



(12)

SOLICITUD de PATENTE

(43) Fecha de publicación: **07/09/2006** (51) Int. Cl.⁷: **G01N 33/02**
(22) Fecha de presentación: **29/09/2005**
(21) Número de solicitud: **PA05010460**

(71) Solicitante:
**CENTRO DE INVESTIGACION Y DE ESTUDIOS
AVANZADOS DEL I.P.N.
Av. Instituto Politécnico Nacional, Numero
2508 07360 Distrito Federal MX**

(72) Inventor(es):
**Antonio Rodriguez Chong
Av. Instituto Politécnico Nacional, Numero
2508 Distrito Federal 07360 MX**

(74) Representante:
**MARTHA FIGUEROA PEREZ
Av. Instituto Politécnico Nacional, Numero 2508,
Ofic.Subdireccion de Asuntos Juridicos, Edif.
Direccion -Administracion, 3Y Piso Distrito
Federal 07360 MX**

(54) Título: **EMPLEO DE MOCROONDAS Y ENERGIAS NO CONVENCIONALES EN LOS PROCESOS DE
NIXTAMALIZACION PARA LA PRODUCCION DE HARINA, MASA Y TORTILLA.**
(54) Title: **USE OF MICROWAVES AND NON-CONVENTIONAL ENERGY IN NIXTAMALIZATION PROCESSES FOR
PRODUCING FLOUR, MASA AND TORTILLAS.**

(57) **Resumen**

La presente invencion se refiere al desarrollo de nuevos procesos de nixtamalizacion que emplean energia de microondas, infrarrojo, ondas de baja frecuencia, ultrasonidos de alta intensidad para modificar barreras fisicas e incrementar rendimientos de masa y tortillas y mejorar la calidad y vida de anaquel de los productos.

(57) **Abstract**

The present invention refers to the development of a novel nixtamalization process using microwave energy, infrared, low frequency waves, and high intensity ultrasounds for modifying physical barriers and increasing the masa and tortilla yield, as well as improving the quality and shelf life thereof.

EMPLEO DE MICROONDAS Y ENERGÍAS NO CONVENCIONALES EN LOS PROCESOS DE NIXTAMALIZACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE HARINA, MASA Y TORTILLA

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere al desarrollo de nuevos procesos de nixtamalización que utilizan energía para modificar barreras físicas e incrementar los rendimientos de harina, masa y tortilla. Mas particularmente al uso de energías tales como micro-ondas, infra-rojo, ondas de baja frecuencia, ultrasonidos de alta intensidad, que permiten incrementar los rendimientos de harinas, masa y tortilla y mejora la calidad y vida de anaquel de los productos

Antecedentes

15 La historia de la tortilla se remonta al origen de las raíces indígenas del pueblo mexicano y las etapas básicas para la preparación de tortillas han permanecido inalteradas desde esas épocas. Prácticamente, el proceso tradicional usado por los primeros pobladores de Mesoamérica continúa siendo utilizado.

20 La tortilla es el alimento más importante de México (considerada la principal fuente de proteínas y calorías para grupos sociales de bajo nivel socioeconómico), de algunos países de América Central y actualmente en amplia expansión en los Estados Unidos de Norteamérica. La tortilla se emplea como producto básico para la elaboración de innumerables alimentos tradicionales como son botanas, totopos, tacos, tostadas, enchiladas, burritos y nachos, solo por mencionar algunos. En

25 México, bajo diversas formas de consumo, la tortilla forma parte de la dieta de todos los estratos sociales con un consumo anual "per cápita" de 120 Kg y en zonas rurales provee aproximadamente el 70% del total de calorías ingeridas, constituyendo la principal fuente de energía.

30 Para la obtención de tortillas se utiliza el método tradicional de nixtamalización , el cual consiste de un cocimiento alcalino en presencia de cal de 1 a 2 % en peso del

grano de maíz integral en agua (relación agua:maíz, 3:1) a temperatura de ebullición durante 30 a 40 minutos. Después de esta etapa el maíz cocido se deja reposar por un período de 12 a 18 horas. El maíz cocido y reposado es denominado nixtamal y el líquido de cocimiento rico en sólidos es denominado nejayote. El nixtamal después de lavado es molido con la adición de pequeños volúmenes de agua; la masa obtenida es moldeada para formar tortillas que posteriormente son cocidas por ambos lados en un comal de barro, superficie metálica o de cerámica a temperaturas de 180 a 210°C durante aproximadamente 2 minutos.

Se han realizado diversas investigaciones (Bressani, et al 1958; Vaqueiro, C. 1986) con la finalidad de hacer más eficiente el proceso tradicional de nixtamalización. Estas han considerado básicamente aspectos de relación agua: maíz, concentración de cal, temperatura y tiempo de cocimiento, reposo del grano cocido y molienda, en algunos casos uso de alta presión de vapor (Sterner, et al., 1984; Malvido et al., 1995; Martínez-Bustos et al 2002), sin modificar las características básicas tradicionales del proceso de nixtamalización.

Otras investigaciones para la obtención de masa involucran la separación fraccionada de las partes del grano como el pericarpio o cascarilla, germen y endospermo las cuales son hidratadas y cocidas separadamente y reintegradas a la mezcla para molerlas para producir la masa o harinas instantáneas (Martínez-Montes et al 2001; Delrue y Burianek 2000). La masa puede ser deshidratada y molida para producir harinas instantáneas. También se han patentado procesos ecológicos de nixtamalización seca para la obtención directa de masa fresca sin producción de efluentes contaminantes de nejayote y de buena calidad (Figuroa et al 2002; Figuroa et al., 2003).

Con respecto a la obtención de harinas de masa deshidratadas, se han publicado diversos trabajos reportando procesos para la elaboración de harinas instantáneas para tortillas (Lloyd y Millares, 1952; Eytinge, 1965; Wimmer, et al., 1968; Mendoza, 1975, Rubio 1985; Molina, et al., 1977) y botanas Irvin et al, (1991). Varias

compañías producen harinas de maíz deshidratadas (harinas de masa) las cuales una vez rehidratadas producen masa para tortillas y botanas.

5 La producción de harinas de masa precocida o instantánea es llevada a cabo usando diversos métodos, basados en el cocimiento alcalino tradicional. La masa seca y molida es cribada y reformulada en harinas, con un cuidadoso control de la distribución del tamaño de partícula para reunir los diferentes requerimientos del producto. Montemayor y Rubio (1983) describen procesos continuos y discontinuos (batch) de cocimiento de maíz para producir harinas instantáneas. En ambos
10 procesos, la cal es mezclada con partes iguales de maíz y agua en un transportador de rosca, adaptado a un inyector de vapor. El maíz es cocido a medida que es transportado, posteriormente lavado para remover parte del pericarpio y exceso de cal y finalmente deshidratado y molido para obtener harinas con la distribución de tamaño de partícula deseado. Las harinas generalmente requieren aditivos como
15 gomas o hidrocoloides para incrementar el rendimiento de productos y mejorar la calidad. También se ha patentado el uso de sustancias alcalinas solubles para incrementar el rendimiento de masa y tortillas (Rubio y González 1973).

Se han propuesto diversos métodos alternativos para producir harinas instantáneas.
20 Hebster (1993) patentó un proceso en el cual el grano remojado y perlado era cocido con radiación del infrarrojo cercano de micronización. Hart (1985) también reportó la producción de harina de masa seca mediante cocimiento por radiación infrarroja de micronización a partir de grano entero. Como se puede apreciar claramente, en estos métodos se acondiciona el grano entero de maíz a 30% de
25 humedad con una solución acuosa de agua-cal antes del tratamiento (micronización) de infrarrojo que sirve para gelatinizar el gránulo de almidón del maíz y posteriormente se hace la molienda. Lentz, et al., (1995) patentó un método de procesamiento utilizando radiación infrarroja con un rango de longitud de onda de 800 y 1,300 nanómetros para tener una penetración de 3.8 milímetros y permitir
30 la formación de la costra del pan, pizza y procesos donde se requiera un tostado final del alimento. Al igual que en las patentes de Hebster (1993) y Hart (1985) mencionadas en la patente de Lentz, et al., (1995) se puede apreciar claramente

por los expertos en el arte que la formulación de los ingredientes del alimento (masa) ya tienen cerca de 36% de agua en peso lo que permite la gelatinización de los gránulos de almidón y eventual tostado y esto es precisamente lo que se trata de evitar en nuestra invención.

5

En otros procesos se ha propuesto el uso de micro-ondas para elaborar hojuelas de cereales para desayunos (Schwab et al., 1994; Lin y Lin 1996), rosetas de maíz inflado (Kershman et al., 2000) y como método de calentamiento de tortilla (Akasaka 1998). Pero en ninguno de los casos se ha propuesto modificar el grano entero de maíz sin acondicionar con micro-ondas, infrarrojo, ondas de radio de baja frecuencia o ultrasonidos de alta intensidad para utilizarse posteriormente en algún de los procesos de nixtamalización tradicional o aquellos patentados, o modificar con micro-ondas, infrarrojo, ondas de radio de baja frecuencia o ultrasonidos de alta intensidad, las estructuras del grano molido ya sea en alguna etapa del proceso de nixtamalización con el objetivo de incrementar los rendimientos de harinas, masa y tortillas e incrementar la calidad y la vida de anaquel de los productos.

10
15

Como se puede apreciar claramente, ninguno de los métodos de nixtamalización mencionados sugieren el uso de energía de radio frecuencias u otro tipo de energía no-convencional como micro-ondas infra-rojo, ondas de baja frecuencia, ultrasonidos de alta intensidad para modificar las estructuras del grano de maíz crudo o algún tratamiento de grano molido en alguna etapa del proceso de nixtamalización fuera de el calentamiento con resistencias eléctricas o el calentamiento convencional con combustibles aplicado al grano entero acondicionado ya sea directamente o a través de aire previamente calentado el cual es pasado a través de la zona de calentamiento. En esas patentes mencionadas cualquier experto en el arte reconoce que el acondicionamiento con agua se requiere para gelatinizar el almidón. En nuestra invención el objetivo principal es destruir las estructuras o matrices principalmente de proteínas que confinan a los gránulos de almidón que limitan físicamente la absorción de agua durante la gelatinización del almidón en cualquiera de las etapas de los métodos patentados y

20
25

30

descritos anteriormente. También el objetivo es destruir otras estructuras tales como las de microorganismos para aumentar la vida de anaquel de los productos.

5 En las Patentes USA No. 5,567,459, 5,533,532, 5,593,713, 5,589,210 y la Patente mexicana No. 188,005 hemos explorado el uso de, radiación infrarroja, y ondas radio de bajas frecuencias para corregir las limitantes de falta de acoplamiento de la energía mencionadas en productos que presentan un contacto térmico directo como las masas y tortillas de maíz y trigo. En la presente invención proponemos el uso de micro-ondas y ultrasonidos de alta intensidad, y también ondas de radio de baja
10 frecuencias e infrarrojo pero en este caso específico aplicados en procesos de nixtamalización.

El uso de micro-ondas, ha sido eficiente en el cocimiento de diversos productos alimenticios ya que penetran todo el espesor de la muestra. Por otra parte, el
15 cocimiento con infrarrojo y con ondas de radio de muy baja frecuencia, permite el control de la penetración de campos magnéticos al interior de la muestra como se desea en la presente invención. Por ejemplo, este principio ha sido aprovechado por las Patentes USA No. 5,533,532, 5,593,713 con ondas de radio de baja frecuencia y las Patente USA No. 5,567,459, 5,589,210 y la Patente mexicana No.
20 188,005 para el cocimiento con infrarrojo en la formación de las dos capas externas (0.5 a 1.9 mm) en la tortilla que como se explica en las patentes tienen la función del inflado y la retención del agua para el cocimiento eficiente de la tortilla y la patente USA 5,382,441 para la formación de costra dorada en alimentos y específicamente pizza pero no para el tratamiento del maíz entero o molido para
25 emplearse en los método de nixtamalización como se describe en la presente invención.

Una de las limitaciones de los procesos de nixtamalización ya sea tradicional, o procesos ecológicos de nixtamalización seca, nixtamalización por extrusión o
30 nixtamalización fraccionada mencionadas anteriormente son sus bajos rendimientos de harinas, masa y tortillas y en algunos caso deficiente calidad. Estos problemas se deben a las barreras físicas naturales que limitan que los gránulos de almidón se

gelatinicen óptimamente pero no totalmente ya que se requiere que cierto porcentaje se mantenga sin gelatinizar. Los gránulos de almidón están rodeados por una matriz proteica que evita que éstos se hinchen en presencia de agua durante la etapa de gelatinización, limitando la cantidad de agua hacia el interior del mismo, disminuyendo los rendimientos de masa y tortilla y limitando su calidad. El uso de energía como micro-ondas, infrarrojo, ondas de baja frecuencia y ultrasonidos de alta intensidad que describimos en la presente invención también tienen otros beneficios adicionales como son la eliminación de microorganismos y consecuentemente el aumento de la vida de anaquel desde el punto de vista microbiológico y también de textura por el incremento en agua de las masas y tortillas eliminando así el uso de aditivos que generalmente se emplean para corregir las limitantes de los procesos.

Breve descripción de las figuras

15

Figura 1. Se muestra un diagrama de flujo esquemático de un nuevo proceso de nixtamalización con tratamientos de microondas, infrarrojo, ondas de baja frecuencia y otras energías en el grano entero ya sea de maíz o sorgo seco sin acondicionar para la obtención de alto rendimiento de harinas, masa fresca y tortilla y mejorar la calidad y vida de anaquel de los productos del proceso de la presente invención, en el cual se indican los pasos del mismo.

20

Como se muestra claramente en la Figura 1, el grano de maíz entero (1), es tratado por varios segundos por microonda, infrarrojo, ondas de baja frecuencia, u otro tipo de energía (2). Posteriormente el grano tratado entero y seco es cocido en presencia de agua y 1-2% de cal a una temperatura de 80 a 90 °C durante 30 o 40 minutos (3), el grano de maíz cocido o nixtamal es entonces reposado de 1 a 18 horas para permitir la hidratación de los gránulos de almidón (4). El agua sin residuos de pericarpio es retirada del grano al enjuagar el nixtamal. El nixtamal es entonces molido en un molino apropiado de preferencia con una abertura entre piedras o discos (5). La masa fresca (6), puede ser deshidratada para la

25
30

elaboración de harinas instantáneas (7), o para la elaboración de tortillas u otros productos (8).

Figura 2. Se muestra un diagrama de flujo esquemático de un nuevo proceso de nixtamalización con tratamientos de ultrasonidos de alta intensidad y otras energías en el grano y específicamente en la tina de cocimiento del maíz o en la etapa del reposo para la obtención de alto rendimiento de harinas, masa fresca y tortilla y mejorar la calidad y vida de anaquel de los productos del proceso de la presente invención, en el cual se indican los pasos del mismo.

5

10 Como se muestra claramente en la Figura 2, el grano ya sea de maíz o sorgo entero (1), es cocido en presencia de agua y 1-2% de cal a una temperatura de 80 a 90 °C durante 30 o 40 minutos (2), el grano cocido es reposado de 1 a 18 horas para permitir la hidratación de los gránulos de almidón (4). El grano en la etapa de cocimiento (2), o en la etapa de reposo (4), son tratados por varios segundos con ultrasonidos de alta intensidad (3). El agua sin residuos de pericarpio es retirada del grano al enjuagar el nixtamal. El nixtamal es entonces molido en un molino apropiado de preferencia con una abertura entre piedras o discos (5). La masa fresca (6), puede ser deshidratada para la elaboración de harinas instantáneas (7), o para la elaboración de tortillas u otros productos (8).

15

20

Figura 3. Se muestra un diagrama esquemático de un nuevo proceso de nixtamalización con tratamientos de microondas, infrarrojo, ondas de baja frecuencia, y otras energías en el grano de maíz o sorgo entero y seco sin acondicionar para la obtención de alto rendimiento de harinas integrales, masa fresca integral y tortilla integral de maíz o sorgo y mejorar la calidad y vida de anaquel de los productos del proceso ecológico de nixtamalización seca de la presente invención, en el cual se indican los pasos del mismo.

25

30

El grano entero sin acondicionar (1), es tratado por varios segundos con microondas, infrarrojo, ondas de baja frecuencia u otro tipo de energía al grano entero seco (2), el grano entonces es llevado a una molienda en seco para quebrar

el grano y acelerar la reacción de nixtamalización (3), al grano integral molido o quebrado se le agrega la suficiente agua para formar la masa, temperatura para cocer la mezcla y 0 a 0.3% de cal para llevar a cabo la nixtamalización acelerada (4), la mezcla es reposada por 1 minuto a 5 horas para permitir la nixtamalización (5), la mezcla reposada es molida en un molino de piedras o de otro tipo (6), para formar la masa fresca (7), y esta masa puede ser deshidratada para elaborar harinas integrales instantáneas (8), o de la masa se pueden obtener tortillas integrales u otro tipo de productos (9).

10 **Figura 4.** Se muestra un diagrama de flujo esquemático de un nuevo proceso de nixtamalización seca para la elaboración de harinas de alto rendimiento de masa o tortillas por medio de tratamiento ya sea de microondas, infrarrojo, ondas de baja frecuencia, ultrasonidos de alta intensidad y otras energías en el grano molido (grits) y acondicionado para la obtención de alto rendimiento de harinas integrales y tortilla integral de maíz o sorgo y mejorar la calidad y vida de anaquel de los productos del proceso ecológico de nixtamalización seca de la presente invención, en el cual se indican los pasos del mismo.

El grano entero de maíz o sorgo sin acondicionar (1), es llevado a una molienda en seco para quebrar el grano y tener un tamaño de partícula apropiado (2), entonces al grano integral molido o quebrado se le agrega la suficiente agua y calor para cocer la mezcla y 0 a 0.3% de cal para llevar a cabo la nixtamalización (3), la mezcla es reposada por 1 minuto a 5 horas para permitir cierta hidratación del gránulo de almidón (4), la mezcla reposada con menos del 30% de humedad, es tratada con microondas, infrarrojo, ondas de baja frecuencia, ultrasonidos de alta intensidad u otro tipo de energía para romper selectivamente la matriz proteica que envuelve al gránulo de almidón y permitir que este grano pueda absorber suficiente agua una vez hidratado (5), la mezcla es entonces deshidratada por secado ya sea flash o cualquier otro y molida a un tamaño de partícula deseada (6), para elaborar tortillas u otro tipo de productos de maíz (7).

Figura 5. Se muestra un viscoamilograma de los maíces sin nixtamalizar donde se observa que el maíz tratado con microondas (m.o) presenta mayor pico de viscosidad (1), y capacidad de absorción de agua y por tanto mayor potencial de rendimiento de masa y tortilla.

5

Descripción detallada de la invención

Uno de los objetivos de la presente invención es proporcionar nuevos procesos de nixtamalización que permitan obtener mayores rendimiento de masa fresca con propiedades mejoradas utilizando energía proveniente de microondas, infrarrojo, ondas de baja frecuencia, ultrasonidos de alta intensidad u otro tipo de energía. La aplicación de dicha energía en etapas específicas de los nuevos procesos ilustradas en las Figuras 1 a 4, tiene la función de romper estructuras de la matriz proteica que envuelve el gránulo de almidón permitiendo que éste durante la gelatinización se hinche libremente aumentando los rendimientos de masa y la calidad de los productos.

Otro de los objetivos de la presente invención es proporcionar un procedimiento de obtención de masa fresca de maíz o sorgo, que incremente los rendimientos de masa y tortilla y mejore la calidad de los productos.

Otro de los objetivos de la presente invención es proporcionar un procedimiento de obtención de altos rendimientos de harinas integrales, masa fresca de maíz o sorgo, sencillo y que pueda ser aplicado con micro-ondas, ondas de radio de baja frecuencia, ultrasonidos de alta intensidad, infrarrojo, aire caliente, o gas.

Otro de los objetivos de la presente invención es obtener mayor rendimiento de masa fresca de maíz o sorgo con propiedades nutricionales mejoradas y sin el uso de conservadores como gomas.

30

La presente invención describe nuevos procesos desarrollados para incrementar el rendimiento de masa fresca y tortillas sin utilizar gomas o hidrocoloides, con lo cual se pueden obtener harinas instantáneas empleadas en la elaboración de los mismos productos.

5

En estos procesos que se ilustran en las Figuras 1 a 4, utilizan como materia prima grano ya sea de maíz o sorgo crudo, maíz o sorgo molido, quebrado o triturado (integral o decorticado) de cualquier genotipo todos estos materiales deben ser tratados en alguna etapa del proceso específico con micro-ondas, ondas de baja frecuencia, infrarrojo, ultrasonidos de alta intensidad u otro tipo de energía, así como agua y cal si se desea pero deben de evitarse en lo posible la gelatinización del gránulo de almidón en esta etapa.

10

El material tratado con micro-ondas, infrarrojo, ondas de baja frecuencia, ultrasonidos de alta intensidad u otro tipo de energía puede ser nixtamalizado utilizando agua y cal empleando cualquiera de los métodos disponibles. Dependiendo de las características deseables del producto, se puede por ejemplo obtener un mayor grado de gelatinización del almidón con un cocimiento posterior a la molienda en el proceso tradicional u en otra etapa del proceso utilizando cualquier método de cocimiento, conocido por los expertos en el arte, por ejemplo, por extrusión, eléctrico, microondas, infrarrojo, etc.

15

20

Asimismo, los nuevos procesos pueden emplearse también para la obtención de mayor rendimiento de masa fresca, tortillas y harinas instantáneas para la obtención de productos que no requieren de la presencia de cal durante la etapa de cocimiento o nixtamalización, tales como arepas, botanas, atoles o bien de productos derivados de éste tipo de masa o harina.

25

Los nuevos procesos a que hemos hecho referencia, se describen a continuación:

30

El nuevo proceso de nixtamalización con tratamientos de microondas, infrarrojo, ondas de baja frecuencia y otras energías en el grano entero ya sea de maíz o

sorgo seco sin acondicionar para la obtención de alto rendimiento de harinas, masa fresca y tortilla y mejorar la calidad y vida de anaquel de los productos del proceso de la presente invención, mismo que se lleva a cabo de la siguiente manera.

5 El grano de maíz entero, es tratado por varios segundos por microonda, infrarrojo, ondas de baja frecuencia, u otro tipo de energía. Posteriormente el grano tratado entero y seco es cocido en presencia de agua y 1-2% de cal a una temperatura de 80 a 90 °C durante 30 o 40 minutos, el grano de maíz cocido o nixtamal es entonces reposado de 1 a 18 horas para permitir la hidratación de los gránulos de
10 almidón. El agua sin residuos de pericarpio es retirada del grano al enjuagar el nixtamal. El nixtamal es entonces molido en un molino apropiado de preferencia con una abertura entre piedras o discos. La masa fresca, puede ser deshidratada para la elaboración de harinas instantáneas, o para la elaboración de tortillas u otros productos, tal y como se muestra en la figura 1.

15

En el nuevo proceso de nixtamalización con tratamientos de ultrasonidos de alta intensidad y otras energías en el grano y específicamente en la tina de cocimiento del maíz o en la etapa del reposo para la obtención de alto rendimiento de harinas, masa fresca y tortilla y mejorar la calidad y vida de anaquel de los productos del
20 proceso de la presente invención, que a continuación se detalla:

El grano ya sea de maíz o sorgo entero, es cocido en presencia de agua y 1-2% de cal a una temperatura de 80 a 90 °C durante 30 o 40 minutos, el grano cocido es reposado de 1 a 18 horas para permitir la hidratación de los gránulos de almidón. El
25 grano en la etapa de cocimiento, o en la etapa de reposo, son tratados por varios segundos con ultrasonidos de alta intensidad. El agua sin residuos de pericarpio es retirada del grano al enjuagar el nixtamal. El nixtamal es entonces molido en un molino apropiado de preferencia con una abertura entre piedras o discos. La masa fresca, puede ser deshidratada para la elaboración de harinas instantáneas, o para
30 la elaboración de tortillas u otros productos, como se muestra en la figura 2.

En el nuevo proceso de nixtamalización con tratamientos de microondas, infrarrojo, ondas de baja frecuencia, y otras energías en el grano de maíz o sorgo entero y seco sin acondicionar para la obtención de alto rendimiento de harinas integrales, masa fresca integral y tortilla integral de maíz o sorgo y mejorar la calidad y vida de anaquel de los productos del proceso ecológico de nixtamalización seca de la presente invención, que comprende las siguientes etapas:

El grano entero sin acondicionar, es tratado por varios segundos con microondas, infrarrojo, ondas de baja frecuencia u otro tipo de energía al grano entero seco, el grano entonces es llevado a una molienda en seco para quebrar el grano y acelerar la reacción de nixtamalización, al grano integral molido o quebrado se le agrega la suficiente agua para formar la masa, temperatura para cocer la mezcla y 0 a 0.3% de cal para llevar a cabo la nixtamalización acelerada, la mezcla es reposada por 1 minuto a 5 horas para permitir la nixtamalización, la mezcla reposada es molida en un molino de piedras o de otro tipo, para formar la masa fresca, y esta masa puede ser deshidratada para elaborar harinas integrales instantáneas, o de la masa se pueden obtener tortillas integrales u otro tipo de productos, tal y como se muestra en la figura 3.

El nuevo proceso de nixtamalización seca para la elaboración de harinas de alto rendimiento de masa o tortillas por medio de tratamiento ya sea de microondas, infrarrojo, ondas de baja frecuencia, ultrasonidos de alta intensidad y otras energías en el grano molido (grits) y acondicionado para la obtención de alto rendimiento de harinas integrales y tortilla integral de maíz o sorgo y mejorar la calidad y vida de anaquel de los productos del proceso ecológico de nixtamalización seca de la presente invención, mismo que se lleva a cabo de la siguiente manera.

El grano entero de maíz o sorgo sin acondicionar, es llevado a una molienda en seco para quebrar el grano y tener un tamaño de partícula apropiado, entonces al grano integral molido o quebrado se le agrega la suficiente agua y calor para cocer la mezcla y 0 a 0.3% de cal para llevar a cabo la nixtamalización, la mezcla es reposada por 1 minuto a 5 horas para permitir cierta hidratación del gránulo de

almidón, la mezcla reposada con menos del 30% de humedad, es tratada con microondas, infrarrojo, ondas de baja frecuencia, ultrasonidos de alta intensidad u otro tipo de energía para romper selectivamente la matriz proteica que envuelve al gránulo de almidón y permitir que este grano pueda absorber suficiente agua una vez hidratado, la mezcla es entonces deshidratada por secado ya sea flash o cualquier otro y molida a un tamaño de partícula deseada, para elaborar tortillas u otro tipo de productos de maíz, tal y como puede apreciarse en la figura 4.

Las ventajas de los nuevos procesos de la presente invención, radican en que:

10

- A diferencia de otros procesos de nixtamalización seca recientes (Martínez et al., 1996a y 1996b; Delrue y Burianek 2000; Sánchez y de la Cámara 2001; Martínez-Montes et al 2001; Figueroa et al 2002; Figueroa et al., 2003) en los que el maíz es molido, quebrado o triturado para permitir romper las barreras físicas, que limitan la hidratación y la transferencia de calor para acelerar la hidratación-cocimiento o nixtamalización en los nuevos procesos de la presente invención ilustrados en las Figuras 1 a 4 esas barreras físicas ya sea en grano entero o molido son eliminadas por medio de energía aplicada al material seco por medio de microondas, infrarrojo, ondas de baja frecuencia, ultrasonidos de alta intensidad u otro tipo de energía conocida por los expertos en el arte o por medio de ultrasonidos de alta intensidad en el caso de materiales húmedos.

20

- También a diferencia de otros procesos en los que los componentes del grano o alimento son acondicionados con 30% de agua, y específicamente los gránulos de los almidones son gelatinizados o cocido por medio de radiación infrarroja (Hebster, 1993; Hart, 1985; Lentz, et al. 1995), en los nuevos procesos de la presente invención, se evita incrementar el agua en el grano entero o molido para que con el calor no se efectúe prematuramente la reacción de gelatinización, la idea es destruir de una manera controlada la matriz proteica que protege a los gránulos de almidón y que evita que el gránulo durante el proceso de gelatinización se hinche libremente, esto se logra aplicando micro-ondas, infrarrojo, ondas de baja

25

30

frecuencia, ultrasonidos de alta intensidad u otro tipo de energía al grano entero o 'grits' secos lo que permite la obtención de altos rendimientos de harinas, masa fresca, y tortilla reduciendo los costos de operación.

5 - También como se ilustra en el nuevo proceso de la Figura 2 se logra el mismo efecto selectivo de destrucción de las matrices proteicas y otras estructuras con el empleo de ultrasonidos de alta intensidad acoplados en etapas específicas de la nixtamalización cuando los materiales se encuentran en presencia de agua o están con humedades arriba del 20% lo que permite un buen acoplamiento de la
10 energía de ultrasonidos al material.

- Se incrementa el rendimiento de masa y tortilla debido a la modificación de las barreras físicas del grano de maíz o sorgo por medio de energía y se extiende la vida de anaquel de los productos de masa fresca y tortillas mejorando la textura y
15 por eliminación de microorganismos.

- También la energía de micro-ondas, infrarrojo, ondas de baja frecuencia y ultrasonidos aplicada en etapas específicas de los nuevos procesos permite reducir el gasto energético total en la misma proporción pero como se mencionó se
20 incrementa el rendimiento de los productos ya sea harina, masa o tortilla y mejorando la calidad y vida de anaquel de los mismos.

Para efectos de la presente invención, el término nixtamalización se refiere a cocer el grano de maíz o sorgo entero en presencia de agua y cal más el reposo y
25 molienda del nixtamal o a dejar reposar el grano crudo molido en agua y en presencia o ausencia de cal durante cierto tiempo en un recipiente ó en una batidora ó mezcladora o sistemas continuos o de extrusión a la temperatura indicada del proceso específico.

30 Por otra parte, el término ultrasonidos de alta intensidad se refiere a ondas de frecuencias mayores de 20KHz a 100KHz con altas intensidades de 150 W cm² hasta 16,000 W cm² para algunas aplicaciones industriales. No existe una división

clara de los espectros electromagnéticos, por ejemplo la región del infrarrojo lejano se traslapa con el espectro de radio frecuencias. Por lo que para la presente invención las ondas de radio de baja frecuencia se referirán a la frecuencia más apropiada que puede ser de 10 a 100 KHz o posiblemente de algunos MHz para diferentes formulaciones. La radiación infrarroja puede tener una longitud de onda en el rango de 0.7 a 3 micras (700 a 3000 nm) que corresponde al infrarrojo cercano o hasta 300 micras del infrarrojo. Pero la mas apropiada esta en el rango de 800 a cerca de 1300 nm ya que longitudes de onda superiores a 1300 nm pueden tostar y oscurecer la superficie de la muestra. Las frecuencias para el microondas pueden tener a un rango de 100 MHz a 40 GHz pero las más apropiadas tiene un rango de 2.4 - 2.48 GHz.

De manera general, la presente invención consiste de lo siguiente:

- 15 - El uso de energía de micro-ondas, infrarrojo, ondas de baja frecuencia, ultrasonidos de alta intensidad aplicada al grano de maíz o sorgo entero y crudo, y también ya sea quebrado o triturado, integral ó decorticado a utilizarse en etapas específicas de los nuevos proceso ilustrados las Figuras 1 a 4.
- 20 - Los tratamientos con energía de micro-ondas, infrarrojo, ondas de baja frecuencia, ultrasonidos de alta intensidad u otro tipo de energía aplicados a cualquiera de las formas de nixtamalización ilustradas en las Figuras 1 a 4, permite obtener las siguientes ventajas:
- 25 - Mayor rendimiento de masa fresca para elaborar productos con cualidades mejoradas desde el punto de vista nutricional, textura, color, sabor y aroma.
- 30 - Además de ventajas económicas importantes por el incremento de rendimiento de los productos también se pueden incrementar la vida de anaquel referente a textura y control de microorganismos.

Adicionalmente en algunas etapas apropiadas de los nuevos procesos de la presente invención ilustrados en las Figuras 1 a 4, pueden adicionarse ya sea algunos aditivos como nutrientes para enriquecer la masa fresca y en consecuencia los productos elaborados a partir de ella. Tales nutrientes pueden ser vitaminas,
5 minerales, proteínas, aminoácidos ó harinas de cereales en las cantidades y/o proporciones que se consideren adecuadas.

Asimismo, mediante una etapa de deshidratación de la masa fresca, se pueden obtener harinas instantáneas y derivados.

10

De ser necesario un mayor grado de gelatinización del almidón del producto se puede aplicar cocimiento al producto hasta alcanzar las condiciones que se requieran para su utilización en la producción de masa, tortilla y harina instantánea. El método de cocimiento puede ser cualquiera de los conocidos por expertos en el
15 arte, como cocimiento directo, vapor, eléctrico, extrusión, micro-ondas, infrarrojo, ondas de baja frecuencia, etc.

Sólo con la finalidad de ilustrar la presente invención, se presenta el siguiente ejemplo.

20

EJEMPLO. Obtención de alto rendimiento de masa para tortillas utilizando como materia prima grano íntegro de maíz.

Al inicio del proceso se aplicó energía de microondas durante 45 segundos al grano
25 de maíz entero y sin acondicionar. Posteriormente en una tina de cocimiento con suficiente agua se le agregó 1.5% cal y se calentó a ebullición. Una vez en ebullición se agregó el maíz entero y se dejó cocer por 30 minutos a 80 °C. El maíz cocido se dejó reposar por 12 horas a la temperatura del agua de la tina. El nixtamal se enjuago para retirar exceso de cal y pericarpio y se procedió a molerlo
30 en un molino de piedras para obtener la masa fresca. La masa fresca se secó en un secador flash para obtener harinas instantáneas para poder cuantificar el rendimiento de masa y tortilla.

Los resultados se muestran en la Figura 5 y Tabla 1.

Tabla 1. Valores de rendimiento de masa y tortillas obtenidos con el maíz sin aplicación de microondas y con el tratamiento de microondas sobre el grano de maíz seco.

5

10

TRATAMIENTO	Rendimiento de masa. (Kg de masa/Kg de harina)	Rendimiento de tortilla. (Kg de tortilla/kg de harina)
Control sin tratar	2.00	1.58
Con micro-ondas	2.35	1.73

Referencias citadas:

15

20

25

30

US Pat 2,584,893	2/1952	Lloyd and Millares
US Pat 3,194,664	7/1965	Eytinge
US Pat 3,404,986	10/1968	Wimmer, et al.
US Pat 3,730,732	05/1973	Rubio and Gonzalez.
US Pat 3,859,452	7/1975	Mendoza, F.C.
US Pat 4,463,022	07/1984	Sternmer and Zane
US Pat 4,513,018	4/1985	Rubio, M.J.
US Pat 4,555,409	11/1985	Hart, E.R.
US Pat 4,594,260	10/1986	Vaqueiro, et al.
US Pat 4,985,269	15/1991	Irvin, et al.
US Pat 4,176,931	01/1993	Herbster
US Pat 5,338,556	08/1994	Schwab, et al.
US Pat 5,382,441	01/1995	Lentz, et al.,
US Pat 5,447,742	09/1995	Malvido, et al.
US Pat 5,532,013	07/1996	Martínez-Bustos et al.
US Pat 5,553,532	09/1996	de la Luz-Martínez, et al.
US Pat 5,558,886	09/1996	Martínez-Bustos et al.,

- US Pat 5,567,459 10/1996 Gonzalez-Hernández, et al.
- US Pat 5,589,210 12/1996 de la Luz Martínez, et al.
- US Pat 5,593,713 01/1997 de la Luz Martínez , et al.
- US Pat 5,756,976 05/1998 Akasaka
- 5 US Pat 6,083,552 07/2000 Kershman, et al.
- US Pat 6,265,013 08/2001 Martínez-Montes, et al.
- US Pat 6,387,437 05/2002 Martínez-Bustos, et al.
- Patente Mexicana No. 210991. 10/2002 Figueroa, et al., Proceso de nixtamalización
limpia y rápida para la producción de masa fresca de maíz para elaborar tortillas,
10 harinas instantáneas y sus derivados.
- Patente Mexicana No. 188,005. González-Hernández et al., Proceso para
cocimiento de tortillas de maíz usando ondas de radio de muy baja frecuencia.
- CN1135301 13/1996 Lin and Lin. Maize-flakes production method by using
microwave to cook maize.
- 15 WO 01/87076 22.11.2001 Sánchez y de la Cámara F.
- WO 00/10407 02.03.2000 Delrue, R.M. and Burianek, M.D.
- WO 03/045154 05.06.2003 Figueroa et al.,
Molina, M.R., Letona, M., and Bressani, R. 1977. Drum drying technology for the
improved production of instant tortilla flour. J. Food Sci. 42: 1432-1434.
- 20 Montemayor, E., and Rubio, M. 1983. Alkaline cooked corn flour: Technology and
uses in tortilla and snack products. (abstr.) Cereal Food World 28:577
- Bressani, R., Paz y Paz, R. and Scrimshaw, N.S. 1958. Corn nutrient losses.
Chemical changes in corn during preparation of tortillas. J. Agri. Food Chem. 6:770.

Reivindicaciones

- 5 1. Un proceso para la obtención de altos rendimientos de masa fresca de maíz o sorgo, harinas instantáneas y tortillas caracterizado porque comprende los pasos de:
- a) Tratar el grano entero de maíz seco con energía ya sea de micro-ondas, infrarrojo, ondas de baja frecuencia u otro tipo de energía.
 - 10 b) Cocer el grano de maíz del inciso a) en presencia de una mezcla acuosa de cal a una concentración del 0.1 a 2.5% peso/peso de maíz a una temperatura de 80°C durante un tiempo de 30 minutos y con una cantidad de agua apropiada para permitir el cocimiento.
 - c) Dejar reposar el maíz cocido con cal durante 1-15 hrs.
 - d) Moler el nixtamal obtenido del inciso c) para obtener masa fresca.
 - 15 e) Deshidratar la masa fresca del inciso d), y
 - f) Moler la masa deshidratada del inciso e).
- 20 2. El proceso de la reivindicación 1, caracterizado porque adicionalmente en la etapa de la molienda del nixtamal o en la masa se adicionan nutrientes seleccionados del grupo que consiste de vitaminas, minerales, proteínas, aminoácidos ó harinas de cereales.
- 25 3. El proceso de la reivindicación 1, caracterizado porque adicionalmente posterior a la etapa de la molienda de la masa deshidratada del inciso f) se adicionan nutrientes seleccionados del grupo que consiste de vitaminas, minerales, proteínas, aminoácidos ó harinas de cereales.
4. El producto de maíz o sorgo elaborado con la masa fresca de la reivindicación 1.
- 30 5. El producto de maíz o sorgo de la reivindicación 1 a 4, caracterizado porque se selecciona del grupo que consiste de harinas instantáneas, tortillas, botanas, tamales y atoles.

6. Un proceso para la obtención de altos rendimientos de masa fresca de maíz o sorgo, tortillas o harinas instantáneas caracterizado porque comprende los pasos de:
- 5 a) Cocer el grano entero de maíz en presencia de una mezcla acuosa de cal a una concentración del 0.1 a 2.5% peso/peso de maíz a una temperatura de 80°C durante un tiempo de 30 minutos y con una cantidad de agua apropiada para permitir el cocimiento.
- b) Aplicar ultrasonidos de alta intensidad en el inciso a).
- 10 c) Dejar reposar el maíz cocido con cal durante 1-15 hrs.
- d) Moler el nixtamal obtenido del inciso para obtener masa fresca.
- e) Deshidratar la masa fresca del inciso d), y
- f) Moler la masa deshidratada del inciso e).
- 15 7. El proceso de la reivindicación 6, caracterizado porque adicionalmente en la etapa de la molienda del nixtamal o en la masa se adicionan nutrientes seleccionados del grupo que consiste de vitaminas, minerales, proteínas, aminoácidos ó harinas de cereales.
- 20 8. El proceso de la reivindicación 6, caracterizado porque adicionalmente posterior a la etapa de la molienda de la masa deshidratada del inciso f) se adicionan nutrientes seleccionados del grupo que consiste de vitaminas, minerales, proteínas, aminoácidos ó harinas de cereales.
- 25 9. El producto de maíz o sorgo, elaborado con la masa fresca de la reivindicación 6.
10. El producto de maíz o sorgo de la reivindicación 7 a 9, caracterizado porque se selecciona del grupo que consiste de harinas instantáneas, tortillas, botanas, tamales y atoles.

11. Un proceso ecológico para la obtención de altos rendimientos de masa, tortillas y harina instantánea de maíz o sorgo, con alto contenido de fibra y otros nutrientes naturales caracterizado porque comprende los pasos de:

- 5 a) Grano entero seco.
- b) Tratar los granos enteros y secos con energía ya sea de micro-ondas, radiación infrarroja, ondas de radio de baja frecuencia u otro tipo de energía no convencional.
- c) Triturar grano.
- 10 d) Nixtamalizar o cocer el grano de maíz del inciso c) en presencia de una mezcla acuosa de cal a una concentración del 0.1 a 2.5% peso/peso de maíz a una temperatura de 15 a 90°C durante un tiempo de 5 minutos a 5 horas y con una cantidad de agua del 40 a 80% en peso con respecto del peso total de maíz o sorgo.
- 15 e) Moler la mezcla obtenida del inciso d) para obtener masa integral fresca.
- f) Deshidratar la masa integral fresca del inciso e), y
- g) Moler la masa deshidratada del inciso f).

12. El proceso de la reivindicación 11, caracterizado porque el grano de maíz o sorgo utilizado puede ser integral para obtener productos masa, tortilla, harinas con alto contenido de fibra o decorticado para obtener productos normales o degerminado para elaborar arepas.

13. El proceso de la reivindicación 11, caracterizado porque el grano de maíz o sorgo utilizado puede ser decorticado si se desea para obtener productos masa, tortilla, harinas instantáneas para obtener productos normales.

14. El producto de maíz o sorgo de las reivindicaciones 12 y 13, caracterizado porque se selecciona del grupo que consiste de harinas instantáneas integrales, para obtener productos tales como tortillas, botanas, tamales y atoles con alto contenido de fibra y otros nutrientes como proteína y minerales naturalmente presentes en el maíz y el sorgo.

15. El proceso de la reivindicación 11 a 14, caracterizado porque el grano de maíz o sorgo, puede ser de cualquier genotipo.
- 5 16. El proceso de la reivindicación 11 a 15, caracterizado porque adicionalmente en la etapa de la molienda húmeda o en la masa se adicionan nutrientes seleccionados del grupo que consiste de vitaminas, minerales, proteínas, aminoácidos ó harinas de cereales.
- 10 17. El proceso de la reivindicación 11 a 15, caracterizado porque adicionalmente posterior a la etapa de la molienda de la masa deshidratada del inciso f) se adicionan nutrientes seleccionados del grupo que consiste de vitaminas, minerales, proteínas, aminoácidos ó harinas de cereales.
- 15 18. Un producto de maíz o sorgo, elaborado con la masa integral fresca de la reivindicación 11.
- 20 19. El producto de maíz o sorgo, de la reivindicación 11, caracterizado porque se selecciona del grupo que consiste de harinas instantáneas, tortillas, botanas, tamales y atoles.
- 20 20. El proceso de la reivindicación 11 a 19, caracterizado porque no genera efluentes contaminantes de nejayote o líquidos indeseables de la nixtamalización.
- 25 21. Un proceso ecológico para la obtención de altos rendimientos de masa, tortillas y harina instantánea de maíz, con alto contenido de fibra y otros nutrientes naturales caracterizado porque comprende los pasos de:
- 30 a) Grano entero seco.
b) Triturar grano.
c) Tratar los granos molidos o triturados y secos con energía ya sea de microondas, radiación infrarroja, ondas de radio de baja frecuencia u otro tipo de energía no convencional.

- 5 d) Nixtamalizar o cocer el grano del inciso c) en presencia de una mezcla acuosa de cal a una concentración del 0.1 a 2.5% peso/peso a una temperatura de 15 a 90°C durante un tiempo de 5 minutos a 5 horas y con una cantidad de agua del 40 a 80% en peso con respecto del peso total de maíz o sorgo.
- e) Moler la mezcla obtenida del inciso d) para obtener masa integral fresca.
- f) Deshidratar la masa integral fresca del inciso e), y
- g) Moler la masa deshidratada del inciso f).
- 10 22. El proceso de la reivindicación 21, caracterizado porque el grano de maíz o sorgo, utilizado puede ser integral para obtener productos masa, tortilla, harinas con alto contenido de fibra o decorticado para obtener productos normales.
- 15 23. El proceso de la reivindicación 21, caracterizado porque el grano de maíz utilizado puede ser decorticado si se desea para obtener productos masa, tortilla, harinas instantáneas para obtener productos normales.
- 20 24. El producto de maíz de la reivindicación 21, caracterizado porque se selecciona del grupo que consiste de harinas instantáneas integrales, para obtener productos tales como tortillas, botanas, tamales y atoles con alto contenido de fibra y otros nutrientes como proteína y minerales naturalmente presentes en el maíz y el sorgo.
- 25 25. El proceso de la reivindicación 21 a 24, caracterizado porque el grano de maíz puede ser de cualquier genotipo.
- 30 26. El proceso de la reivindicación 21 a 25, caracterizado porque adicionalmente en la etapa de la molienda húmeda o en la masa se adicionan nutrientes seleccionados del grupo que consiste de vitaminas, minerales, proteínas, aminoácidos ó harinas de cereales.
27. El proceso de la reivindicación 21 a 26, caracterizado porque adicionalmente posterior a la etapa de la molienda de la masa deshidratada del inciso f) se

adicionan nutrientes seleccionados del grupo que consiste de vitaminas, minerales, proteínas, aminoácidos ó harinas de cereales.

5 28. Un producto de maíz o sorgo elaborado con la masa integral fresca de la reivindicación 21.

10 29. El producto de maíz o sorgo, de la reivindicación 21, caracterizado porque se selecciona del grupo que consiste de harinas instantáneas, tortillas, botanas, tamales y atoles.

30. El proceso de la reivindicación 21 a 29, caracterizado porque no genera efluentes contaminantes de nejayote o líquidos indeseables de la nixtamalización.

15 31. Un proceso ecológico para la obtención de altos rendimientos de masa, tortillas y harina instantánea de maíz o sorgo, con alto contenido de fibra y otros nutrientes naturales caracterizado porque comprende los pasos de:

- a) Grano entero seco.
- b) Triturar grano .
- 20 c) Nixtamalizar o cocer el grano de maíz o sorgo del inciso a) en presencia de una mezcla acuosa de cal a una concentración del 0.1 a 2.5% peso/peso de maíz a una temperatura de 15 a 90°C durante un tiempo de 5 minutos a 5 horas y con una cantidad de agua del 40 a 80% en peso con respecto del peso total de maíz o sorgo.
- 25 d) Tratar la mezcla del inciso c) con energía ya sea de micro-ondas, radiación infrarroja, ondas de radio de baja frecuencia u otro tipo de energía no convencional.
- e) Deshidratar la mezcla del inciso d), y
- f) Moler la mezcla deshidratada del inciso e) para obtener harinas con
30 granulometrías específicas para varios productos.

32. El proceso de la reivindicación 31, caracterizado porque el grano de maíz o sorgo utilizado puede ser integral para obtener productos como, tortilla, harinas con alto contenido de fibra o decorticado para obtener productos normales.
- 5 33. El proceso de la reivindicación 31, caracterizado porque el grano de maíz o sorgo, utilizado puede ser decorticado si se desea para obtener productos como tortilla, harinas instantáneas para obtener productos normales.
- 10 34. El producto de maíz o sorgo de la reivindicación 31, caracterizado porque se selecciona del grupo que consiste de harinas instantáneas integrales, para obtener productos tales como tortillas, botanas, tamales y atoles con alto contenido de fibra y otros nutrientes como proteína y minerales naturalmente presentes en el maíz.
- 15 35. El proceso de la reivindicación 31 a 34, caracterizado porque el grano de maíz o sorgo, puede ser de cualquier genotipo.
- 20 36. El proceso de la reivindicación 31 a 35, caracterizado porque adicionalmente posterior a la etapa de la molienda de la mezcla deshidratada del inciso f) se adicionan nutrientes seleccionados del grupo que consiste de vitaminas, minerales, proteínas, aminoácidos ó harinas de cereales.
37. Un producto de maíz o sorgo elaborado con la masa integral fresca de la reivindicación 31.
- 25 38. El producto de maíz o sorgo de la reivindicación 32, caracterizado porque se selecciona del grupo que consiste de harinas instantáneas, tortillas, botanas, tamales y atoles.
- 30 39. El proceso de la reivindicación 32 a 38, caracterizado porque no genera efluentes contaminantes de nejayote o líquidos indeseables de la nixtamalización.

40. Un producto de maíz o sorgo elaborado con la masa fresca de la reivindicación 33.

5 41. El producto de maíz o sorgo de la reivindicación 33, caracterizado porque se selecciona del grupo que consiste de tortillas, arepas, botanas y atoles.

42. El producto de maíz o sorgo de la reivindicación 41, caracterizado porque es arepa.

Resumen

5 La presente invención se refiere al desarrollo de nuevos procesos de nixtamalización que emplean energía de micro-ondas, infrarrojo, ondas de baja frecuencia, ultrasonidos de alta intensidad para modificar barreras físicas e incrementar rendimientos de masa y tortillas y mejorar la calidad y vida de anaquel de los productos.

FIGURA 1

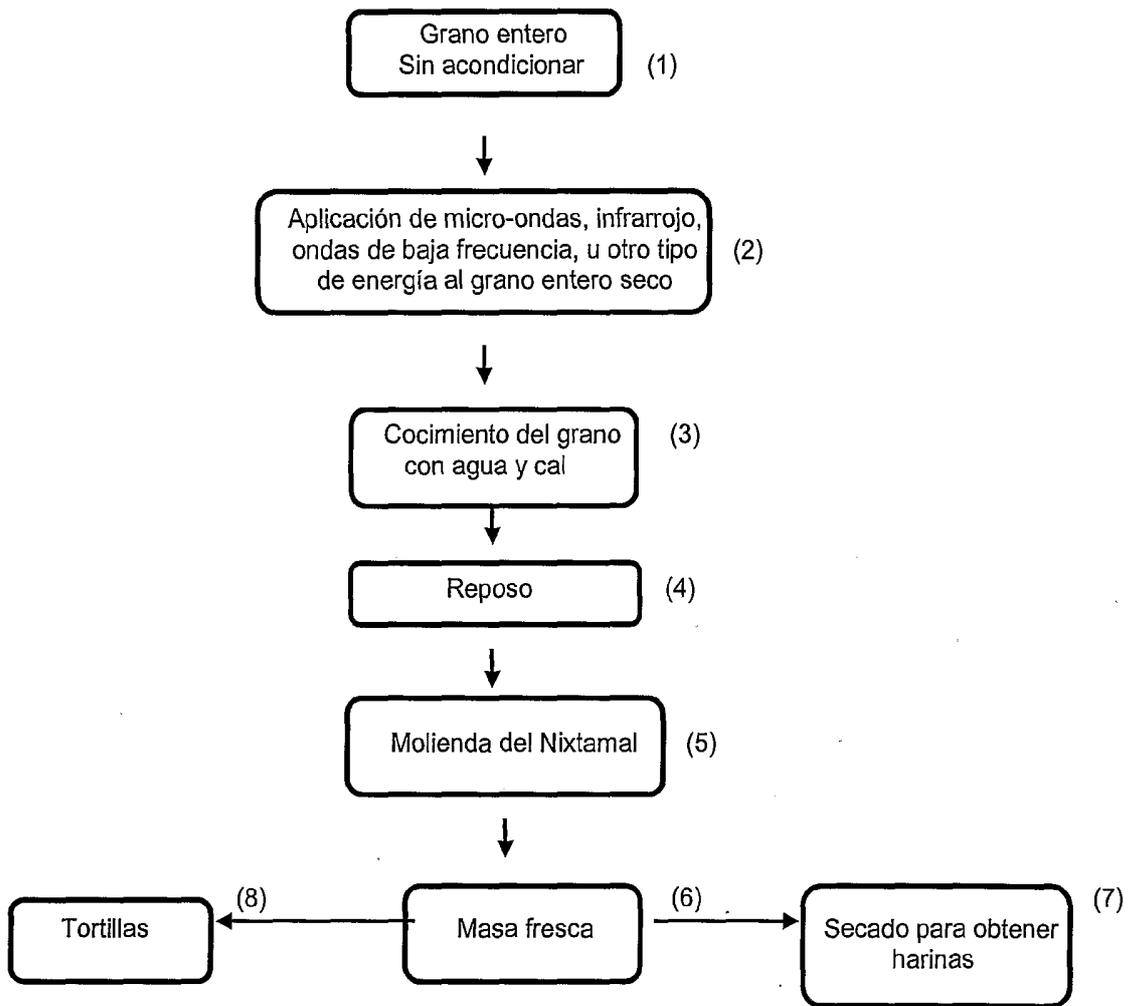


FIGURA 2

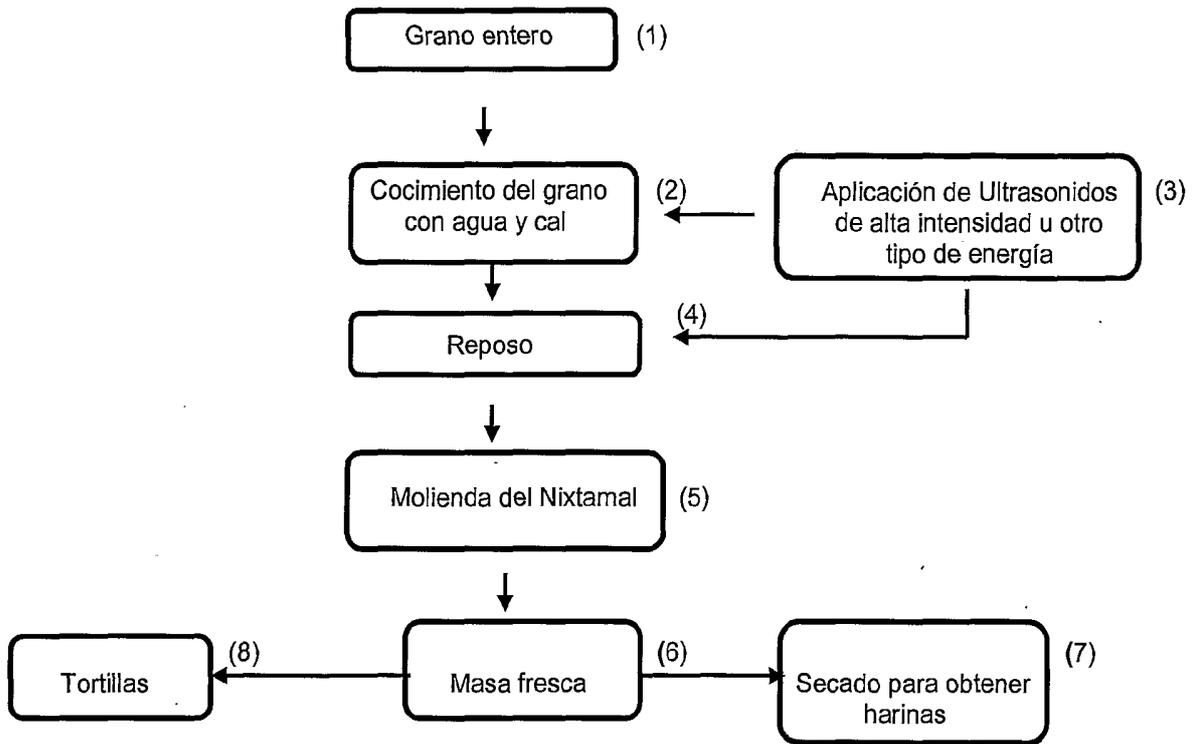


FIGURA 3

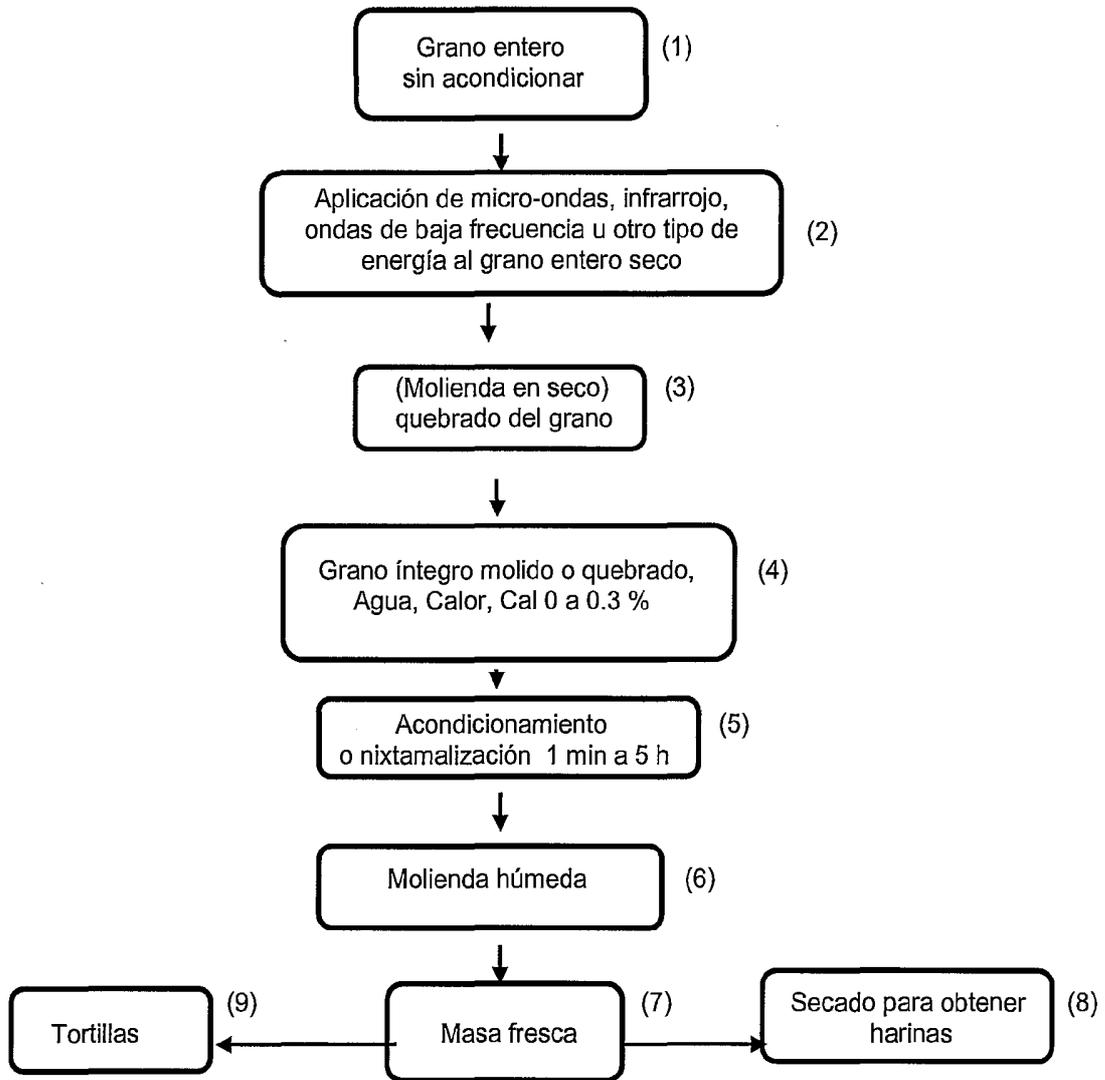


FIGURA 4

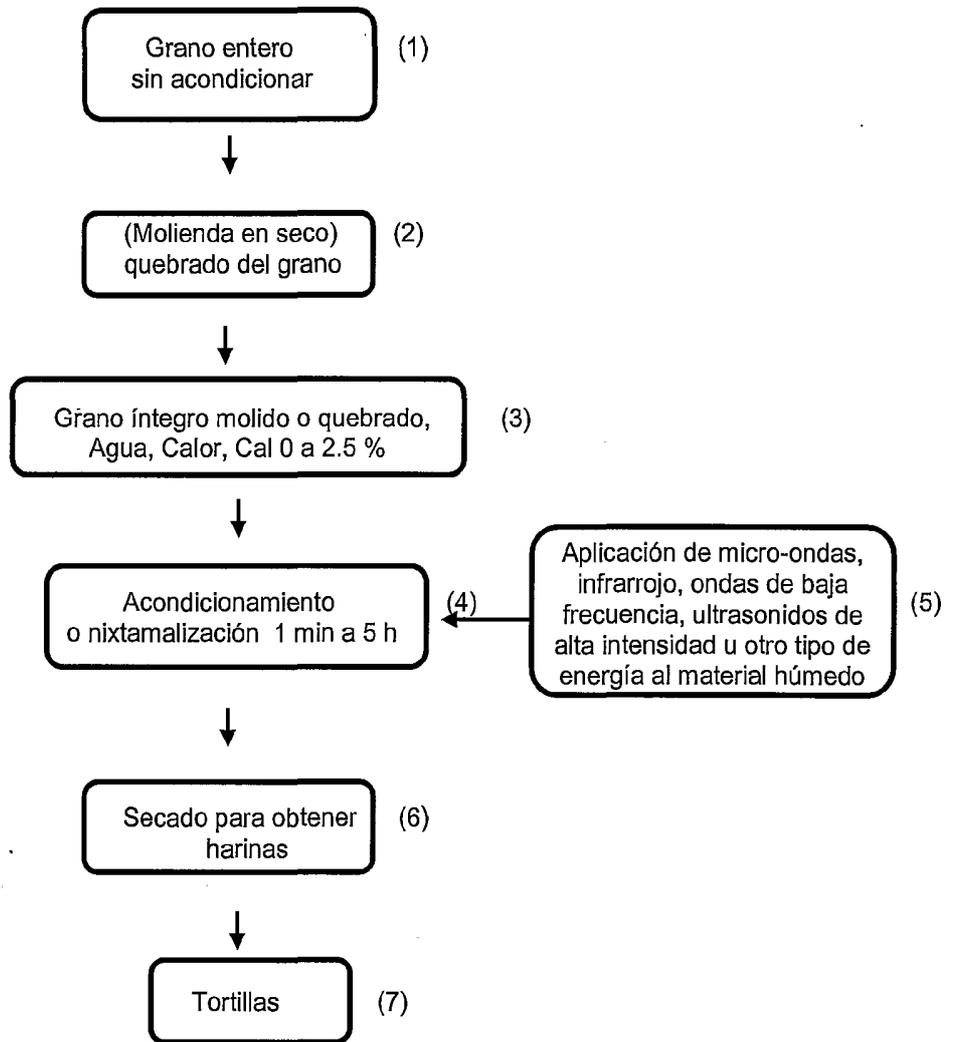


FIGURA 5

