



TÍTULO DE PATENTE No. 369002

Titular(es): SECRETARIA DE EDUCACIÓN PÚBLICA-TECNOLÓGICO NACIONAL DE MEXICO

Domicilio: Arcos de Belen Núm. 79 Piso 3, Colonia Centro, 06010, Delegación Cuauhtémoc, Distrito Federal, MÉXICO

Denominación: PROCESO DE OBTENCIÓN Y AISLADO DE PROTEÍNA Y GOMA, A PARTIR DE HARINA DE SEMILLAS CON ALTO CONTENIDO DE GOMAS HIDROSOLUBLES.

Clasificación: **CIP:** A23J1/14; A23L11/00; A23L29/238; A61K36/48
CPC: A23J1/14; A23L11/00; A23L29/238; A61K36/48

Inventor(es): MIGUEL ABUD ARCHILA; DANIEL ALEJANDRO PALACIOS LAGUNAS; PABLO ALBERTO FRANCO URQUIJO; PAVEL ANDREI MONTERO DOMÍNGUEZ

SOLICITUD

Número:	Fecha de Presentación:	Hora:
MX/a/2015/008672	3 de Julio de 2015	10:25

Vigencia: Veinte años

Fecha de Vencimiento: 3 de julio de 2035

Fecha de Expedición: 16 de octubre de 2019

La patente de referencia se otorga con fundamento en los artículos 1º, 2º fracción V, 6º fracción III, y 59 de la Ley de la Propiedad Industrial.

De conformidad con el artículo 23 de la Ley de la Propiedad Industrial, la presente patente tiene una vigencia de veinte años improrrogables, contada a partir de la fecha de presentación de la solicitud y estará sujeta al pago de la tarifa para mantener vigentes los derechos.

Quien suscribe el presente título lo hace con fundamento en lo dispuesto por los artículos 6º fracción III, 7º BIS 2 y 59 de la Ley de la Propiedad Industrial; artículos 1º, 3º fracción V inciso a), sub inciso ii), 4º y 12º fracciones I y III del Reglamento del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial; artículos 1º, 3º, 4º, 5º fracción V inciso a), sub inciso ii), 16 fracciones I y III y 30 del Estatuto Orgánico del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial; 1º, 3º y 5º inciso a) y antepenúltimo párrafo, del Acuerdo que delega facultades en los Directores Generales Adjuntos, Coordinador, Directores Divisionales, Titulares de las Oficinas Regionales, Subdirectores Divisionales, Coordinadores Departamentales y otros subalternos del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

El presente oficio se signa con firma electrónica avanzada (FIEL), con fundamento en los artículos 7 BIS 2 de la Ley de la Propiedad Industrial; 3o de su Reglamento, y 1 fracción III, 2 fracción V, 26 BIS y 26 TER del Acuerdo por el que se establecen los lineamientos para el uso del Portal de Pagos y Servicios Electrónicos (PASE) del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, en los trámites que se indican.

SUBDIRECTORA DIVISIONAL DE EXAMEN DE FONDO DE PATENTES ÁREAS BIOTECNOLÓGICA, FARMACÉUTICA Y QUÍMICA

EMELIA HERNÁNDEZ PRIEGO



Cadena Original:
EMELIA HERNANDEZ PRIEGO|00001000000405397295|Servicio de Administración Tributaria|56||MX/2019/95328|MX/a/2015/008672|Título de patente normal|1223|GAGV|Pág(s) 1|84f5Q42A6ycxMozsYaZ1aGNvNoU=

Sello Digital:
O6m0FssKKSrVAu2uAy35efjMHTMDdOD2jfY47TJPgMbg36Yk2IPm/KXOEnoLKjKZiby/kUY98/LX05GaEtkf56bHe mnpM0KT8lvGMBIDcsZikXE9MIPYqc3E2cdoYpHDxYs0QOTIEvs7CYbN3eyK/TLuGTElaQaxGBDKkuh0hYtGUJGeQE 3V/6gTsPmWLTmN50XX2znuTcxhvjGBkMbDrVVarb47Ei0MCzffRRfZ5KLwrd8uJCrdUg7SBJRPoza7T1QN91ESLKYP WryugRy3MMTheXLgxzs7uvRRAAMER6blc1stpfXeTkx36tcA7uYjxO7ErZig8rleUck5YSAA==



PROCESO DE OBTENCIÓN Y AISLADO DE PROTEÍNA Y GOMA, A PARTIR DE HARINA DE SEMILLAS CON ALTO CONTENIDO DE GOMAS HIDROSOLUBLES.

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

5

La presente invención se refiere a un proceso para la obtención de proteína y goma hidrosoluble a partir de semillas del género *Leucaena* y otras semillas con composición similar.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10

Las leguminosas, por su capacidad de fijar nitrógeno en asociación con microorganismos del suelo, suelen tener altos contenidos de proteína en sus semillas. Sin embargo, muchas de ellas también poseen antinutrientes que impiden su uso extensivo en la alimentación humana y aun en la de animales. Algunas leguminosas se adaptan bien a ambientes hostiles para otras plantas, lo que las convierte en una buena alternativa de cultivo para ecosistemas deteriorados. Por ejemplo, *Leucaena leucocephala*, una leguminosa originaria de México, crece en ambientes adversos, tolera la sequía y tiene potencial para reforestación productiva. Una hectárea produce entre 10 y 15 20 toneladas de materia seca comestible, comparadas con 8 o 9 de alfalfa. (Zárate, S. (1987). *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit subsp. glabrata. *Phytología*, 63(4), 304-306). Las semillas 20 de *L. leucocephala* contienen entre 5.1 – 10% de grasa, son ricas en proteína, con un contenido de entre 24.5 y 46% y tienen de 35 – 45% de carbohidratos. Entre esos carbohidratos destaca una goma del tipo de las galactomanas, que está compuesta por 57% de manosa y 43% de galactosa, por lo que es esencialmente similar a la goma guar. Dicha goma se encuentra en una proporción de entre 20-25%. Sin embargo, las semillas de *L. leucocephala* también contienen el aminoácido 25 tóxico mimosina, que representa hasta el 14.8% del contenido total de nitrógeno en las semillas y

es considerado un antinutriente (Sethi, P. y Kulkarni, P.R. (1995). *Leucaena leucocephala*: A nutrition profile. *Food and Nutrition Bulletin-United Nations University Press*, 16(3), 224-237).

Las semillas de *L. leucocephala* son bastante ricas en los aminoácidos esenciales leucina, isoleucina, fenilalanina e histidina, además poseen cantidades moderadas de lisina y metionina (Ahmed, M.E., et al. (2009). Chemical Composition and Amino Acids Profile of *Leucaena leucocephala* Seeds. *International Journal of Poultry Science*, 8(10), 966-970) y altos niveles de calcio y fósforo (Sethi, P. y Kulkarni, P.R. (1995). *Leucaena leucocephala*: A nutrition profile. *Food and Nutrition Bulletin-United Nations University Press*, 16(3), 224-237). La digestibilidad *in vitro* del aislado proteico obtenido a partir de núcleos de semillas de *L. leucocephala* es de 76%, lo que representa una mejora notable comparada con la harina de la misma fuente, que tiene una digestibilidad de 25.3% (Sethi, P. y Kulkarni, P.R. (1993). In vitro protein digestibility of *Leucaena leucocephala* seed kernels and protein isolate. *Food Chemistry*, 46(2), 159-162). Los mismos autores reportan que el aislado proteico de *L. leucocephala* presenta características

funcionales comparables a los del aislado de proteína de soya comercial, al grado de que su capacidad espumante y emulsificante lo hacen un buen sustituto de huevo en pasteles y mayonesa (Sethi, P. y Kulkarni, P.R. (1994). Functional properties of protein isolate from *Leucaena leucocephala* seeds. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 45(1), 35-39).

20

Además del uso que se le da a los productos proteicos por sus propiedades funcionales, también existe una demanda creciente de hidrocoloides naturales provenientes de recursos vegetales. Especialmente las gomas polisacáridas han incrementado notablemente su demanda, debido a que son usadas como ingrediente en una gran cantidad de alimentos industriales semisólidos y

líquidos. Se utilizan ampliamente como fibra dietética, modificadores de textura, agentes

25

gelantes, espesantes, estabilizadores, emulsificantes, agentes de recubrimiento, aglutinantes y modificadores de liberación de fármacos. La mayor parte de las gomas naturales son seguras para el consumo oral y se prefieren sobre gomas sintéticas análogas debido a su no toxicidad, bajo costo y disponibilidad (Amid, B.T. y Mirhosseini, H. (2012). Effect of Different Purification
5 Techniques on the Characteristics of Heteropolysaccharide-Protein Biopolymer from Durian (*Durio zibethinus*) Seed. *Molecules*, 17(9), 10875-10892). La goma polisacárida derivada de las semillas de *L. Leucocephala* ha sido investigada por su potencial uso como adyuvante farmacéutico, no es toxica y se ha reportado como agente de suspensión (Verna, P.R.P. y Razdan, B. (2007). Studies on disintegrant action of *Leucaena leucocephala* seed gum in
10 ibuprofen tablet and its mechanism. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 66, 550-557).

Existen en el estado de la técnica diversas metodologías concebidas para obtener productos o aislados proteicos a partir de harina de leguminosas u otras semillas. Sin embargo, cuando se usan harinas de semillas con gomas, estas también incrementan su solubilidad y generan
15 viscosidad en la solución, complicando la separación de la solución proteica de la harina residual, incluso cuando se lleva a cabo por centrifugación. Del mismo modo, el tamaño variable de los polímeros de gomas dificulta su eliminación usando filtración por membranas. Por ejemplo, siguiendo el proceso mencionado en el ejemplo 1 de la patente US4,208,323 usando harina de semillas de *L. leucocephala* como material de partida, se obtiene una mezcla cuya
20 viscosidad es muy alta y no es posible obtener un el aislado proteico pretendido por dicho proceso. Este problema se debe a que la goma de *L. leucocephala* tiene una viscosidad intrínseca de 3.5 dl/g y presenta comportamiento no newtoniano en concentraciones superiores a 1%, (Nwokocho, L.M. y Williams, P.A. (2012). Rheological characterization of the galactomannan from *Leucaena leucocephala* seed. *Carbohydrate Polymers*, 90(2), 833-838).

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención proporciona un proceso para obtener un producto proteico y un polímero de goma a partir de harina de semillas que posean gomas hidrosolubles; particularmente harina de semillas de *Leucaena leucocephala*. El producto proteico obtenido es de una pureza mayor al 80% y permite la recuperación por separado de la goma mediante un proceso diseñado para controlar sus propiedades reológicas intrínsecas, aprovechando las distintas propiedades fisicoquímicas de ambos polímeros y sus interacciones con el medio para extraerlos en distintas etapas, a la vez que se eliminan también altas concentraciones de compuestos no deseados. El material proteico obtenido de la harina de *Leucaena leucocephala* puede ser la proteína presente en las semillas tal como se encuentra en la naturaleza o con modificaciones genéticas, tratamientos químicos, físicos o enzimáticos. Las leguminosas frecuentemente contienen antinutrientes, lo que impide que sean usadas como alimento en grandes cantidades, ya que pueden presentar toxicidad. Además, varios miembros de esta familia –y del género *Leucaena* en particular– contienen galactomanas en su endospermo, que por sus propiedades reológicas y peso molecular dificultan la extracción de la proteína, obstaculizando un mejor aprovechamiento como alimento humano o animal. La presente invención proporciona un método para resolver ambos problemas –la presencia de goma y antinutrientes– en el producto proteico final.

20

De acuerdo con la presente invención el proceso comprende: a) la extracción de la parte proteica de la harina b) la separación física de la harina y la solución que contiene la proteína, c) la insolubilización de la proteína extraída, d) la separación física de la proteína y la solución de extracción e) el secado de la proteína, f) extracción de la goma presente en la harina residual del paso b), g) separación física de la harina residual y la solución con goma h) insolubilización de la goma en solución, i) separación de la goma insolubilizada y j) secado de la goma.

25

El paso inicial a) del proceso descrito involucra la suspensión de la harina. En éste, la harina previamente o no desgrasada, se suspende en una solución que contenga iones borato en una concentración entre 0.05% y 5% (p/v) a un pH alcalino de entre 7 y 12, ajustado con algún álcali adecuado, por ejemplo, NaOH, Na₂CO₃, o KOH. Preferentemente 0.5% de iones borato y pH 9.

5 Muchas proteínas de semillas son solubles entre pH 8 y 12, por lo que esta solución permite la extracción isoeléctrica de las proteínas. La proporción de la harina suspendida se encuentra en un rango que va de 1:2 a 1:30 con respecto a la solución extractora, preferentemente entre 1:10 y 1:20, dependiendo de la cantidad de proteína y goma presente en el lote. Esta nueva solución debe estar dentro del rango de pH anteriormente mencionado, preferentemente a pH 9 y
10 mantenerse en agitación constante en un lapso de tiempo no menor a 5 minutos, preferentemente 30 minutos. De esta manera, la parte proteica de la harina se solubiliza, mientras que se evita el aumento de viscosidad que genera la goma. Debido a la presencia de iones borato provenientes del ácido bórico o bórax, la goma no se hidrata y tampoco desarrolla viscosidad. El ión borato en esas condiciones, compite con la goma por las moléculas de agua y aún en
15 pequeñas cantidades evita que la goma se hidrate, siempre en un pH mayor a 7. Esto presenta la ventaja de poder aumentar los tiempos de extracción tanto como sea necesario para mejorar el rendimiento. El paso de extracción a) puede realizarse con distintas temperaturas, preferentemente a 25°C, que permite la solubilización de la fracción proteica de la harina mientras se evita daño térmico a la misma.

20

La solución proteica resultante del proceso de extracción puede ser separada b) de la harina residual de cualquier manera conveniente, por ejemplo, filtración, centrifugación, prensado, decantado o una mezcla de las anteriores. Preferentemente empleando centrifugación a 3220 xg durante 20 min. Gracias a que el paso extractivo de nuestra invención produce una solución libre
25 de goma, es posible que la solución pueda ser reconcentrada. En otro aspecto de la invención,

nuestro proceso permite que la solución del paso b) sea reconcentrada mediante el empleo de cualquier técnica de membrana selectiva conveniente, por ejemplo, diafiltración o ultrafiltración en una operación continua o en lote, técnicas que permiten el paso de compuestos de bajo peso molecular como carbohidratos, pigmentos, factores antinutricionales y proteínas de bajo peso molecular; preferentemente una membrana selectiva para moléculas con peso molecular de 50,000. Dichas técnicas no se pueden efectuar con goma presente en la solución, ya que el grado de polimerización de la goma es muy variable e impide separarla de proteínas con tamaños similares. Se ha demostrado que con el empleo adecuado de estas técnicas se disminuye la cantidad del antinutriente ácido fítico, partiendo de un concentrado proteico de una harina sin gomas (Patente US4,208,323).

Posteriormente se realiza la insolubilización de la proteína extraída c). Existen diversos métodos con los que se logra la insolubilización de la proteína extraída. Entre estos se encuentran la adición de sales, solventes orgánicos o precipitación isoeléctrica. Preferentemente la insolubilización es llevada a cabo mediante precipitación isoeléctrica, ya que el antinutriente mimosina es un aminoácido libre y soluble en agua que con este método no precipita junto con las proteínas. La precipitación isoeléctrica se logra acidificando la solución a un pH de entre 2 y 6, preferentemente 4.5. El pH se puede disminuir con cualquier ácido apropiado, como H₂SO₄ o HCl. En la publicación "Sethi, P. y Kulkarni, P.R. (1993). Fractionation of *Leucaena* seed-kernel proteins based on their solubility characteristics. *Food Chemistry*, 48(2), 173-177", se reportó la eliminación de la mimosina en un 99.1% en la fracción proteica de aislados isoeléctricos partiendo de núcleos de la semilla de *Leucaena leucocephala*. Los autores del trabajo citado separaron la semilla manualmente para obtener el núcleo sin goma ni cáscara. A diferencia de la metodología empleada por los autores, nuestro proceso utiliza la semilla en su totalidad en forma de harina.

25

La separación de la proteína insolubilizada y el resto de los componentes d) se logra de cualquier manera conveniente, por ejemplo, filtración, centrifugación, prensado, decantado o una mezcla de las anteriores. Preferentemente por centrifugación a 3220 xg durante 20 minutos. Después de la separación de la proteína, esta puede ser resolubilizada en una solución de sales neutras, una solución a pH alcalino o una mezcla de los anteriores, para ser precipitada y separada de la solución una o más veces. En otro aspecto de la invención, nuestro proceso permite el uso de lavados con soluciones donde la proteína sea insoluble, con el fin de eliminar compuestos fenólicos y otros compuestos no deseados. La proteína es lavada con agua a pH de entre 2 y 6, con etanol puro o en solución, acetona pura o en solución, o una combinación apropiada de los anteriores. Posteriormente la proteína extraída es secada e) para disminuir su contenido de humedad, lo cual puede llevarse a cabo por liofilización, secado por aspersion, secado al vacío, secado por rodillos o secado en túnel de vacío; preferentemente por liofilización.

La harina residual obtenida del paso b) se emplea para la extracción de goma f). La extracción de ésta se puede llevar a cabo una o más veces, suspendiendo la harina residual en una solución ácida, empleándose en distintas proporciones de acuerdo al contenido de goma. Para una extracción con altos rendimientos es necesario que ocurra la dispersión completa de la goma, pero sin alcanzar una concentración tan alta que provoque una viscosidad excesiva. Para ello la concentración final de goma en la solución debe estar entre 0.1-4%, preferentemente 0.5% (p/v). Para extraer la goma se suspende la harina residual en una solución con un pH menor a 7, ajustada con algún ácido apropiado como por ejemplo H_2SO_4 , o HCl. Esta nueva solución debe tener un pH preferente de entre 2 y 4, manteniéndose en agitación constante en un lapso de tiempo no menor a 5 minutos, en un rango de temperatura que va desde 25 a 90°C, preferentemente 20 minutos a 80°C. En estas condiciones ocurre la hidratación de la goma, dispersión y desarrollo de viscosidad de la manera habitual, permitiendo así la separación de la goma de los otros componentes. La separación de la harina residual y la goma g) se realiza con

cualquier método conveniente, como, por ejemplo, centrifugación, filtración, decantado, prensado o alguna mezcla de estos. Preferentemente centrifugándose a 3220 xg durante 20 minutos. Una vez obtenida la goma en dispersión, para insolubilizarla h) esta se precipita con la adición de 1 o 2 volúmenes de algún solvente orgánico miscible en agua, por ejemplo, etanol, metanol o acetona para su posterior recuperación mediante una separación física i) y secada j) por liofilización, aspersion, secado al vacío, secado por rodillos o secado por túnel de vacío. Preferentemente usando un volumen de etanol de 96° y extrayéndose la goma insolubilizada con una red sólida, para posteriormente ser secada j) en un horno de recirculación a 80°C por 2 horas.

10 *L. leucocephala* y otras leguminosas poseen proteína y goma en su endospermo. Ambos componentes poseen amplias aplicaciones, por lo que nuestra invención es especialmente valiosa para extraer eficientemente ambos polímeros útiles en la industria.

EJEMPLO 1

15

El siguiente ejemplo tiene la finalidad de describir el proceso reivindicado con fines ilustrativos, no limitando la invención únicamente a éste, ni delimitando o excluyendo el uso de otros pasos reivindicados.

20

Como material de partida se usó harina de semillas enteras de *Leucaena leucocephala* molida hasta pasar por un tamiz número 100. Se desgrasó en agitación constante durante 8 horas utilizando dietil éter en una proporción 1:3 harina-solvente. La harina se decantó y el solvente residual se eliminó por evaporación. Se prepararon 2 lotes de solución extractora, uno con ácido bórico al 0.5% y otro usando agua como control. Ambos fueron ajustados a pH 9 utilizando hidróxido de potasio 1M. La harina previamente desgrasada se suspendió en ambos lotes preparados en una proporción 1:15 (harina:solución). Se ajustó el pH a 10.5 y se mantuvieron en

25

agitación durante 30 min a temperatura ambiente (aprox. 20°C). El lote control aumentó su viscosidad a comparación del lote extraído con ácido bórico debido a que la goma se hidrató, modificando así las propiedades reológicas de la solución.

- 5 Una vez transcurrido el tiempo de extracción, ambos lotes se centrifugaron a 3220 xg durante 30 min. La harina residual se guardó para extraer la goma posteriormente. El sobrenadante del primer lote fue llevado a pH 4.5 usando ácido sulfúrico 1N y manteniendo en agitación constante. El lote control no pudo ser llevado al punto isoeléctrico debido a que la viscosidad impidió su homogenización. En consecuencia, éste fue descartado. El primer lote, ajustado a pH 4.5 y
- 10 mantenido en agitación constante durante 15 min fue centrifugado a 4°C por 30 minutos a 3220 xg. El sobrenadante se decantó y la proteína se secó por liofilización. El producto proteico obtenido tuvo una pureza de 81% (N*6.25).

Para determinar si hubo extracción de goma junto con la proteína, se tomó una alícuota de ambos

15 lotes previamente al paso de precipitación con ácido. A dicha alícuota se le agregó etanol de 96° en una proporción 1:1 con el fin de insolubilizar la goma que estuviese presente. En el lote control se formó una masa filamentosa insoluble de color blanco, mientras que en el lote con ácido bórico no se detectó presencia de goma, comprobando que el método es eficiente para disminuir la contaminación de goma en el producto proteico final.

20

La harina residual proveniente del lote con ácido bórico se sometió al proceso de extracción de goma. La harina se suspendió en agua acidificada a pH 3.5 en una proporción 1:15 (harina:solución) a 80°C durante 20 min. Posteriormente se centrifugó a 3220 xg durante 20 min y se separó el sobrenadante del precipitado mediante decantación. Al sobrenadante se le añadió

25 etanol de 96° en una proporción 2:1 (etanol:sobrenadante) para precipitar la goma. La goma se

insolubilizó en la forma de una masa blanca filamentosa que fue separada mecánicamente y secada en un horno de recirculación a 80°C por 2 horas.

REIVINDICACIONES

1. Proceso de obtención y aislado de proteína y goma, a partir de harina de semillas de *Leucaena leucocephala*, que comprende:

5

a) Extracción proteica.

La fracción proteica se extrae suspendiendo la harina en una solución con un pH entre 7 y 12 que contiene iones borato en una concentración de entre 0.05 y 5% (p/v), provenientes de ácido bórico o bórax.

10 b) Separación de la solución proteica.

La harina se separa físicamente de la solución que contiene la proteína por medio de filtración, centrifugación, prensado, decantado o una mezcla de los anteriores.

c) Insolubilización de la proteína.

15 La proteína se insolubiliza por precipitación isoeléctrica, acidificando la solución a un pH de entre 2 y 6 con cualquier ácido apropiado o mediante adición de sales o solventes orgánicos miscibles en agua.

d) Separación de la proteína.

La proteína insolubilizada se separa físicamente de la solución de extracción por medio de filtración, centrifugación, prensado, decantado o una mezcla de los anteriores.

20 e) Secado de la proteína.

Se disminuye el contenido de humedad de la proteína mediante liofilización, secado por aspersion, secado al vacío, secado por rodillos, secado en túnel de vacío o una mezcla de los anteriores.

f) Extracción de la goma.

25 Partiendo de la harina residual del paso b) Separación de la solución proteica, ésta se suspende en una solución a pH menor a 7 y entre 25° y 90°C.

g) Separación de la harina residual.

La harina residual y la solución con goma se separan físicamente por medio de filtración, centrifugación, prensado, decantado o una mezcla de los anteriores.

h) Insolubilización de la goma.

5 La goma se insolubiliza agregando a la solución etanol, acetona u otro solvente orgánico miscible en agua en una o varias etapas.

i) Separación de la goma.

La solución se separa físicamente de la goma insolubilizada mediante filtración, centrifugación, prensado, decantado o una mezcla de los anteriores.

10 j) Secado de la goma.

Se disminuye el contenido de humedad en la goma por medio de liofilización, aspersion, secado al vacío, secado por rodillos o secado por túnel de vacío.

2. Un proceso de acuerdo a la reivindicación 1 donde la harina es usada sin desgrasar, o
15 desgrasada total o parcialmente.

3. Un proceso de acuerdo al paso a) de la reivindicación 1, Extracción proteica, donde la harina residual es susceptible a una o más extracciones proteicas en una solución alcalina, con o sin iones borato presentes.
20

4. Un proceso de acuerdo al paso a) de la reivindicación 1, Extracción proteica, donde la relación de harina y solución empleada se encuentra en un rango que va de 1:2 a 1:30 (harina:solución).

5. Proceso de obtención y aislado de proteína y goma, a partir de harina de semillas de *Leucaena leucocephala* de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque después del paso b)
25

Separación de la solución proteica, se realiza un paso de filtrado de la solución proteica, y se continúa el proceso tal como el descrito en la reivindicación 1.

6. El proceso de conformidad con la reivindicación 5, caracterizado porque la solución proteica se filtra en su totalidad o en parte mediante el uso de una membrana de permeabilidad selectiva,
5 en una o varias etapas.

7. Un proceso de acuerdo al paso c) de la reivindicación 1, Insolubilización de la proteína, donde la insolubilización de la proteína se logra por adición de sales o solventes orgánicos miscibles en agua.

10

8. Proceso de obtención y aislado de proteína y goma, a partir de harina de semillas de *Leucaena leucocephala* de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque después del paso d) Separación de la proteína, se realizan los pasos de: Lavado de proteína y Separación física de la proteína de la solución de lavado, y se continúa el proceso tal como el descrito en la
15 reivindicación 1.

9. El proceso de conformidad con la reivindicación 8 caracterizado porque incluye el paso de Lavado de proteína, en el que la proteína es lavada con agua a pH entre 2 y 6, con etanol puro o en solución, acetona pura o en solución, o una combinación apropiada de los anteriores.

20

10. El proceso de conformidad con las reivindicaciones 8 y 9 caracterizado porque incluye el paso de Separación física de la proteína de la solución de lavado, en el que la proteína es separada de la solución de lavado mediante un proceso seleccionado del grupo de: filtración, centrifugación, prensado, decantado o una mezcla de ellos.

25

11. Un proceso de acuerdo al punto f) de la reivindicación 1, Extracción de la goma, donde la concentración final de goma en la solución debe oscilar entre 0.1-4%.

5 12. Un proceso de acuerdo a los pasos f) Extracción de la goma y g) Separación de la harina residual, de la reivindicación 1, donde la extracción de la goma se puede llevar a cabo una o más veces.

13. Un proceso de acuerdo a la reivindicación 1, donde la proteína extraída, insolubilizada y separada es resolubilizada, precipitada y separada de la solución una o más veces.

10

14. Un proceso de acuerdo a la reivindicación 13, donde la proteína es resolubilizada en una solución de sales neutras, una solución a pH alcalino o una mezcla de los anteriores.

15 15. Un proceso de acuerdo a la reivindicación 1, donde el material de partida es harina de semillas de *Leucaena leucocephala*, como se encuentra en la naturaleza o con modificaciones genéticas dirigidas, tratamientos químicos, físicos o enzimáticos.

20

25

RESUMEN

El presente proceso permite obtener proteína y goma de manera aislada, con un contenido reducido de antinutrientes respecto a la proporción original en la semilla sin procesar. Éste
5 permite aprovechar semillas con alto contenido de proteína, cuyo contenido de goma hidratable dificulta o imposibilita su obtención por métodos previamente descritos en el estado de la técnica. El proceso parte de harina de semillas y comprende la extracción de la proteína en una solución donde la goma no se hidrata, seguido por la separación de la solución proteica y la harina residual. Dicha harina residual se utiliza para la extracción de goma mediante solubilización.
10 Finalmente, la proteína y la goma se precipitan de su respectiva solución y se someten a un método de secado adecuado.