una sonda que se avanza a una velocidad de 4 mm/s por una distancia de 15 mm, a una fuerza aplicada de 20 g (g_f). En una
25 modalidad adicional aun, la firmeza se mide al menos 10 veces y se promedia para proporcionar la firmeza.

La invención se describe, además, como referencia a los siguientes ejemplos, que se proporcionan con fines ilustrativos y no son limitantes de ninguna manera. Una persona con experiencia en la técnica
5 entenderá que pueden hacerse variaciones a los Ejemplos que estarían dentro del alcance de las reivindicaciones.

Procedimiento

Las mediciones de firmeza se realizaron usando
10 un analizador de textura TA.XT que usa una sonda que se avanza a una velocidad de 4 mm/s por una distancia de 15 mm, a una fuerza aplicada de 20 g (g_f). Se tomaron diez mediciones por muestra.

Ejemplo 1

15

Galletas con chispas de chocolate

Las galletas con chips de chocolate se elaboraron usando la receta proporcionada en la Tabla 1.

Tabla 1: Receta de galletas	
Ingrediente	Porcentaje de uso (p/p)
Harina común	30 %
Almidón de la Tabla 2	2 %
Sosa de cocer	0,5 %
Sal	0,5 %
Mantequilla, sin sal	25 %
Azúcar marrón claro	15 %
Azúcar granulada	15 %
Huevos	11 %

Extracto de vainilla	1 %
TOTAL	100 %
Chispas de chocolate	N/A

Las galletas se elaboraron mezclando los ingredientes de la Tabla 1 entre sí y horneando a 375 °F por 8-10 minutos. Las galletas se enfriaron y se almacenaron a temperatura ambiente. La firmeza de galleta se midió después de almacenarse por 1 semana y 10 semanas.

Las galletas se prepararon usando los almidones enumerados en la Tabla 2.

Tabla 2: Almidones usados en Galletas	
Muestra	Modificación
1	Almidón de maíz ceroso modificado pregelatinizado.
2	Almidón de maíz ceroso modificado y secado en tambor - 8,8 % de PO y 0,018 % de POCl ₃
3	Almidón de mandioca ceroso pregelatinizado (secado en tambor, baja velocidad de tambor)
4	Almidón de mandioca ceroso pregelatinizado (secado en tambor, alta velocidad)
5	Almidón de mandioca ceroso modificado y pregelatinizado - 4 % de PO y 0,012 % de POCl ₃
6	Almidón de mandioca ceroso modificado y pregelatinizado - 8 % de PO y 0,015 % de POCl ₃
7	Almidón de mandioca ceroso modificado y pregelatinizado - 0,58 % de adipato mezclado
8	Almidón de mandioca ceroso modificado y pregelatinizado - 4 % de AA y 0,58 % de adipato mezclado
9	Almidón de mandioca no ceroso secado por aspersión reticulado

10

El período de caducidad de las galletas, según se mide mediante la fuerza de miga se informa en la Figura 1, que muestra que las galletas elaboradas usando almidón de mandioca ceroso pregelatinizado fueron más

blandas después de almacenarse por 10 semanas que las galletas elaboradas con cualquiera de los otros almidones de la Tabla 2. Notablemente, este efecto se observó independientemente de la cantidad de secado en tambor ya que las galletas elaboradas a partir de almidón de mandioca ceroso pregelatinizado sometidas a secado en tambor de baja velocidad y secado en tambor de alta velocidad exhibieron firmezas similares entre sí, y exhibieron firmezas mejoradas en comparación con los almidones de mandioca cerosos pregelatinizados y modificados. También es notable que las galletas elaboradas usando los almidones de mandioca cerosos pregelatinizados fueron menos firmes después de almacenarse por 10 semanas a temperatura ambiente que las galletas elaboradas con los almidones de mandioca cerosos pregelatinizados y modificados de la Tabla 2 aunque todas las galletas que usaron almidones de mandioca cerosos tuvieron una firmeza similar después de almacenarse por 1 semana a temperatura ambiente.

Ejemplo 2

Pan libre de gluten

El pan libre de gluten se elaboró usando la receta proporcionada en la Tabla 3.

Tabla 3: Receta de pan libre de gluten		
Ingredientes	Porcentaje de panadero (p/p)	Porcentaje verdadero (p/p)
Almidón de mandioca (no ceroso)	35	14,2
Harina de arroz	35	14,2
Almidón de papa	30	12,2
Almidón pregelatinizado de la Tabla 4	5,6	2,3
Polvo de clara de huevo	3,6	1,5
Sal	1,9	0,8
Goma xantana	1,9	0,8
Aceite de canola	12	4,9
Jarabe de maíz con alto contenido de fructosa	4,9	2
Agua	115	46,7
Levadura, instantánea	1,6	0,6
TOTAL		100

El pan libre de gluten se elaboró mezclando jarabe de maíz, agua (77 °F) y levadura (para activar la levadura). Los ingredientes secos se mezclaron y se añadió
5 mezcla de levadura. Todos los ingredientes se mezclaron para formar masa. La masa se probó por 60 a 80 minutos a 95 °F (85 % de humedad relativa). Después, la masa se horneó a entre 400° y 425 °F por 45 minutos para producir barras de pan que se dejaron enfriar. Las barras de pan
10 enfriadas se transfirieron a una bolsa de plástico y se congelaron y se almacenaron a -18 °C. Las barras de pan se descongelaron después de almacenarse por 24 horas y después de almacenarse por 1 semana y se midió la firmeza de miga.

Se elaboraron barras de pan libre de gluten
15 usando los almidones enumerados en la Tabla 4.

Tabla 4: Almidones usados en pan	
Muestra	Modificación
1	Almidón de mandioca ceroso pregelatinizado (baja velocidad de tambor)
2	Almidón de mandioca no ceroso pregelatinizado
3	Almidón de mandioca ceroso modificado pregelatinizado (4 % de PO, 0,012 % de POCl ₃ ,)
4	Almidón de mandioca ceroso modificado pregelatinizado (8 % de PO, 0,015 % de POCl ₃ , alta velocidad de tambor)
5	Almidón de mandioca ceroso modificado pregelatinizado (8 % de PO, 0,015 % de POCl ₃ , baja velocidad de tambor)
6	Almidón de mandioca ceroso modificado pregelatinizado (4 % de AA, 0,58 % de adipato mezclado, alta velocidad de tambor)
7	Almidón de mandioca ceroso modificado pregelatinizado (4 % de AA, 0,58 % de adipato mezclado, baja velocidad de tambor)

Los resultados se muestran en la Figura 2, que muestra que el pan descongelado elaborado con almidón de mandioca ceroso pregelatinizado tiene una miga más blanda y un menor aumento de porcentaje en la firmeza de miga en comparación con un pan elaborado con almidón de mandioca no ceroso pregelatinizado y almidón de mandioca ceroso pregelatinizado y químicamente modificado después de almacenar el pan por 1 día y 7 días a -18 °C.