

PROCEDIMIENTO PARA OBTENER UNA FRACCIÓN O FLUJO CON ALTA CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNA POR MEDIO DE UN MOLINO DIFERENCIAL

CAMPO TÉCNICO

5

La presente invención pertenece al campo de los molinos y procedimientos diseñados específicamente para obtener una fracción o flujo con alta concentración de proteína de quínoa, a través de molienda diferencial y tamizado específico, (sin el uso de sustancias químicas y bajo gasto energético y eficiencia en tiempo).

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15

Los materiales vegetales se caracterizan por tener bajos aportes en proteína, es así como los métodos de concentración o aislamiento para ellos conllevan gastos energéticos elevados, así como de técnicas químicas especializadas que encarecen los costos de producción y generan efluentes contaminantes y trazas no deseadas en dichos concentrados o aislados proteicos. La mayoría de las fuentes de proteínas aisladas de origen vegetal como la soya, el arroz, guisantes, tienen deficiencias en aminoácidos esenciales, lo que las convierte en fuentes con limitaciones nutricionales, necesitándose combinaciones de diversas fuentes para buscarla complementar/edad nutritiva que necesita el ser humano.

20

25

La obtención de una fracción concentrada de proteína de quínoa, obtenida exclusivamente por medio físicos, (no químicos), ahorrará mucho en costos de producción de materiales con aporte proteico mayores al 35%, permitirá contarse con una materia prima alimenticia con todos los aminoácidos esenciales, con una proteína de alta digestibilidad y sin contraindicaciones de alergias alimentarias y sumamente competitiva en el mercado de las materias primas ricas en proteínas, sobre todo de origen vegetal

30

Se han encontrado patentes relacionados con la transformación, adecuación y aprovechamiento del grano de quínoa, se encontró que el avance esté enfocado principalmente a la adecuación de grano para el posterior aprovechamiento industrial, hallándose desarrollos de equipos y sistemas de trillado, limpieza, clasificación de grano y desaponificación del mismo. Se pretende la búsqueda de eficiencia de estos mencionados procesos, puesto que el desarrollo agrícola de esta materia prima es de hace aproximadamente 15 años y los sistemas de adecuación de

técnicas de cosecha y postcosecha era muy incipiente y no ajustado a las características del grano de quínoa.

En el tema de procesamiento avanzado del grano de quínoa, se encuentran avances en el sistema de molienda de grano de quínoa para la obtención de harinas crudas a partir del grano entero. En el mismo sentido, se plantean aprovechamientos de esta harina para obtención de un concentrado de proteína de quínoa a través de precipitación química. La cuestión en referencia al proceso de obtención de una fracción proteica a través de medio exclusivamente físicos y con un solo equipo automatizado. El concentrado de proteína de quínoa de la invención es útil como ingrediente alimentario, ingrediente de formula infantil, ingrediente cosmético, ingrediente de alimento para mascotas y suplemento de alimento para animales.

Por ejemplo, la patente china CN112387396 divulga un equipo para la trituración de proteína de maní que comprende un triturador ultrafino y un colector de polvo tipo bolsa, en el que el colector de polvo tipo bolsa está conectado y comunicado de forma fija con el molino ultrafino. El molinillo ultrafino está conectado de forma fija con una tolva de descarga, una bolsa de embalaje está dispuesta en el extremo inferior de la tolva de descarga, un dispositivo de descarga está dispuesto entre la tolva de descarga y la bolsa de embalaje y comprende un marco de fijación, un anillo interior y un anillo exterior, el marco de fijación está conectado de forma fija con la tolva de descarga, tanto el anillo interior como el anillo exterior están dispuestos en el marco de fijación, una pieza de conexión está dispuesta entre el anillo interior y la tolva de descarga, dos extremos de la pieza de conexión están fijos conectado con la tolva de descarga y el anillo interior respectivamente, el anillo exterior comprende un anillo izquierdo y un anillo derecho.

De igual forma, la patente china CN210474109 revela un dispositivo de granulación de proteínas. El dispositivo consta de una placa inferior y una caja del cuerpo principal, la caja del cuerpo está instalada de forma fija en el extremo superior de la placa inferior, se forman ranuras deslizantes en los dos lados de la caja del cuerpo, se forman orificios limitadores en las posiciones cercanas a los extremos superiores de las ranuras deslizantes, los ejes giratorios están dispuestos en los orificios limitadores en un modo de penetración, los manguitos de los rodillos están dispuestos fuera de las ranuras deslizantes y los bloques de instalación superiores están instalados de forma fija en los extremos superiores de los manguitos de los rodillos y se instalan de forma móvil en la pared lateral de la caja del cuerpo a través de los ejes giratorios.

Estos dispositivos mencionados revelan dispositivos basados en tolvas y rodillos para el procesamiento de alimentos ricos en proteína. Sin embargo, no se han divulgado sistema que regular automáticamente el tiempo deseado para que el grano se encuentre dentro de los dispositivos y específicamente para el procesamiento de quínoa.

5

De acuerdo con las anteriores tecnologías, se ha creado una necesidad de proporcionar dispositivos y procedimientos para que se pueda producir un alimento rico en proteína a partir de grano de quínoa a partir de medios mecánicos y no químicos.

10

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención revela una máquina diseñada específicamente para obtener una fracción o flujo con alta concentración de proteína de quínoa, a través de molienda diferencial y tamizado específico, sin el uso de sustancias químicas y bajo gasto energético y eficiencia en tiempo.

15

La máquina permite la alimentación del grano de quínoa con un contenido inicial de entre 14 y 15% de proteína y una humedad entre el 5 y 6% a la entrada de la tolva.

20

El grano debe estar debidamente desaponificado o escarificado, es decir, se le debe haber retirado la cascarilla de saponina previamente en un equipo convencional para tal fin, en el mismo sentido el grano debe tratarse térmicamente para acondicionar/reducir la humedad, con el objetivo de aumentar la dureza del grano. Se alimenta la máquina con el grano acondicionado a la tolva, la cual posee un sistema de compuerta para regular el paso hacia la cabina de pulido diferencial.

25

Es así como, por gravedad el grano ingresa a un sistema de fricción de discos concéntricos con un coeficiente de fricción dinámico (μ_d) de entre 0.35 y 0.45, con un sistema de regulación de tiempo de residencia del grano de quínoa a través de un dispositivo de inclinación graduable y control de velocidad de giro de discos de pulido.

30

Las partes del grano, perispermo y endospermo, se desintegran por la acción mecánica y son conducidas por gravedad al sistema de separación de tamices cilíndricos concéntricos, donde por tamaño de partícula, se separa la fracción almidonada del grano, el endospermo con proteína y el perispermo con tamaño mayor a 0.45 mm, cada fracción tiene su salida independiente. La

fracción con alto contenido de proteína saldrá con entre el 30% al 38% de proteína (Harina Hiper Proteica).

Otro objeto de la presente invención es un procedimiento para obtener una proteína de granos
5 caracterizado porque comprende: alimentar en la tolva el grano de quínoa pretratado;
desintegrar el perispermo y endospermo de grano en fracciones; tamizar las muestras;
seleccionar el tamaño de partícula apropiada para la fracción pulida y para la fracción de harina
hiperproteica. Este procedimiento se realiza mediante un molino diferencial para obtención de
10 una fracción de proteína. Este molino comprende una tolva de alimentación con una compuerta
de regulación de flujo, una cabina de pulido diferencial, un sistema de discos concéntricos; un
sistema de regulación de tiempo de residencia y unos tamices cilíndricos concéntricos.

DESCRIPCIONES DE LAS FIGURAS

15 Los ejemplos de implementación de la invención se describen a continuación usando los dibujos
adjuntos, que muestran:

La Figura 1 muestra un esquema general del equipo de molienda diferencial de la invención.

20 **La Figura 2** muestra un diagrama de bloques del procedimiento para la obtención de proteína
a partir de grano de quínoa.

La Figura 3 muestra un esquema de un ejemplo de realización de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

25 La harina hiperproteica de quínoa se caracteriza por ser un producto con alto porcentaje de
proteína y ácidos grasos debe almacenarse en un envase con baja permeabilidad al oxígeno. La
mayoría de los alimentos se deterioran más rápidamente a temperaturas altas, por lo que deben
30 controlarse las condiciones de almacenamiento con el objeto de reducir al mínimo las
fluctuaciones de temperatura.

Tanto el grano de quínoa como la harina hiperproteica se deben conservar en las condiciones
apropiadas para garantizar su calidad sanitaria y organoléptica. La degradación de los granos

en almacenamiento se ve afectada por la combinación de tres factores ambientales, tales como temperatura, humedad y contenido de oxígeno.

En cuanto al grano de quínoa, se deben emplear esencialmente sacos tejidos con fibras vegetales (yute, algodón) o fibras artificiales (polipropileno), sin embargo, para la harina hiperproteica, debido a sus propiedades como tamaño de partícula, humectabilidad y alto contenido graso y proteica, debe emplearse previo a los empaques mencionado con anterioridad, un empaque de polietileno que evite derrames y la entrada de oxígeno directo.

Con base en el estudio en las necesidades del mercado, existe la necesidad de harinas hiperproteicas como materia prima para productos alimenticios destinados al consumo humano. El desarrollo de la tecnología hasta el momento contempla el desarrollo y evaluación de cuatro prototipos alimenticios mediante la tecnología de extrusión. Estos prototipos alimentarios son: harina instantánea extruida como snack con probióticos y pasta larga.

Los prototipos de alimentos con el uso de la harina hiperproteica, buscan ser una alternativa de fácil acceso y de rápida preparación o consumo, respondiendo a los hábitos actuales de vida acelerada.

- ✓ El producto alimentario tipo snack con alto valor proteico, adicionados con probióticos esta destinados a personas interesadas en cuidar su salud y mejorar sus hábitos alimentarios.
- ✓ La Harina instantánea, con alto valor proteico, está destinada a personas con necesidades de consumo de proteína y rutinas de vida acelerada, como deportistas y niños.
- ✓ La pasta a partir de harina de quínoa hiperproteica, destinada a consumidores con necesidad de acceder a una alternita de pasta con mayor contenido de proteína con respecto a la comercial.

La presente invención divulga un procedimiento para obtener proteína a partir de grano de quínoa. Este procedimiento se caracteriza porque se compone de las siguientes etapas:

1. Recepción del grano de quínoa: La recepción del grano de quínoa como única materia prima se establece como la primera etapa en la elaboración de la harina hiperproteica. En este paso es fundamental observar ciertas características de color, olor, temperatura de llegada, empaque y etiquetado del producto, así como aplicar el plan de muestreo para medir humedad y realizar pruebas microbiológicas y de análisis proximal aleatoriamente.

Para un proceso de escalamiento a planta piloto, donde la materia prima es de un volumen considerable, debe tenerse en cuenta las siguientes condiciones generales:

- ✓ Las materias primas deben proceder de proveedores autorizados, cumplir las correspondientes Reglamentaciones Higiénico-Sanitarias, estar contenidas en envases adecuados y ser transportadas en condiciones idóneas.
- ✓ Debe comprobarse y conservarse toda la documentación que acredite el origen de las materias primas y demás productos adquiridos.
- ✓ Una vez adquirido el grano de quínoa, su manipulación deberá ser de tal forma que la descarga y el almacenamiento se realicen con rapidez y evitando cualquier deterioro del producto de acuerdo con el estado físico de esta materia prima.
- ✓ Los productos se deben ordenar por lotes y fechas, respetando su modo de conservación.
- ✓ La recepción de materias primas debe realizarse en condiciones que eviten su contaminación, alteración y daños físicos.
- ✓ Cuando la recepción es por bulto se deben comprobar las cantidades recibidas por unidades de carga o por medio unitarizador o por paquetes o por el esquema de carga elaborado, en todos los casos sellados sin abrirlos y verificar las unidades que existen por cada uno de los surtidos en estas unidades de carga.
- ✓ Verificar que los productos recibidos cumplen con las características fisicoquímicas y otras especificaciones pactadas en el contrato.

2. Limpieza. La limpieza corresponde a una operación dirigida a eliminar cualquier fuente de contaminación de tipo físico (tales como piedras, palos, elementos metálicos, etc), microbiano para combatir la proliferación y actividad de los microorganismos que pueden contaminar los alimentos y ser causa de su deterioro y radiológico.

La limpieza se define como la ausencia de suciedad de forma que no sea nocivo para las personas. El proceso de limpieza en la industria alimentaria es contemplado como una fase más del proceso productivo, debido a la alta exigencia de la norma y evitar contaminaciones cruzadas por un incorrecto proceso en superficies y ambientes, y evitar también aquellas provocadas por prácticas inadecuadas en higiene del personal, contaminaciones en superficies o ambientes.

En este caso, la limpieza del grano de quínoa se realiza por medio de proceso de tamizaje. A escala TRL 6, se emplea una limpiadora con dos tamices, en el primer tamiz se retienen las

partículas más grandes tales como palos y piedras, y en el segundo tamiz se retiene el grano de proceso y se elimina lo pasante como tierra, arenas, etc.

3. **Secado:** En general, el secado significa la remoción de cantidades de agua relativamente pequeños, de una cierta materia, en la evaporación, el agua se elimina en forma de vapor a su punto de ebullición, el secado, el agua casi siempre se elimina en forma de vapor con el aire. El objetivo del secado del grano de quínoa consiste en prolongar la vida útil por reducción de su actividad de agua y preparar el grano para las dos etapas posteriores de desaponificación por vía seca y molienda abrasiva para la obtención de harina hiperproteica.

El acondicionamiento de humedad del grano se realiza en hornos rotatorios, en donde se reduce la humedad hasta el 8-6% con temperaturas entre 80 y 90°C, durante 3 minutos 30 segundos de residencia por el equipo rotatorio, es decir empleando la técnica de alta temperatura, corto tiempo con el fin de reducir la humedad del grano de quínoa que ingresa aproximadamente entre 11 y 12% de humedad.

4. **Desaponificado:** Las saponinas son glucósidos de esteroides o de triterpenoides, llamadas así por sus propiedades semejantes a las del jabón. Su característica principal es la de formar gran cantidad de espuma, cuando se encuentra en contacto con el agua. Las saponinas son toxicas debido a esta característica se hace imposible el consumo humano debido a que se pondría en riesgo el sistema digestivo y en si la salud de las personas.

Al tratar de definir los procedimientos para eliminar la saponina se ha estudiado su localización en el grano y se ha encontrado que se sitúa en las coberturas externas, de las cuatro capas que recubren el grano y componen en conjunto la episperma. Las saponinas están localizadas en el pericarpio de las semillas de la quínoa, dan el sabor amargo y su contenido oscila en el rango de 0,1 al 5,0 %.

La saponina es el principal factor anti nutricional de las semillas de quínoa, por lo que es importante retirar esta sustancia del grano que será usado en alimentación humana. Las saponinas se ubican en la cáscara y son las responsables del sabor amargo del grano; su contenido porcentual permite distinguir las variedades de quínoa como dulces (0,11%). Sin embargo, su presencia no se restringe a las semillas, pues también se han detectado en las hojas de la planta (9 g/1000 g) y en menos proporción en las flores y frutos. En estos casos, se considera a las saponinas como un elemento protector frente al ataque de patógenos y

mecanismo de supervivencia frente a los herbívoros, por lo que es lógico que la mayor concentración de esta sustancia se encuentre en los tallos y las hojas.

Debemos considerar que el retiro de la saponina debe hacerse con muy poca antelación a las operaciones y transformación o empaque, ya que el grano desaponificado es ostensiblemente más vulnerable al ataque de hongos y plagas.

Por lo anterior y con el fin de dar cumplimiento a las normas establecidas que establecen que para que esta sea apta para el consumo humano debe estar entre 0,06 y 0,12% de saponina, se realiza el proceso de desaponificado o desamargado de la quínoa mediante un proceso de perlado por abrasión con el fin de eliminar el pericarpio.

Este método de fricción o rozamiento consiste en la separación de la episperma (descascarado) y segmentos secundarios del grano de quínoa, donde se concentra el mayor contenido de saponina, que le confiere el sabor amargo y astringente; el pulido, cuyo efecto consiste en remover las últimas partículas de cáscara y darle al grano un aspecto más liso y limpio, genera la quínoa perlada, producto de superior calidad. Para realizar este proceso, se utilizan medios mecánicos abrasivos presentes en equipos de la figura 1, que ejercen una acción combinada de paletas o tambores giratorios y tamiz estacionario, lo que permite un constante raspado de los granos de quínoa contra las paredes de las mallas. El polvillo desprendido de los granos pasa a través de la malla y es separado por gravedad o mediante uso de succionadores de aire o ciclones.

El nivel de remoción de saponina en el proceso de escarificado está ligado al porcentaje de abrasión; niveles adecuados de abrasión desde el 15% al 30%, garantizan un porcentaje final de saponina por debajo del 0.2%, condición que se cumple para quínoa de variedades dulces.

5. Molienda abrasiva: El proceso de molienda abrasiva tangencial es el proceso desarrollado con el equipo de molienda descrito en la tecnología de equipo y en todo el paquete tecnológico el cual permite pulir el grano de quínoa con el fin de obtener una fracción del grano con un porcentaje mayor de proteína. El proceso de molienda abrasiva cuenta con los pasos de:

- a) Alimentar en la tolva el grano de quínoa acondicionado;
- b) Pulir el grano de quínoa para remover las últimas partículas de cáscara y darle al grano un aspecto más liso y limpio;

- c) Seleccionar el tamaño de partícula apropiada para la fracción pulida y para la fracción de harina hiperproteica.

Este proceso se realiza mediante un equipo de molienda diferencial. El equipo permite la alimentación con tolva la entrada del grano de quínoa (con un contenido inicial de entre 14 y 15% de proteína y una humedad entre el 5 y 6%, el grano debe estar debidamente desaponificado o escarificado, es decir se le debe haber retirado la cascarilla de saponina previamente en un equipo convencional para tal fin, en el mismo sentido el grano debe tratarse térmicamente para acondicionar / reducir la humedad, con el objetivo de aumentar la dureza del grano). Se alimenta el equipo con el grano tratado acondicionado, la tolva posee sistema de compuerta para regular paso hacia la cabina de pulido diferencial, por gravedad el grano ingresa a un sistema de fricción de discos concéntricos con un coeficiente de fricción dinámico (μ_d) de entre 0.35y 0.45, con sistema de regulación de tiempo de residencia del grano de quínoa a través de un dispositivo de inclinación graduadle y control de velocidad de giro de discos de pulido.

15

La figura 1 muestra un esquema general del equipo de molienda. Esta máquina se compone de una tolva de recepción de grano (100) en la parte superior, una estación de pulido diferencial (200), un sistema de tamizado variable (300) y dos salidas donde por una salida (400) se evacuará la fracción almidonada generada y por la otra salida (500) la fracción proteica. El equipo es manipulado mediante un panel de control electrónico (600) que permite modificar las variables del proceso como lo puede ser el tiempo de duración del grano dentro del equipo o la inclinación del sistema de tamizado, y es accionado mediante un motor eléctrico (700).

20

La figura 2 muestra un diagrama del procedimiento previo a la entrada del grano al equipo de molienda diferencial. El diagrama muestra las etapas de:

25

- Limpieza de grano de quinoa: Donde se retira el material extraño, como lo puede ser material vegetal, polvo o piedras que pueda tener el grano.
- Desaponificado del grano: Donde a través de un sistema abrasivo suave se retira la capa del grano que contiene la saponina.
- Tratamiento térmico/acondicionamiento: donde por medio de diferentes tratamientos se reduce la humedad del grano hasta un 6%.

30

Los parámetros utilizados durante el proceso de molienda diferencial son, en la realización preferida de la invención, tales que la tolva (100) tendrá una capacidad de hasta 20 Kg de carga por cada ciclo realizado. La estación de molienda (200) tiene un sistema de modificación de

35

ángulo para ayudar al pulido del grano. Esta operación de pulido se realiza mediante discos concéntricos que rozan la superficie del grano a una velocidad de 2550 a 2900 rpm para lograr un mejor pulido en la superficie. La estación de separación (300) se realiza mediante dos tamices concéntricos con una abertura de 0.5 mm para que por último se proceda con la salida de la parte con almidón y la parte de proteína por dos salidas distintas y por gravedad.

Haciendo referencia a la figura 3, la cual muestra el procedimiento para la obtención de harina hiperproteica conformado por las siguientes etapas:

1. Se recibe la materia prima de un proveedor.
2. Se realiza el pesaje para determinar la cantidad de quínoa que se va a tratar.
3. Se procede a realizar la limpieza del grano seleccionado por tamizaje.
4. Se hace el procedimiento de secado.
5. Se reduce la humedad del grano secado mediante hornos rotatorios.
6. Se realiza la operación de desaponificado mediante un proceso de perlado por abrasión con el fin de eliminar el pericarpio.
7. El grano tratado se pasa por un proceso de molienda abrasiva por medio del equipo mostrado en la figura 1. En esta operación el grano pasa por etapas de pulido y tamizado para separar el perispermo y el endospermo y se separa el grano rico en proteína de la parte con almidón por gravedad.
8. Se realiza análisis de calidad el producto obtenido.
9. El grano tratado se empaca el producto en bolsas plásticas y;
10. Se almacena de forma hermética en un lugar fresco y seco.

EJEMPLO DE REALIZACIÓN DE LA INVENCIÓN

La figura 4 muestra una realización de la presente invención, en la cual se observan los equipos y el balance de masa en cada una de las operaciones unitarias que intervienen para obtener la cantidad deseada de proteína. La tabla 1 muestra la nomenclatura utilizada donde se señala cada una de las etapas y en la figura la fracción de proteína obtenida

Tabla 1. Nomenclatura empleada en la figura 4

<i>Bloque</i>	<i>Detalle</i>
B1	Tolva de almacenamiento
B2	Limpieza por tamizaje

B3	Secado
B4	Desaponificación
B5	Molienda abrasiva
B6	Tolva de almacenamiento

En el siguiente cuadro se presenta el cálculo de rendimiento de cada operación unitaria, con la respectiva identificación de entradas y salidas, tomando como base de cálculo 1000 gr de grano de quínoa entero. Estos datos han sido tomados con experiencia del proceso de escalamiento

5 llevado a cabo en la planta de producción de los aliados comerciales.

Tabla 2. Cálculo de rendimientos de harina hiperproteica

Operación	% de pérdidas	Entrada	Cantidad (g)	Salida	Cantidad (g)
Limpieza	2%	Grano de quínoa entero	1000	Grano de quínoa entero limpio	980
				Limpiezas e impurezas	20
Secado	1%	Grano de quínoa entero limpio	980	Grano de quínoa entero limpio y con H del 5%	896,5
		-	-	Vapor de agua	73,7
		-	-	Perdidas de proceso	9,8
Desaponificado	6%	Grano de quínoa entero limpio y con H del 5%	896,5	Grano de quínoa desaponificado	842,7
		-	-	Pericarpio y residuos	53,8
Molienda abrasiva	64%	Grano de quínoa desaponificado	842,7	Harina hiperproteica	303,4
		-		Subproducto del grano de quínoa	539,3