

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 963 048**

51 Int. Cl.:

A23J 1/14 (2006.01)

A23L 11/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.11.2018 PCT/EP2018/081972**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.05.2019 WO19101752**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.11.2018 E 18800996 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.08.2023 EP 3713422**

54 Título: **Procedimiento de tratamiento de semillas proteaginosas para mejorar su valor como alimento**

30 Prioridad:
21.11.2017 FR 1760978

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.03.2024

73 Titular/es:
**VALOREX (100.0%)
La Messayais
35210 Combourville, FR**

72 Inventor/es:
**CHESNEAU, GUILLAUME;
GUILLEVIC, MATHIEU;
GERMAIN, ANTOINE;
JUIN, HERVÉ;
LESSIRE, MICHEL;
CHAPOUTOT, PATRICK;
NOZIERE, PIERRE;
BUREL, CHRISTINE y
LABUSSIÈRE, ETIENNE**

74 Agente/Representante:
GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

Observaciones:

Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 963 048 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de tratamiento de semillas proteaginosas para mejorar su valor como alimento

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de tratamiento de semillas proteaginosas destinado a mejorar su valor alimentario, en particular para animales.

Antecedentes tecnológicos de la invención

10 La alimentación del ganado, como los animales monogástricos como las aves de corral y las gallinas ponedoras, los cerdos y los rumiantes, depende en gran medida de la incorporación de torta de soja en las raciones. La mayor parte de esta materia prima procede de Sudamérica, lo que plantea una serie de problemas en términos de autonomía proteínica y sostenibilidad, entre otras cosas por los retos competitivos que plantean las elevadas expectativas sociales y medioambientales.

Debido a su alto contenido en proteínas, la harina de soja se ha convertido en una fuente de proteínas ampliamente aceptada para la alimentación animal. Hoy en día, la mayor parte de la harina de soja utilizada en Francia es importada y OGM, y su trazabilidad está siendo cuestionada (Gourdouvelis et al., 2012).

15 Al mismo tiempo, surgen nuevas expectativas sociales en Francia (diversidad alimentaria, origen de los productos, impacto medioambiental, calidad de los productos, etc.) y, hoy en día, el uso de la soja en la producción animal se ve amenazado por el riesgo de una nueva crisis social (Delanoue et al., 2015).

20 En ganadería, satisfacer las necesidades proteicas es esencial para alcanzar los objetivos de rendimiento zootécnico. Sin embargo, casi la mitad de las materias primas ricas en proteínas utilizadas en la alimentación animal en Francia son importadas, la mayor parte de las cuales corresponde a más de 3 millones de toneladas de harina de soja al año (Bouvarel et al., 2014).

25 Con Asia importando cada vez más soja, la escasez relativa y la volatilidad de los precios de la soja están afectando a los ingresos de los agricultores. En consecuencia, uno de los principales retos de la producción ganadera es depender menos de la harina de soja y, por tanto, encontrar alternativas para reducir la necesidad de importar harina de soja (Bourin y Bouvarel, 2015), garantizando al mismo tiempo la rentabilidad económica de las explotaciones, en particular tratando de optimizar el rendimiento de sus herramientas de producción, pero también de rentabilizar más sus productos.

30 Además, cuando se trata de animales domésticos como perros y gatos, sus dueños se preocupan mucho por la calidad de los alimentos que les compran, en particular para darles vitalidad y protegerlos de ciertas enfermedades metabólicas, digestivas o alergias.

35 En los países occidentales, dos tercios de las necesidades humanas de proteínas se cubren con proteínas de origen animal. Pero está surgiendo una nueva demanda de vegetarianismo, y las semillas ricas en proteínas se incorporan cada vez más directamente a la dieta humana. Las habas de soja representan la mayor parte de esta ingesta, pero por las mismas razones fisiológicas que los animales, los seres humanos deberían poder acceder a fuentes de proteínas vegetales en forma de semillas cuyo valor nutritivo se haya mejorado. Por lo tanto, lo que se describe a continuación para los animales también es válido para los seres humanos. En las líneas siguientes y en las reivindicaciones, debe entenderse que el hombre pertenece a los animales mamíferos monogástricos.

40 En Francia, hay una falta de diversidad dentro de los cultivos, que son principalmente cereales y cuyos rendimientos proteicos están garantizados por el uso de fertilizantes nitrogenados y pesticidas (Messéan et al., 2014). Por ello, los agricultores buscan sistemas de cultivo de alto rendimiento, sostenibles y viables, gracias en parte a nuevos modelos de rotación de cultivos que consumen menos insumos (abonos nitrogenados, pesticidas) y ofrecen precios remuneradores.

Numerosos retos están a la orden del día para responder a las múltiples expectativas de consumidores y ciudadanos, a saber :

- 45
- Alimentos sostenibles con beneficios nutricionales, mayor naturalidad y biodiversidad y accesibilidad generalizada;
 - El origen local de los productos agrícolas y alimentarios;
 - Procedimientos de producción sin OGM;
 - Protección del medio ambiente con menos emisiones de gases de efecto invernadero, menor uso de productos fitosanitarios, etc.
- 50

Por último, cada eslabón de la cadena alimentaria expresa expectativas que pueden resumirse del siguiente modo:

Agricultores: ampliar la rotación de cultivos, diversificar la rotación de cultivos, hacer más robusto su sistema de producción;

Ganaderos: producción y consumo local de proteínas para raciones animales;

5 Dueños de mascotas: una dieta equilibrada y sana;

Consumidores: consumidor "local", sin OGM, con mayor densidad nutricional.

Pero hay otras, de influencia significativa, expresadas por :

Las instituciones: limitar el uso de importaciones de soja, abonos nitrogenados y pesticidas, y aumentar la producción francesa y europea de proteínas vegetales;

10 Empresas de todo el sector alimentario: en busca de diferenciación y valor añadido en un clima económico tenso;

Empresas de tipo agrícolas: parte de una amplia red de servicios y productos.

Hay muchas maneras de proporcionar soluciones parciales para satisfacer estas numerosas expectativas:

- para los consumidores, por ejemplo :

15 * productos biológicos... pero no son suficientemente asequibles para satisfacer al mayor número posible de consumidores.

- para los ganaderos, por ejemplo :

* forraje de gramíneas o leguminosas para sustituir el ensilado de maíz, pero esto sólo será una sustitución parcial en muchas explotaciones lecheras.

20 * los coproductos como la paja o la torta oleaginosa también aportan proteínas adicionales, pero deben limitarse para mantener el rendimiento;

* los aminoácidos sintéticos representan otra forma de contribución y estrategia, pero sólo responden a las principales preocupaciones de los criadores, no a las de los cultivadores o los consumidores.

- para los agricultores, por ejemplo:

25 * algunas regiones tienen cultivos distintos de los cereales y las oleaginosas, como la remolacha, la patata, el lino textil, etc., pero no son ni mucho menos suficientes para cubrir la totalidad de la producción francesa.

Estos ejemplos demuestran que cada eslabón, por separado, puede aportar algunas soluciones, pero siguen siendo parciales en relación con las numerosas expectativas mencionadas anteriormente y, sobre todo, no están integrados aguas arriba y aguas abajo, lo que significa que no es posible añadir valor a los productos de nuestros agricultores y ganaderos, en particular reconociendo los beneficios para los consumidores y los ciudadanos.

30 Sin embargo, una solución integrada parece tener un potencial considerable para "satisfacer" nuestros campos, nuestros comederos y nuestros platos.

Las proteaginosas o leguminosas de grano podrían constituir una interesante estrategia de diversificación de cultivos (cultivadas solas o en asociación con cereales anuales), satisfaciendo al mismo tiempo la demanda de autonomía proteica de la ganadería y de las zonas locales.

35 La integración de leguminosas en las rotaciones de cultivos es interesante desde el punto de vista agronómico, tanto en sistemas convencionales como ecológicos, y contribuye a reducir el calentamiento global (Magrini et al., 2016, Schneider et al., 2017).

40 De hecho, son capaces de fijar el nitrógeno atmosférico en el suelo gracias a las bacterias contenidas en los nódulos de sus raíces, limitando el uso de fertilizantes nitrogenados, responsables de la mitad de las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la agricultura.

45 Por otro lado, las leguminosas también son de interés agronómico y económico al mejorar el rendimiento de las plantas y reducir los costes de los insumos (Magrini et al., 2016, Schneider et al., 2017). La inclusión de leguminosas aumenta el rendimiento de los cereales posteriores. Así, teniendo en cuenta únicamente los efectos del "rendimiento" y de la "reducción de la fertilización nitrogenada", la ganancia de margen bruto para un cultivo de trigo tras el cultivo de proteaginosas (conocido como trigo proteaginoso) es de unos 160 €/ha en comparación con un cultivo de trigo (es decir, un cultivo de trigo tras un cultivo de trigo anterior) (Terres Univia, 2016, Magrini et al., 2016).

Las semillas proteicas son una fuente importante de proteínas y energía, en forma de almidón en el caso de los guisantes y las habas. Además, estas proteínas son más ricas en aminoácidos como la lisina que las proteínas de cereales, lo que las hace aún más útiles para equilibrar las raciones de los animales.

Los valores nutricionales de las semillas proteicas de guisantes, habas y altramuces se presentan en la tabla siguiente.

	GUISANTES	HABAS DE COLOR	ALTRAMUZ blanco	ALTRAMUZ amarillo	ALTRAMUZ azul
Materia seca (%)	86,4	86,5	88,1	88,8	90,3
Proteína bruta (%)	20,7	25,4	33,4	37,5	30,3
Contenido bruto de grasa (%)	1,0	1,3	8,4	4,8	5,4
Fibra bruta (%)	5,2	7,9	12,0	14,7	14,2
Ceniza bruta (%)	3,0	3,3	3,5	4,1	3,2
Almidón (%)	44,6	38,3	7,1	5,4	4,3
Lisina (% MAT)	7,3	6,5	4,9	4,8	5,0
Metionina (% MAT)	1,0	0,7	0,8	0,7	0,9
Calcio (g/kg)	1,1	1,4	2,7	3,0	2,6
Fósforo (g/kg)	4,0	4,6	3,8	4,6	3,4
Energía bruta (kcal/kg)	3770	3870	4460	4245	4380

MAT = Materia Nitrogenada Total (Fuente : Tabla de composición y valor nutricional de las materias primas destinadas a la ganadería., INRA, 2002; Heuzé V., Thiollet H., Tran G., Lessire M., Lebas F., 2018. Semillas de altramuz amarillo (Lupinus luteus). Feedipedia, un programa del INRA, el CIRAD, la AFZ y la FAO. <https://www.feedipedia.org/node/23097> Última actualización el 17 de mayo de 2018, 10:41))

5

Sin embargo, aunque tienen un potencial nutricional interesante, las semillas proteicas siguen siendo infravaloradas por las distintas especies debido a su baja digestibilidad y a la presencia de numerosos factores antinutricionales.

Si observamos el ritmo al que los animales monogástricos y los rumiantes aprovechan la energía y las proteínas de las distintas semillas, vemos rápidamente que existe un importante potencial nutricional no utilizado, del orden del 40-50% de la energía y del 20% de las proteínas (según el INRA, 2002).

Estas semillas proteicas contienen numerosos factores antinutricionales que pueden limitar su uso. En consecuencia, sólo pueden incorporarse a los piensos de forma limitada, y existen inconvenientes técnicos que pueden resumirse en una dificultad real para hacer que las semillas proteaginosas sean competitivas con otras fuentes de proteínas, sobre todo en las especies monogástricas.

Los principales factores antinutricionales señalados son los siguientes:

Taninos :

Los taninos son compuestos fenólicos termolábiles que se encuentran en la piel de las semillas y se sabe que reducen la digestibilidad de las proteínas por los animales monogástricos porque se unen a las proteínas antes de que sean digeridas, formando complejos insolubles.

El contenido en taninos está relacionado con el color de la semilla e incluso de las flores (Myer et al., 2001). La incorporación de habas ricas en taninos provoca una menor digestibilidad in vitro (Bond, 1976) y una menor digestibilidad in vivo en aves de corral, mientras que las variedades sin taninos presentan una mayor digestibilidad de

proteínas y aminoácidos (Gatel, 1994; Crépon et al., 2010). Los taninos reducen la retención de la fracción nitrogenada de la ración en los animales monogástricos, lo que provoca una reducción de la tasa de crecimiento y de la eficacia alimentaria (Carré y Brillouet 1986; Garrido et al 1988), así como del peso de los huevos (Martin-Tanguy et al 1977).

5 Existen variedades de habas sin taninos. Sin embargo, su rendimiento agronómico es deficiente, lo que hace que no sean aptos para la producción actual.

El contenido en taninos de las semillas de haba es muy variable, con un valor medio igual a 0,49 g/100 g de materia seca y un máximo igual a 1,70.

En la semilla de guisante, los taninos están ausentes o presentes en niveles medios de 3,9 g/100 g de materia seca.

Vicina y convicina :

10 Los cotiledones, o granos, de las semillas de haba contienen vicina y convicina. Se trata de glucósidos termoestables (Muduli et al 1982) responsables del favismo en las poblaciones humanas que sufren de deficiencia de glucosa-6-fosfato deshidrogenasa.

15 No se ha demostrado que la vicina y la convicina afecten a la digestibilidad de la haba en los cerdos, pero sí que disminuyen el peso del huevo en las gallinas ponedoras (Lesser et al., 2005 y Gatta et al., 2013) y la intensidad de la puesta (Muduuli et al 1981). Los estudios establecieron muy pronto que la vicina y la convicina reducían la producción de huevos en gallinas ponedoras (Guillaume et al., 1977, Fru-Nji et al, 2007, Olaboro et al., 1981).

Existen variedades sin vicina y sin convicina. A diferencia de las que ya no tienen taninos, presentan la ventaja de alcanzar un rendimiento agronómico muy satisfactorio (Duc et al., 1999).

Los niveles encontrados en las semillas de haba varían de 0,02 a 1,49 g/100g (Khamassi et al. 2013).

Factores antitripsicos :

20 Los inhibidores de la tripsina y la quimotripsina son inhibidores de la proteasa (y la amilasa) que se unen a la tripsina en el intestino delgado, impidiendo la digestión de las proteínas. Su ingestión va acompañada en ratas, cerdos y, en menor medida, pollos, de una mayor pérdida de proteínas endógenas, en forma de un complejo inhibidor-enzimático, rico en aminoácidos azufrados, que se excreta (Liener 1979). Este fenómeno acentúa la deficiencia de estos aminoácidos en las semillas de leguminosas, ralentizando el crecimiento del animal. La disminución de la concentración de enzimas en el intestino delgado provoca simultáneamente hiperactividad e hipertrofia del páncreas. Estas moléculas, que son proteínas, son relativamente termolábiles.

30 En los guisantes, los inhibidores de la tripsina son el principal factor antinutricional, representando algo menos del 2% del contenido en proteínas (la soja cruda contiene 8 veces esta cantidad). Existen grandes diferencias varietales en los factores antitripsicos. La actividad inhibidora de la tripsina de 33 variedades europeas de guisantes de primavera oscilaba entre 1,69 y 7,56 unidades inhibidoras de la tripsina (UTI), mientras que la de los guisantes de invierno era de 7,34-11,24 UTI (Leterme et al., 1998). En el caso de las habas, el contenido en inhibidores de la tripsina es inferior, con un valor medio de 2,9 TIU (0,88 a 6,25).

Lectinas :

35 Este grupo de compuestos, muy extendido en el reino vegetal, es muy polimórfico. Se trata de glicoproteínas termosensibles, cuya característica común es su afinidad por los azúcares, lo que explica sus propiedades de aglutinación de glóbulos rojos in vitro (las lectinas se combinan con residuos glicosilados presentes en las paredes de los glóbulos rojos), en grados variables según la lectina y la especie animal de que se trate (Liener 1986). Actúan en el intestino delgado interfiriendo en la absorción de los productos finales de la digestión al unirse a las células epiteliales y alterarlas (Dixon et al., 1992). Su ingestión provoca un retraso en el crecimiento, que aún no se explica bien.

40 Representan aproximadamente el 2,5% de la proteína del guisante (Perrot, 1995) y del 2,0 al 13,0% de la proteína de la haba.

Alcaloides :

45 Las variedades anteriores de altramuces se consideraban amargas. Contenían un alcaloide tóxico (lupanina) y no se recomendaban para la alimentación animal sin tratamiento previo. Se ha establecido que niveles elevados de ciertas variedades de altramuces que contienen estos alcaloides pueden causar efectos indeseables en términos de reducción del rendimiento del crecimiento y del consumo de pienso.

Sin embargo, con los avances de la genética, se han obtenido variedades dulces (con bajo contenido en alcaloides) que ya no plantean problemas de palatabilidad.

50

Oligosacáridos :

5 Se trata de pequeños polímeros termoestables de hidratos de carbono. El ganado y los animales domésticos no tienen alfa-galactosidasa, la enzima necesaria para hidrolizar el enlace entre la galactosa y la glucosa o entre dos moléculas de galactosa. Estas moléculas no atraviesan la pared intestinal, por lo que se encuentran intactas en el colon, donde son metabolizadas por los microorganismos presentes, provocando un deterioro del rendimiento del crecimiento ligado a una disminución de la ingesta. La fermentación resultante provoca molestias digestivas (flatulencia, diarrea) que pueden ralentizar la ingesta de alimentos (Díaz et al., 2006, Kaysi y Melcion, 1992). Este deterioro del crecimiento se acentúa cuando aumenta la incorporación de altramuz. Los resultados de experimentos con cerdos demostraron que los oligosacáridos afectaban negativamente a la digestión aparente de proteínas, grasas y ciertos minerales. Además, grandes cantidades de oligosacáridos aumentaron el peso en vacío del intestino delgado. Dado que los tejidos de 10 órganos como el tracto intestinal son metabólicamente muy activos, se necesita más energía para mantener el metabolismo básico del animal, lo que deja menos energía para el crecimiento.

Las semillas de altramuz blanco contienen entre un 7 y un 14% de α -galactósidos, el más importante de los cuales es la estaquiosa (2,8%), seguida de la sacarosa (1,8%), la rafinosa (0,4%) y la verbascosa (0,3%) (Zduncryk et al. 1996, Saini, 1989). El nivel de oligosacáridos puede depender de la variedad, pero también de las condiciones de cultivo y cosecha (Pisarikova et al., 2009). Existe una relación entre el contenido de estaquiosa y verbascosa y la flatulencia, mientras que la rafinosa parece tener un efecto menor. Las semillas de habas y guisantes también los contienen, aunque en menor medida, como muestra la tabla siguiente.

g/100g MS	Estaquiosa	Rafinosa	Verbascosa
Lupin	2,8 - 5,3	0,4 - 1,1	1,4 - 2,0
Guisantes	2,3 - 2,6	0,5 - 0,6	2,2 - 3,4
Habas	0,8 - 1,6	0,1 - 0,4	2,5 - 3,4

Opazo et al, 2012; Ezierny et al, 2010

20 **Ácido fítico :**

El ácido fítico es la principal forma de almacenamiento de fósforo en muchos tejidos vegetales. El fósforo en esta forma no está disponible para los no rumiantes, debido a la falta de la enzima fitasa que separa el fósforo de las moléculas de fitato.

25 El ácido fítico es un importante quelante de minerales como el calcio, el magnesio, el hierro y el zinc, por lo que puede contribuir a las deficiencias minerales. En menor medida, también se une a las proteínas y al almidón, reduciendo la disponibilidad de estos nutrientes en el tracto digestivo.

La concentración de ácido fítico en las habas es del orden del 0,2 al 0,7% en peso seco.

El uso de fitasas incorporadas a los piensos para monogástricos está actualmente muy extendido y representa la principal forma de controlar este factor antinutricional.

30 **Fibra :**

Los animales monogástricos en general tienen una capacidad limitada para digerir la fibra. Las semillas proteaginosas son relativamente ricas en ellas: 5,2%, 7,9% y 11,4% de celulosa bruta en las semillas de guisante, haba y altramuz blanco, respectivamente. Por lo tanto, estas fibras también representan una categoría de factores antinutricionales que conviene destacar, sobre todo en el ganado monogástrico joven, como pollos, lechones y peces, pero también en 35 animales domésticos jóvenes, como perros y gatos.

Estas fibras no sólo tienen una baja digestibilidad, sino que también proporcionan una menor digestibilidad de las proteínas y otros nutrientes, dado que actuarán como una "barrera" para las enzimas digestivas de los animales limitando su accesibilidad; y un papel de obstrucción en el intestino limitando la asimilación de nutrientes.

40 En resumen, de lo anterior se desprende que es necesario tener en cuenta una serie de factores antinutricionales presentes en las semillas proteicas si queremos avanzar hacia un uso menos limitado de estas semillas en las raciones para animales monogástricos y hacia una mejora de su valor nutricional y metabólico.

Problema técnico a resolver

Existen muchas limitaciones para el uso de semillas proteicas en la nutrición animal, relacionadas con barreras técnicas y económicas.

Desde un punto de vista técnico, el reto consiste en reducir el efecto de los factores antinutricionales y mejorar los valores de digestibilidad energética y proteica de las semillas.

5 Y desde el punto de vista económico, ninguna implementación técnica ha logrado aún superar el desafío de ser económicamente viable, dados los usos extremadamente poco desarrollados de las semillas proteicas en animales monogástricos, tanto en sistemas convencionales como orgánicos.

Existen dos formas principales de mejorar el valor nutricional de las semillas proteicas: el fitomejoramiento y los procedimientos tecnológicos de tratamiento de semillas.

10 En cuanto a la selección varietal, algunos factores antinutricionales ya han sido objeto de selección varietal, algunos de ellos con éxito, es decir, con el despliegue de estas variedades entre los agricultores: es el caso, en particular, de los taninos en los guisantes, de las vicinas y convicinas en las habas, y de los alcaloides en los altramuces.

Pero para muchos factores antinutricionales de estas especies vegetales, la palanca genética no ha demostrado su eficacia sobre el terreno. Además, las variedades con bajos niveles de determinados factores antinutricionales son variedades de bajo rendimiento.

15 Paralelamente a los trabajos de selección varietal sobre los factores antinutricionales, se han probado numerosos procedimientos tecnológicos para reducir o eliminar los factores antinutricionales y/o mejorar los valores nutricionales y de digestibilidad de las semillas.

Los diversos procedimientos probados hasta la fecha implican enfoques mecánicos, térmicos, termomecánicos o enzimáticos.

20 Cabe señalar que la bibliografía sobre procedimientos tecnológicos para el tratamiento de semillas proteicas es muy heterogénea, parcial, poco informativa y, en general, antigua.

Varios estudios publicados han intentado comparar una tecnología con un control no tratado, o comparar dos tecnologías entre sí. O utilizando diferentes técnicas de evaluación in vitro y/o estudios in vivo en condiciones variables.

25 De hecho, los resultados parciales de la literatura son antiguos y no han tenido en cuenta el desarrollo de las tecnologías en los últimos 30 años; y sólo presentan comparaciones entre tecnologías, sin considerar realmente la optimización de dichas tecnologías o, mejor aún, combinaciones de tecnologías.

Por este motivo, la bibliografía actual no permite extraer conclusiones claras sobre las tecnologías y los parámetros correspondientes que deben utilizarse, en particular con vistas a la aplicación industrial.

Por otra parte, los estudios in vivo, que en general son bastante antiguos, se han realizado en su mayor parte en animales con una genética menos productiva y piensos menos adaptados a los sistemas de alimentación actuales.

30 La selección genética de animales, cuyo índice de consumo de pienso aumenta una media del 2,5% anual, se realiza para la producción mundial, utilizando piensos a base de maíz y soja, que son los utilizados convencionalmente (Schmidt et al, 2009; Zuidhof et al, 2014).

Esto no permite utilizar de forma óptima materias primas con una gama más amplia de fuentes de energía y proteínas, como las semillas proteicas.

35 Esta es la razón por la que los efectos de los FAN (Factores Antinutricionales), las variedades vegetales y las tecnologías pueden probablemente amplificarse utilizando los actuales modelos de evaluación animal in vivo. Porque en este contexto, cada vez es más difícil hacer rendir las semillas proteicas actuales.

Es en este sentido que, aunque muchos tratamientos tecnológicos han sido probados en el pasado, algunos de ellos merecen ser reexaminados en el contexto técnico y económico actual.

40 Los principales tratamientos probados hasta la fecha en estas semillas proteicas son los siguientes:

Tratamientos mecánicos :

45 Los tratamientos mecánicos "convencionales", como la molienda y la micronización, destruyen la estructura inicial de las semillas al romper las paredes celulares y los gránulos de almidón. Estos tratamientos permiten descomponer el material en partículas más pequeñas mediante molienda gruesa (partículas de 5 mm) o molienda fina (rejilla de 2-3 mm), es decir, por trituración, estallido (molino de martillos) o cizallamiento (molino de cuchillas o de rodillos).

El tamaño de las partículas obtenidas y su daño determinan el grado de exposición de los constituyentes bioquímicos a los agentes digestivos (microbios del rumen o enzimas intestinales) y, por tanto, la velocidad de su digestión. La estructura de los tejidos se conserva en gran medida. Sin embargo, la trituración con una rejilla de 3 mm o incluso de 1 mm, seguida de aglomeración, destruye la estructura del tejido.

Mientras que la digestibilidad puede mejorarse, en particular en el caso de la micronización, aumentando la digestibilidad del almidón (en cerdos y aves de corral) y de la proteína (sólo en cerdos, sin efecto en aves de corral), no hay impacto en los factores antinutricionales.

5 El descascarado elimina las cáscaras o pieles de las semillas, que sólo contienen celulosa, fibra, ciertos factores antinutricionales y contaminantes.

El descascarado es una separación mecánica del grano de la cáscara, más comúnmente utilizada para los guisantes, la haba y la soja. El objetivo es reducir el contenido de celulosa para enriquecer la materia prima y mejorar el valor de las semillas eliminando algunos FAN presentes en la cáscara, como los taninos.

10 El descascarado consiste en eliminar la película (membrana fina) que rodea el grano y presenta las mismas ventajas que el descascarado.

Estos dos procedimientos permiten concentrar ciertos nutrientes, como las proteínas y las grasas, y separar sólo una parte de los FAN contenidos en estas películas.

Tratamientos térmicos :

15 Los tratamientos térmicos incluyen la granulación, el tostado, la descamación y el autoclave: la acción del calor se combina con la de la hidratación externa en forma de agua o vapor a presión reducida (larga cocción húmeda a temperatura moderada). El tostado y la esterilización en autoclave tienen un efecto mayor que la descamación y la granulación.

Estos procedimientos tienen efectos positivos más o menos significativos sobre el valor energético en particular, pero no se utilizan mucho en nutrición animal por falta de rentabilidad.

20 Por lo que se refiere al tostado y al jet-sploding, cocción corta y seca a temperaturas muy elevadas con transmisión de calor por conducción, convección y radiación, no se ha demostrado ninguna prueba de eficacia hasta la fecha. De hecho, este procedimiento apenas modifica la granulometría y, por tanto, la integridad del tejido de la semilla.

Tratamientos termomecánicos :

25 El curado-extrusión es una operación compleja equivalente a varias operaciones unitarias: mezclado, curado y conformado. Cada una de estas operaciones puede modularse, en función del material a procesar y del producto a obtener, mediante la elección adecuada de los parámetros de control de la máquina.

30 Accionado por tornillos, el material se somete durante un tiempo muy corto (de 20 a 60 s) a altas temperaturas (de 100 a 200°C), a altas presiones (de 5 a 15 MPa) y a un cizallamiento más o menos intenso. Bajo la acción de estos parámetros físicos, el material sufre cambios físico-químicos y se homogeneiza. Su salida a través de la matriz le da su forma final. La repentina caída de presión durante la extrusión desencadena la vaporización instantánea del agua presente, lo que puede provocar una expansión característica del producto.

Las primeras cocedoras-extrusoras eran de un solo tornillo. Los equipos de segunda generación son los de doble husillo (con dos husillos paralelos, tangenciales o copenetrantes, que giran en el mismo sentido o en sentidos opuestos); su utilización es más flexible y, sobre todo, permiten trabajar con mayor regularidad.

35 Este procedimiento de cocción-extrusión destruye una parte del FAN y mejora la digestibilidad de las semillas, pero los resultados son variables y no siempre reproducibles si no se controlan los numerosos parámetros que intervienen (tipo de máquina (tornillo simple / doble tornillo), limitaciones mecánicas (tipo de tornillo, cierre, velocidad, matriz, etc.), limitaciones térmicas (agua, vapor, duración, etc.), limitaciones de presentación (matriz para harina, croquetas, etc.)).

40 Sin embargo, los procedimientos termomecánicos no son bien conocidos para la mayoría de las proteaginosas y aún no se han desarrollado.

Tratamientos enzimáticos :

45 Todos los animales segregan enzimas para digerir los alimentos. Sin embargo, el procedimiento digestivo del animal no es 100% eficiente. Por ejemplo, los cerdos y las aves de corral no digieren entre el 15 y el 25% de los alimentos que ingieren. La adición de enzimas exógenas a los piensos, sobre todo para animales monogástricos, mejora la digestibilidad de almidones, proteínas, fibras y minerales. Esta contribución enzimática mejora el rendimiento del crecimiento y reduce los residuos en el medio ambiente.

La suplementación enzimática se lleva a cabo utilizando una enzima comercial aislada seleccionada sobre la base de algunas actividades enzimáticas. Los ensayos han demostrado el valor de esta técnica para mejorar el valor nutritivo de las proteaginosas, pero no ha resultado económicamente viable.

50 **Tratamientos tecnológicos y gelatinización del almidón, desnaturalización de las proteínas y disponibilidad de la materia grasa :**

La temperatura, la presión y la humedad afectan a los componentes de los alimentos. En muchos procedimientos, la temperatura es uno de los factores que más altera la estructura del almidón (Pan et al., 2017; Wang et al., 2016a; Zhang et al., 2014). Pero cuando se fija la temperatura de calentamiento, el contenido de agua o la presión desempeñan un papel igualmente importante en la alteración de las estructuras y el aumento de la digestibilidad del almidón (Wang et al. 2017b). Sin embargo, es importante considerar todos estos parámetros juntos, ya que los mismos efectos, como la desnaturalización de las proteínas, la gelatinización del almidón y sus interacciones, pueden conseguirse mediante diferentes combinaciones de estos parámetros. Por ejemplo, en el extremo, la gelatinización puede lograrse a temperatura ambiente mediante tratamiento bajo presión hidrostática. A temperatura y tiempo de transformación constantes, el grado de gelatinización aumenta con la presión. Cuanto mayor sea la temperatura, menor será la presión para una gelatinización completa. A temperatura y presión constantes, el grado de gelatinización aumenta con la duración del tratamiento.

Un buen ejemplo es la gelatinización del almidón, que corresponde al paso de la matriz de un estado sólido o granular a un estado vítreo y después a un estado líquido (Cuq et al., 2003). La transición a los distintos estados depende de parámetros tecnológicos como la presión, la temperatura, la duración y el contenido de agua. La temperatura de transición sólido-vidrio puede variar en función de las condiciones de humedad y presión. A este nivel, la matriz pasa de un estado sólido a un estado gomoso móvil (Keetels, 1995; Behnke, 2001). Del mismo modo, la temperatura de fusión, de vítrea a líquida, también depende de las condiciones de humedad y presión. A esta temperatura, la matriz se vuelve líquida (Keetels, 1995). El alcance de la transformación depende principalmente de la duración y la velocidad del calentamiento (Mariotti et al., 2005; Wang y Copeland, 2013). Si estos parámetros tecnológicos se mantienen en el tiempo, la matriz se transformará por completo. Cabe señalar que la gelatinización tiene lugar en las partes de la matriz donde el contenido de agua es suficientemente elevado (Hoseney, 1994).

Los parámetros tecnológicos aplicados durante el procesado inducirán modificaciones físico-químicas como la gelatinización del almidón o la desnaturalización de la proteína. Por último, los nutrientes pueden interactuar entre sí, lo que implica modificaciones complejas como las reacciones de Maillard (Svihus, 2006) o polimerizarse entre sí para formar una nueva estructura (Svihus et al., 2005).

La gelatinización del almidón y la desnaturalización de las proteínas modifican las estructuras y, por tanto, las propiedades de las matrices. Por lo tanto, la viscosidad es diferente entre una matriz nativa y una matriz tratada. Estos cambios influyen positivamente en la digestibilidad de los nutrientes por parte del animal (Champ y Colonna, 1993). Las investigaciones sobre la gelatinización del almidón bajo presión han demostrado una mejor digestibilidad enzimática del almidón tratado (Hayashi y Hayashida, 1989).

La disponibilidad de grasa (MGD) cuando se utilizan semillas a base de lípidos es un parámetro esencial que hay que controlar si se van a utilizar para la alimentación animal, especialmente si son ricas en grasa. Los procedimientos tecnológicos implicados en el tratamiento de las semillas, que utilizan fuerzas mecánicas y térmicas, favorecen la ruptura de las paredes celulares y de las membranas plasmáticas, lo que conduce a una mayor liberación de la grasa contenida en las vacuolas lipídicas. El uso de tratamientos tecnológicos adecuados maximiza esta liberación de grasa. Es de interés para los animales porque mejora la digestibilidad de los lípidos (Noblet et al., 2008) y la eficiencia de deposición de los ácidos grasos de la dieta en los cerdos (Chesneau et al., 2009), así como la biohidrogenación in vitro de los ácidos grasos en las vacas lecheras (Enjalbert et al., 2008).

Tratamientos aplicados por los agentes económicos del sector ganadero :

En los sectores ganaderos actuales, la observación se basa en el hecho de que :

1- las variedades producidas no tienen características específicas en términos de composición nutricional, aparte de sus características agronómicas;

2- los procedimientos tecnológicos de utilización de las semillas en ganadería son básicos, ya que sólo implican los tratamientos mecánicos de trituración, o incluso descascarado para los salmónidos, los tratamientos térmicos de granulación y tostado, y los raros tratamientos termomecánicos de cocción-extrusión.

De hecho, los únicos usos disponibles en la actualidad son básicos y, por lo tanto, están muy poco desarrollados, debido a la falta de viabilidad técnica y económica.

En resumen, algunas de las limitaciones técnicas del uso de proteaginosas en los piensos pueden superarse mediante la genética, por ejemplo ciertos factores antinutricionales como los factores antitripsicos, los taninos, la vicina y la convicina en particular.

Otros pueden eliminarse mediante procedimientos de transformación como la pelado, que permite eliminar los taninos contenidos en las pieles, o procedimientos térmicos que, en determinadas condiciones, consiguen eliminar ciertos factores antinutritivos termosensibles.

Por último, procedimientos mecánicos como la molienda ayudan a mejorar el valor nutricional de las semillas, al igual que procedimientos térmicos como el tostado y la granulación, o procedimientos termomecánicos como la cocción por extrusión, o procedimientos enzimáticos como la adición de enzimas.

- 5 Por lo tanto, por separado, cada una de estas selecciones genéticas o procedimientos tecnológicos reportados en la bibliografía proponen áreas de mejora bien conocidas en términos de limitación o eliminación de factores antinutricionales por un lado y/o de mejora de los valores de digestibilidad/degradabilidad de las semillas por otro, pero ninguna de ellas es suficiente para ser técnicamente completa y económicamente interesante, en términos de usos técnicos y económicos, como lo demuestra la ausencia de prácticas generalizadas en el campo.
- En un mercado en el que, históricamente, la elección de las fuentes de proteínas vegetales en las dietas animales se ha basado en criterios esencialmente económicos, el lugar de las semillas proteicas dentro de los límites existentes se ha reducido a la nada, en beneficio principalmente de la harina de soja, y en segundo lugar de las harinas de colza y de girasol, e incluso de los aminoácidos sintéticos.
- 10 En un nuevo mercado en el que la tendencia no es sólo producir carne o huevos a un precio competitivo, sino también satisfacer las expectativas de los consumidores en cuanto a una mayor trazabilidad y proximidad del producto, el reto no es sólo disponer de fuentes de proteínas competitivas, sino también de fuentes de proteínas trazables y producidas localmente.
- 15 Los cultivos de altramuces, habas y guisantes presentan numerosas ventajas agronómicas y medioambientales, lo que les confiere servicios ecosistémicos bien conocidos y reconocidos de interés por productores y consumidores.
- 20 Para reintroducir con éxito y a largo plazo las proteaginosas en los suelos y comederos, existen varios factores favorables: incentivos políticos (plan de ayuda a las proteaginosas, plan "Ecophyto", ayuda a la innovación, etc.), ventajas agronómicas (rendimiento de los cereales siguientes, menor uso de insumos, etc.), respuestas potenciales a numerosas expectativas agrícolas (autonomía proteaginosas, sostenibilidad económica, etc.) y necesidad de desarrollar nuevos cultivos.), ventajas agronómicas (rendimiento de los cereales siguientes, menor uso de insumos, etc.), respuestas potenciales a numerosas expectativas agrícolas (autonomía proteaginosas, sostenibilidad económica, etc.) y sociales (local, no OGM, sin soja, biodiversidad, medio ambiente, etc.).
- 25 Pero este entorno favorable no basta para aumentar la utilización de oleaginosas y proteaginosas en Francia continental si nuestros sistemas de producción vegetal y animal no son técnicamente sólidos y económicamente viables. Para lograrlo, debe ir acompañado del desarrollo de nuevas tecnologías técnicas y económicamente eficientes que aporten las mejores soluciones a los sectores agrícola y ganadero.
- 30 Prueba de ello son los tratamientos tecnológicos utilizados actualmente por la industria ganadera. En el sector ganadero actual, el principal problema es el uso subóptimo de los tratamientos tecnológicos. Como ya se ha mencionado, los procedimientos tecnológicos de utilización de las semillas en ganadería se basan únicamente en los tratamientos mecánicos de trituración, o incluso descascarado para los salmónidos, los tratamientos térmicos de granulación y tostado, y los raros tratamientos termomecánicos de cocción-extrusión.
- De hecho, los únicos usos disponibles actualmente en la alimentación de monogástricos son básicos y, por lo tanto, están muy poco desarrollados, debido a la falta de viabilidad técnica y económica. Es más, no complementan la palanca genética.
- 35 Por lo tanto, existe actualmente una necesidad no resuelta de proporcionar un procedimiento de tratamiento de las proteaginosas que permita superar los numerosos inconvenientes detallados anteriormente, gracias a una combinación de diferentes palancas, combinadas de tal manera que generen un efecto sinérgico.
- Además de la evaluación de estos procedimientos en términos de su uso por los animales, es interesante utilizar procedimientos para evaluar la calidad de un tratamiento tecnológico en términos de su beneficio para los animales.
- 40 Por lo tanto, se han seleccionado varios procedimientos para los procedimientos de cualificación relativos a los principales componentes nutricionales, es decir, el almidón, las proteínas y las grasas, que se presentan a continuación:
- Procedimiento de evaluación del índice de gelatinización del almidón o del daño del almidón**
- 45 Los almidones cambian de estructura, pasando de una estructura natural a una estructura gelatinizada, y luego a una nueva estructura durante las transformaciones en función de la temperatura, la presión, la humedad y la duración de la transformación. Aunque la estructura gelatinizada es atacada por la amilasa, tanto la nueva estructura como la estructura natural son resistentes a la acción de la amilasa.
- 50 La velocidad de gelatinización del almidón de semillas proteicas se determinó según la metodología descrita por Chiang y Johnson (1977). Este procedimiento se basa en una mayor susceptibilidad enzimática, lo que significa que los granos de almidón gelatinizados se hidrolizan más fácilmente que los granos de almidón nativo. Brevemente, el almidón total se hidroliza con amiloglucosidasa, en condiciones específicas, de modo que sólo se hidroliza el almidón gelatinizado. Para determinar su proporción, se determina el almidón total mediante el procedimiento enzimático normalizado (AFNOR 2005) para que sirva de valor de base.

Procedimiento de evaluación de la solubilización de proteínas

Los tratamientos tecnológicos aplicados a las semillas proteicas pueden, en determinadas condiciones, desnaturalizar las proteínas. Esta desnaturalización se manifiesta por el establecimiento de nuevos enlaces entre las cadenas polipeptídicas (reticulación), lo que conduce a su agregación e insolubilización. Los enlaces formados, que generalmente implican residuos de lisina y ácido glutámico, son resistentes a la hidrólisis enzimática. Esta insolubilización, o menor solubilización de la proteína, es de interés en el campo de la alimentación animal. Por ejemplo, reduce la alergenicidad al destruir ciertos epítomos (Toullec et al 1992); y limita la degradación ruminal de las proteínas en los rumiantes (Benchaar et al 1992).

La solubilidad de las proteínas se determina solubilizándolas en tampones a diferentes valores de pH: ácido, nativo, básico. Tras medir el contenido en proteínas (procedimiento Kjeldahl) de la materia prima y las proteínas en solución en los distintos tampones, se establece un balance de materia para determinar la fracción solubilizada.

Procedimiento de disponibilidad de materia grasa

Este procedimiento interno se basa en la evaluación de la proporción de grasa extraída en un disolvente tras un tiempo predeterminado. El objetivo de esta dosificación es imitar la liberación gradual y escalonada de grasa en los distintos compartimentos del tubo digestivo del animal.

Brevemente, el ensayo se lleva a cabo en cuatro etapas:

- Preparación de la materia prima: se trata de una molienda gruesa para obtener una granulometría heterogénea, similar a la utilizada en la industria de piensos;
- Extracción de grasas : Consiste en poner la materia prima previamente pesada en contacto con un disolvente de extracción (por ejemplo, éter de petróleo) bajo agitación controlada durante un periodo de tiempo predeterminado, en este caso 10 minutos. También es posible llevar a cabo esta etapa de extracción durante distintos periodos de tiempo, proporcionando así una liberación cinética de la grasa.
- Separación sólido/líquido por filtración : Se trata de filtrar el material triturado disuelto en el disolvente para recuperar únicamente la fase líquida en un matraz seco previamente pesado.
- Se elimina el disolvente del extracto y se pesa el residuo seco: Se trata de evaporar el disolvente que ha solubilizado la grasa. Una vez evaporado, secado y enfriado, se pesará el matraz. Este ciclo se repite hasta obtener una masa constante.

Por lo tanto, es posible caracterizar las semillas mediante el MGD, cuyos valores dependen de las condiciones de funcionamiento establecidas.

Esta grasa liberada, conocida como disponible porque es rápidamente accesible, será absorbida a través de la pared intestinal. Absorbida de este modo, puede ser utilizada por el animal para su propio metabolismo.

De forma complementaria e inteligente, hemos elegido también procedimientos directos e indirectos para la complejación de proteínas e hidratos de carbono.

Procedimiento de evaluación de la degradabilidad de la proteína (DE1)

La degradabilidad enzimática de la proteína (DE1) en semillas proteicas se midió según Aufrère et al. (1989, 1991). Brevemente, la muestra se somete a la hidrólisis de la proteasa en tampón borato-fosfato a pH 8 a 40°C durante una hora. El nitrógeno degradado se mide en el sobrenadante y se relaciona con la cantidad total de nitrógeno de la muestra.

Procedimiento de evaluación de la N-ε-carboximetil-lisina (CML) y de la lisina total

Los niveles de CML y lisina se determinaron mediante el procedimiento de Niquet-Léridon y Tessier (2011). En resumen, cada muestra se reduce y luego se hidroliza en un medio ácido antes de ser analizada por cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC) acoplada a la detección por espectrometría de masas en tándem (MS/MS). Los posibles efectos de matriz se corrigen añadiendo un patrón interno, un isótopo estable de CML (CML-D²) y lisina (Lisina-¹⁵N₂).

Además, el calentamiento de las proteínas en presencia de azúcares reductores (fructosa, lactosa, etc.) conduce a la formación de numerosos polímeros complejos, en los que interviene especialmente la lisina. Esta reacción, conocida como pardeamiento no enzimático o reacción de Maillard, también contribuye a reducir la digestibilidad de las proteínas.

Procedimiento de evaluación de la acrilamida

Acrilamida es el nombre común de la 2-propenamida (amida acrílica) con la fórmula empírica C₃H₅NO. La acrilamida puede formarse cuando las materias primas ricas en hidratos de carbono (almidón, azúcares) y proteínas reaccionan

con la asparagina (reacción de Maillard) a altas temperaturas. La formación de acrilamida parece estar fuertemente influenciada por la temperatura de cocción, el contenido de agua de los alimentos y el "dorado" o "carbonizado" de los productos. La acrilamida se forma al cocinar a temperaturas iguales o superiores a 120°C.

5 Brevemente, la acrilamida de la muestra se extrae en agua por agitación y luego, tras centrifugación y recuperación del sobrenadante, se purifica en un cartucho SPE y luego se cuantifica por UPLC-MS/MS en modo MRM.

El estado de la técnica en el campo de la invención está constituido por los siguientes documentos:

JEZIERNY D ET AL : " The use of grain legumes as a protein source in pig nutrition: A review", ANIMAL FEED SCIENCE AND TECHNOLOGY, vol. II. 157, no. 3-4, 11 de mayo de 2010, páginas 111-128, XP027006418, ISSN: 0377-8401 (D1) ;

10 PATRICIO SAEZ ET AL: "Effects of dehulling, steam-cooking and microwave-irradiation on digestive value of white lupin (*Lupinus albus*) seed meal for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*)", ARCHIVES OF ANIMAL NUTRITION, vol. II. 69, no. 2, 4 de marzo de 2015 (D2) ;

FR 3 040 588 A1 (D3) ;

15 FRANCESCO MASOERO ET AL: "Effect of extrusion, expansion and toasting on the nutritional value of peas, faba beans and lupins", ITALIAN JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE, vol. II, p. 1. 4, no. 2, 1 de enero de 2005 (D4).D1 es similar a un "catálogo" de tratamientos mutuamente independientes aplicables a las semillas proteicas. Este documento se refiere a la posibilidad de reducir la tasa de factores antinutricionales mediante una técnica de selección o mediante técnicas conocidas per se, como los tratamientos físicos,

20 D2 sólo se interesa por la transformación de una sola semilla (*lupinus albus*) mediante descascarado, vaporización y tratamiento con microondas.

D3 se refiere a un procedimiento de tratamiento de semillas que incluye una etapa de germinación de semillas.

D4 trata de los efectos de la extrusión, la expansión y el tostado en el valor nutritivo de determinadas semillas proteicas.

Sumario de la invención

25 Así pues, la presente invención se refiere a un procedimiento de tratamiento de semillas proteínicas con el fin de mejorar su valor alimentario, en particular para los animales, siendo estas semillas seleccionadas entre al menos una de las semillas siguientes: haba (*Vicia fava* L.), guisante (*Pisum sativum* L.), altramuz blanco (*Lupinus albus* L.) y altramuz amarillo (*Lupinus luteus* L.), altramuz azul (*Lupinus angustifolius* L) y altramuz amarillo (*Lupinus luteus* L), caracterizado porque comprende las siguientes etapas sucesivas: a) utilización de semillas de al menos una de las especies vegetales mencionadas, a condición de que dichas semillas tengan un contenido en proteínas y/o un contenido en almidón y/o un contenido en materias grasas de un valor superior o igual al indicado en la tabla siguiente

30 :

Compuestos nutricionales	Contenido superior a		
	Proteína (g/100g MS)	Almidón (g/100g MS)	Grasa (g/100g MS)
Habas	28	39	
<i>Vicia fava</i> L.			
Guisantes	22	45	
<i>Pisum sativum</i> L.			
Altramuz blanco	35		8
<i>Lupinus albus</i> L.			
Lupino azul	31		5,5
<i>Lupinus angustifolius</i> L.			

ES 2 963 048 T3

Contenido superior a			
Compuestos nutricionales	Proteína (g/100g MS)	Almidón (g/100g MS)	Grasa (g/100g MS)
Altramuz amarillo	38		5,0
<i>Lupinus luteus L.</i>			

Y, al menos uno de los compuestos del grupo siguiente: factor antinutricional (FAN), celulosa bruta, fibra insoluble detergente neutro (NDF), en un contenido inferior al indicado en la tabla siguiente:

Especie	FAN/Celulosa cruda/NDF	Contenido inferior a
		(g/100g MS)
Habas <i>Vicia faba L.</i>	Taninos	0,3
	Vicine, convicine	0,5
	Alfa-galactósidos	2,5
	Celulosa bruta	10
	NDF	18
Guisantes <i>Pisum sativum L.</i>	Taninos	0,01
	Alfa-galactósidos	5
	Celulosa bruta	7,5
	NDF	18
Altramuz blanco <i>Lupinus albus L.</i>	Alcaloides	0,1
	Alfa-galactósidos	10
	Celulosa bruta	16
	NDF	25
Lupino azul <i>Lupinus angustifolius L.</i>	Alcaloides	0,2
	Alfa-galactósidos	9
	Celulosa bruta	18
	NDF	29
Altramuz amarillo <i>Lupinus luteus L.</i>	Alcaloides	0,3
	Alfa-galactósidos	12
	Celulosa bruta	18

Especie	FAN/Celulosa cruda/NDF	Contenido inferior a
		(g/100g MS)
	NDF	29

b) presurizar las semillas de la etapa a) a una presión de al menos 0,1 MPa durante un período de más de 10 segundos hasta que se alcance una temperatura de más de 80°C; y/o ba) calentar las semillas a una temperatura de más de 80°C, preferiblemente entre 90 y 150°C, durante un período de al menos 15 minutos, preferiblemente entre 30 minutos y 2 horas.

5

Según otras características no limitantes y ventajosas de la invención:

- una vez realizada dicha etapa a), las semillas se fraccionan;

10

- una vez realizada dicha etapa a) y si las semillas son de especies diferentes y/o tienen composiciones diferentes en términos de proteínas, almidón, grasa, factor antinutricional, celulosa bruta o fibras insolubles en detergentes neutros (NDF), se mezclan y fraccionan, o se fraccionan y luego se mezclan;

- antes de la etapa b), se lleva a cabo una etapa de preparación térmica de las semillas utilizando vapor y/o un líquido a base de agua, hasta obtener una temperatura comprendida entre 30 y 90°C y un contenido de humedad superior al 12%, preferentemente del 15%, durante un período superior a 2 minutos, preferentemente 15 minutos;

15

- la etapa de preparación térmica se lleva a cabo en presencia de al menos una enzima exógena identificada entre las siguientes familias arabinofuranosidasas, betaglucanasas, celulasas, glucoamilasas, pectinasas, pectina metilesterasas, fitasas, proteasas, xilanasas y, preferentemente, xilanasas, betaglucanasas y pectinasas, habiéndose añadido previamente dicha enzima exógena a las semillas o a la mezcla;

- en la etapa de preparación térmica en presencia de la enzima exógena, la humedad es superior al 15%, preferiblemente al 25%, y se deja que la preparación dure al menos 15 minutos, preferiblemente 60 minutos;

20

- cuando se lleva a cabo dicha etapa de preparación térmica, se agita la mezcla;

- cuando se efectúa una mezcla y luego se fracciona, se realiza una nueva mezcla después de dicho fraccionamiento;

- dicho fraccionamiento se continúa hasta que al menos el 90% de dichas semillas tengan un tamaño de partícula inferior a 2000 micrómetros, preferentemente inferior a 1500 micrómetros;

- dicha etapa b bis) se lleva a cabo en dicha mezcla;

25

- la realización de la etapa b), o b bis) respectivamente, se interrumpe tan pronto como el contenido de al menos uno de los factores antinutricionales de la tabla siguiente tenga un valor inferior al también indicado a continuación:

Especie	Naturaleza de los factores antinutricionales	Contenido inferior a
Habas	Lectinas	0,10
	(g/100 g de materia prima)	
<i>Vicia lapa L.</i>	Factores antitrípsicos (UTI/mg de materia bruta)	1,50
Guisantes	Lectinas	0,10
	(g/100 g de materia prima)	
<i>Pisum sativum L.</i>	Factores antitrípsicos (UTI/mg de materia bruta)	1,50

- después de la etapa a), dichas semillas se descascarillan y/o se descascarillan;

30

- después de dicha etapa a) o después de dicha etapa de descascarado y/o pelado, dichas semillas se fraccionan y se separan específicamente según un criterio elegido entre el tamaño, el peso, la forma, la densidad, y un parámetro aerodinámico, colorimétrico o electrostático;

- después de la etapa a), o antes de la misma, se procede al triaje de dichas semillas según un criterio elegido entre el tamaño, el peso, la forma, la densidad, y un parámetro aerodinámico, colorimétrico o electrostático; - después de la etapa a), o antes de ella, dichas semillas se clasifican según un criterio elegido entre tamaño, peso, forma, densidad y un parámetro aerodinámico, colorimétrico o electrostático;

5 - dichas semillas se mezclan con al menos otra materia prima seleccionada del grupo formado por semillas oleaginosas y sus coproductos, aceites, coproductos proteínicos de semillas, cereales y sus coproductos, fuentes de hidratos de carbono simples y complejos, y tortas de semillas oleaginosas;

- dicha materia prima es una fuente lipídica, preferentemente una semilla oleaginosa;

- comprende una etapa final durante la cual se enfrían dichas semillas.

10 Descripción detallada de la invención

En apoyo de la presente invención, se llevaron a cabo pruebas de digestibilidad en especies monogástricas diana, incluyendo pollo, gallo, cerdo y pescado.

La evaluación se basó en :

15 • recuperación de energía, basada en diferentes enfoques para diferentes especies: Energía metabolizable en aves de corral (EM), coeficiente de utilización digestiva (CUD) de la energía en cerdos, coeficiente aparente de utilización digestiva (CUDa) de la energía en peces;

• añadir valor a la proteína, basándose en la determinación del coeficiente de utilización digestiva de la proteína.

También ha sido posible realizar ensayos zootécnicos de rendimiento productivo en las mismas especies, a saber, pollos, gallinas ponedoras, cerdos y peces.

20 En este caso, se trata o bien de demostrar un crecimiento y/o una puesta de huevos superiores, o bien de comprobar si el crecimiento y/o la puesta de huevos son idénticos a los del testigo, siempre que los valores nutricionales de la solución resultante de la invención sean los derivados de los valores determinados previamente por las pruebas de digestibilidad.

El procedimiento de la presente invención consiste en una combinación de las siguientes etapas:

25 Etapa a): utilización de semillas específicas

Utilización de al menos una semilla proteinácea especial por el hecho de tener un alto contenido de al menos un (1) componente nutricional, preferentemente dos (2), tres (3) o incluso cuatro (4), de entre proteínas, almidón o grasas, y un bajo contenido de al menos un factor antinutricional termoestable o un componente nutricional de bajo valor como la celulosa bruta o la NDF ("Neutral Detergent Fiber" o "fibras insolubles en detergentes neutros").

30 Las semillas con un alto contenido en proteínas, almidón y grasas son aquellas cuyo contenido es superior o igual a los umbrales indicados a continuación (columna de la derecha):

Especie	Compuestos nutricionales	Rango de variación (g/100g MS)		Semilla de alto contenido (g/kg MS)
		Mínimo	Máximo	
Habas	MAT	25%	33%	> 28%
<i>Vicia lapa L.</i>	AMIDON	32%	49%	> 39%
Guisantes	MAT	19%	27%	> 22%
<i>Pisum sativum L.</i>	AMIDON	41%	58%	> 45%
Altramuz blanco	MAT	32%	40%	> 35%
<i>Lupinus albus L.</i>	MG	8%	12%	> 8%
Lupino azul	MAT	26%	44%	> 31%

ES 2 963 048 T3

Especie	Compuestos nutricionales	Rango de variación (g/100g MS)		Semilla de alto contenido (g/kg MS)
		Mínimo	Máximo	
<i>Lupinus angustifolius</i> L.	MG	4%	8%	> 5.5%
Altramuz amarillo	MAT	34%	46%	> 38%
<i>Lupinus luteus</i> L.	MG	3%	7%	> 5%

5 En efecto, es ventajoso utilizar las semillas más ricas en proteínas y/o energía (en almidón, en particular para la semilla de haba -*Vicia fava* L.- o de guisante -*Pisum sativum* L.- y en lípidos para la semilla de altramuz blanco -*Lupinus albus* L.- o de altramuz azul -*Lupinus angustifolius* L.- o de altramuz amarillo -*Lupinus luteus* L. o altramuz amarillo - *Lupinus luteus* L. para hacer el procedimiento más competitivo desde el punto de vista técnico y económico, no sólo por la concentración de nutrientes de interés, sino también por la interacción positiva sobre las reacciones bioquímicas durante el procedimiento tecnológico (efecto sinérgico).

Se consideran semillas con bajo contenido de FAN termoestables o de un componente nutricional de bajo valor aquellas cuyo contenido es inferior a los umbrales indicados a continuación (columna de la derecha):

Especie	Factores antinutricionales termoestables	Rango de variación (g/100g MS)		Semillas de bajo contenido (g/100g MS)
		Mínimo	Máximo	
Habas <i>Vicia faba</i> L.	Taninos	0,01	1,25	< 0,30
	Vicine, convicine	0,03	2,00	< 0,50
	Alfa-galactósidos	1,00	6,20	< 2,50
	Celulosa bruta	7,00	12,00	< 10
	NDF	12,40	22,10	< 18
Guisantes <i>Pisum sativum</i> L.	Taninos	0,00	0,74	< 0,01
	Alfa-galactósidos	2,30	11,30	< 5
	Celulosa bruta	3,70	8,50	< 7,5
	NDF	9,00	22,00	< 18
Altramuz blanco <i>Lupinus albus</i> L.	Alcaloides	0,01	3,00	< 0,1
	Alfa-galactósidos	6,00	14,00	< 10
	Celulosa bruta	13,60	28,10	< 16
	NDF	20,50	35,20	< 25
Lupino azul	Alcaloides	0,01	3,00	< 0,2
	Alfa-galactósidos	6,00	14,00	< 9,0

Especie	Factores antinutricionales termoestables	Rango de variación (g/100g MS)		Semillas de bajo contenido (g/100g MS)
		Mínimo	Máximo	
<i>Lupinus angustifolius L.</i>	Celulosa bruta	13,60	28,10	< 18
	NDF	20,50	35,20	< 29
Altramuz amarillo <i>Lupinus luteus L.</i>	Alcaloides	0,01	3,00	< 0,3
	Alfa-galactósidos	6	16	< 12,0
<i>Lupinus luteus L.</i>	Celulosa bruta	13,6	28,1	< 18
	NDF	20,50	35,20	< 29

(MS= Materia seca)

La variabilidad en la composición de las semillas existe dentro de la misma especie, debido a factores como la variedad, el manejo del cultivo, el suelo y las condiciones climáticas... La selección de semillas proteaginosas en función de su calidad nutricional repercute en los procedimientos tecnológicos industriales utilizados posteriormente.

5 La presencia de proteínas, almidón y lípidos en las matrices influye en la procesabilidad y, por tanto, en la transformación de estos nutrientes, en particular mediante análisis de gelatinización del almidón, desnaturalización de las proteínas y disponibilidad de las grasas, que se sabe que predicen mejoras en la digestibilidad. Los niveles de transición de un estado a otro (sólido, vítreo, líquido) dependen de la proporción de los nutrientes mencionados.

10 Así, dos semillas de la misma especie y de composiciones diferentes reaccionarán de manera diferente al isotratamiento hidrotérmico, es decir, las semillas particulares retenidas en la etapa 1 de la invención se caracterizan al final del mismo tratamiento hidrotérmico por un aumento de la desnaturalización de las proteínas, de la gelatinización del almidón y de la grasa disponible, en comparación con las semillas no retenidas.

15 Desde otro ángulo, para el mismo objetivo de desnaturalizar las proteínas, gelatinizar el almidón y la grasa disponible, las semillas particulares seleccionadas en la primera etapa de la invención requerirán que se les aplique un procedimiento tecnológico a menor temperatura, presión, contenido de agua y/o tiempo, es decir, un procedimiento más eficiente porque requiere menos restricciones tecnológicas.

20 Asimismo, cuanto mayor sea el contenido de almidón y/o proteínas en las semillas de guisantes y habas y cuanto mayor sea el contenido de proteínas y/o grasas en las semillas de altramuz, menor será la concentración de fibra. Esta menor incorporación de fibra de escaso valor para el animal conduce a un mayor nivel de digestibilidad, favoreciendo la digestibilidad de las proteínas y otros nutrientes. Estas fibras actúan como un "baluarte" contra las enzimas digestivas de los animales, limitando su accesibilidad y el desorden en el intestino, que dificulta la asimilación de los nutrientes.

Etapa b): etapa de tratamiento térmico a presión

25 Esta etapa consiste en someter las semillas a una presión mínima de 1 MPa, preferentemente de 2 MPa, o incluso de 3 MPa, durante un tiempo superior a 10 segundos, preferentemente de 10 segundos a 2 minutos, con el fin de alcanzar una temperatura superior a 80°C, preferentemente superior a 100°C, o incluso comprendida entre 100 y 150°C ; y aún más ventajosamente entre 110 y 140°C; y sin sobrepasar nunca 160°C; esta temperatura se alcanza ventajosamente por autocalentamiento debido a las fuerzas de cizallamiento, fricción y compresión y eventualmente, además, por un aporte de calor exógeno por conducción (fluido caloportador, resistencia eléctrica, campos electromagnéticos, etc.) o por adición de vapor.

30

Una lista no exhaustiva de equipos de tratamiento térmico a presión capaces de llevar a cabo esta etapa es la siguiente: extrusor, cocedor-extrusor, expansor, prensa.

Y/o

Etapa b)bis: etapa de tratamiento térmico sin presión

Esta etapa consiste en un tratamiento térmico sin presión, cuya duración se prolonga entonces, en comparación con la etapa b), de manera que sea superior a 15 minutos, preferentemente superior a 30 minutos, o incluso de 30 minutos a 2 horas, y la temperatura sea superior a 80°C, preferentemente superior a 90°C, o incluso comprendida entre 90 y 150°C. Asimismo, los equipos adecuados para este tratamiento térmico sin presión son, por ejemplo, el secador, el tostador y el tornillo termostático.

5 El objetivo de esta etapa (estas etapas) b) y/o b)bis es (son) reducir los factores antinutricionales sensibles al calor y desactivar las enzimas endógenas y/o exógenas, mejorando al mismo tiempo la digestibilidad de la energía y/o de la proteína y de los aminoácidos, en particular en caso de tratamiento térmico bajo presión.

10 Por último, si es necesario, permite reducir el contenido de humedad de las semillas, que no debe superar el 14% de humedad, preferiblemente el 12%, para permitir que la mezcla se mantenga en buen estado.

Una forma de caracterizar la eficacia de esta(s) etapa(s) b) y/o b)bis, consiste en evaluar la reducción de al menos un factor antinutritivo sensible al calor, cuyos objetivos se exponen en la tabla siguiente:

Especie	Factores antinutricionales (FAN) en la materia bruta	Rango de variación para semillas con contenido de FAN no reducido		Semillas con contenido reducido de FAN
		Mínimo	Máximo	
Habas	Lectinas (g/100 g)	2,00	13,30	< 0,10
<i>Vicia faba L.</i>	Factores antitripsicos (UTI/mg)	1,90	10,00	< 1,50
Guisantes	Lectinas (g/100 g)	0,30	1,00	< 0,10
<i>Pisum sativum L.</i>	Factores antitripsicos (UTI/mg)	1,70	15,00	< 1,50

(UTI = Unidades de Inhibidor de Tripsina)

15 Otro procedimiento consiste en evaluar, según las semillas a considerar, la proporción de almidón gelatinizado para alcanzar un valor mínimo de 50%, preferentemente 65%, ventajosamente 80% para guisantes y habas; o la proporción de proteína solubilizada a pH básico para alcanzar un valor máximo de 55%, preferentemente 40%, ventajosamente 30% para guisantes, habas y altramuces; o la grasa disponible para alcanzar un valor mínimo de 40%, preferentemente 50%, ventajosamente 60% para altramuces; o que la digestibilidad enzimática en 1 hora alcance un valor máximo del 50%, preferentemente del 40%, ventajosamente del 30% para los guisantes y las habas, y un valor máximo del 60%, preferentemente del 50%, ventajosamente del 40% para los altramuces; o en el caso de los altramuces, que la grasa disponible alcance un valor mínimo del 40%; o el contenido de compuestos de Maillard como la Nε-carboximetil-lisina (CML) o la acrilamida. Los valores umbral que no deben superarse son 0,020 g /kg de materia seca, preferentemente 0,018 g, ventajosamente 0,015 g de Nε-carboximetil-lisina para las habas y los guisantes, y 0,025 g /kg de materia seca, preferentemente 0,020 g, ventajosamente 0,018 g de Nε-carboximetil-lisina para los altramuces; y 110 g /kg de materia seca, preferentemente 90 g, ventajosamente 70 g de acrilamida para las habas y los guisantes, y 300 g /kg de materia seca, preferentemente 200 g, ventajosamente 150 g de acrilamida para los altramuces.

Criterios de evaluación	Haba <i>Vicia faba L.</i>	Guisantes <i>Pisum sativum L.</i>	Altramuz <i>Lupinus spp.</i>
Proteína solubilizada a pH básico (%)	< 55%	< 55%	<55%
Almidón gelatinizado (%)	> 50%	> 50%	-
dE1 (%)	< 50%	< 50%	< 60%
MGD (%)	-	-	>40
LMC (g/kg MS)	< 0,020	< 0,020	< 0,025
Acrilamida (g/kg MS)	<110	<110	<300

Última etapa: Refrigeración

Al final de la etapa térmica b), las semillas están calientes. A continuación, es necesario enfriarlas para que las semillas resultantes del procedimiento alcancen una temperatura que les permita mantenerse estables en el tiempo, de modo que puedan conservarse y almacenarse en buenas condiciones de consumo hasta el momento de su consumo.

5 Por ejemplo, la temperatura no debe superar los 30°C por encima de la temperatura ambiente, preferiblemente 20°C.

Las etapas precedentes del procedimiento según la invención también pueden realizarse, ventajosamente, teniendo en cuenta en primer lugar los elementos descritos a continuación:

Mezcla y fraccionamiento de semillas

10 Aunque esta etapa no es obligatoria, el procedimiento mejora si se lleva a cabo una etapa de fraccionamiento o incluso de mezcla tras la etapa a) del procedimiento.

15 Esta etapa consiste en elegir al menos una tecnología de mezcla mecánica, cuando están presentes al menos dos materias primas de naturaleza y/o calidad diferentes, y/o una tecnología mecánica de fraccionamiento de las semillas o de la mezcla, configurada de tal manera que la primera permita producir una mezcla homogénea de semillas proteínicas y cualquier materia prima adicional (como se describe más adelante), y la segunda permita romper las cubiertas de las semillas y los granos para hacer que los nutrientes sean más accesibles a las enzimas digestivas y mejorar así la digestibilidad de las semillas.

Preferiblemente, los materiales se mezclan previamente antes del fraccionamiento. También es posible fraccionar primero los materiales por separado y luego mezclarlos, pero también es posible realizar dos operaciones de mezcla, una antes del fraccionamiento y otra después.

20 Los esfuerzos mecánicos simples y/o combinados utilizados para cumplir estas funciones pueden obtenerse en particular por impacto, corte, compresión, cizallamiento o abrasión.

El fraccionamiento de las semillas se caracteriza por la medición del tamaño de las partículas, que determina el tamaño de las partículas producidas por el procedimiento. Preferentemente, el tamaño máximo del 90% de las partículas resultantes de este fraccionamiento mecánico es inferior a 2000 µm y preferentemente inferior a 1500 µm.

25 Esta dimensión puede alcanzarse, por ejemplo, utilizando un molino de martillos horizontal con los siguientes parámetros:

- para equipos con una capacidad de 10 t/h y un motor de 200 KW, velocidad de rotación : 2800 rpm y tamaño de rejilla de 3 mm.

30 Este tamaño también puede lograrse con otros equipos convencionales como molinos de martillos y rodillos o trituradoras, y molinos de paletas.

Por último, existen otras tecnologías que también pueden cumplir esta función: molinos de muelas, molinos de discos, molinos de pernos, molinos de cabezales cortantes, molinos de bolas, molinos o trituradoras de cuchillas, impactadores o trituradoras de impacto, etc.

Tratamiento térmico preparatorio

35 También resulta ventajoso llevar a cabo una etapa térmica, tras la etapa a) del procedimiento, o la etapa de fraccionamiento y/o mezcla descrita anteriormente.

Cabe recordar también que esta etapa puede realizarse con semillas descascaradas y torta de linaza (otra etapa ventajosa descrita a continuación).

40 Esta etapa consiste en seleccionar una tecnología térmica parametrizada de manera que responda a las etapas y características siguientes:

Primera posibilidad: Etapa de preparación hidrotérmica :

45 Esta etapa consiste en impregnar las semillas con vapor de agua y/o un líquido con agua, con el objetivo de alcanzar una temperatura de entre 30 y 90°C durante un periodo superior a 2 minutos y una humedad superior al 12% sobre las semillas previamente fraccionadas. Preferiblemente, las semillas deben impregnarse durante un período de más de 5 minutos, o 15 minutos, o incluso 30 minutos, y preferiblemente menos de 4 horas, o incluso 8 horas, pero no más de 24 horas, con un contenido de humedad superior al 15%, o incluso al 18%, y preferiblemente inferior al 40%, pero no superior al 60%. Muy ventajosamente, las semillas deben impregnarse durante un período superior a 1 hora, o incluso 2 horas, con una humedad superior al 20%, o incluso al 25%. Uno de los objetivos de esta etapa es facilitar la siguiente etapa de tratamiento térmico, bajo y/o sin presión, mejorando las capacidades de conducción del calor, activando las enzimas endógenas de las semillas e iniciando el siguiente tratamiento térmico.

50

El equipo capaz de llevar a cabo esta etapa incluye, pero no se limita a: un preparador, un preacondicionador y acondicionador, un cocedor, un mezclador, un tostador, un impregnador de vapor y un madurador.

O

Segunda posibilidad: Etapa de preparación hidrotérmica y enzimática :

5 Esta etapa de preparación consiste en aplicar las mismas condiciones de preparación que las descritas en la primera posibilidad. Se distingue simplemente por el hecho de que se pone en actividad al menos una enzima exógena, no presente en las semillas proteicas, que puede suministrarse en particular como auxiliar tecnológico (extractos enzimáticos, etc.), a partir de aditivos, materias primas crudas o fermentadas, etc. y añadirse al procedimiento en una de las etapas preliminares o durante el procedimiento mismo.

10 A continuación, se eligen las características de temperatura para que correspondan a los intervalos de actividad de las enzimas seleccionadas, pero manteniéndose entre 30 y 90°C. Las características de tiempo y humedad requeridas son las mismas que las descritas en la primera posibilidad, considerando sin embargo que estas enzimas exógenas requieren condiciones más favorables que las enzimas endógenas, debido a que no están espacial y temporalmente tan cerca de sus sustratos. Es en este sentido que las condiciones de impregnación deben adaptarse, de manera que
15 la impregnación dure al menos 15 minutos, preferentemente 60 minutos, y preferentemente menos de 4 horas, o incluso 8 horas, sin exceder 24 horas, para una humedad superior al 15%, preferentemente 25% y menos preferentemente 40%, sin exceder 60%. La enzima (o enzimas) a introducir pertenece (o pertenecen) a las familias de la arabinofuranosidasa, la betaglucanasa, la celulasa, la glucoamilasa, la α -amilasa, la pectinasa, la pectina metil esterasa, la fitasa, la proteasa y la xilanasas, y preferentemente a las familias de la xilanasas, la betaglucanasa y la pectinasa.

20 Habrán sido elegidos de antemano por su eficacia para hidrolizar los enlaces químicos particulares que el animal no es capaz de hacer en absoluto, o no completamente, o no lo suficientemente rápido.

También puede haber sido elegido por su capacidad para descomponer los hidratos de carbono que no son o son poco hidrolizados en los animales, haciendo así que los otros nutrientes de las semillas sean más accesibles a las
25 enzimas digestivas del animal.

Los equipos capaces de realizar esta etapa son, por ejemplo: un preparador, un preacondicionador y acondicionador, un cocedor, un mezclador, un tostador, un impregnador a vapor, un madurador, un reactor, etc.

30 Cabe señalar que la posible adición de agua, necesaria para mejorar este procedimiento, puede llevarse a cabo dentro del equipo antes mencionado, pero también total o parcialmente en la etapa de mezcla de semillas, y que la adición de vapor, también necesaria para mejorar el procedimiento, puede llevarse a cabo dentro del equipo antes mencionado, pero también total o parcialmente en la etapa b) del procedimiento, es decir, la etapa de tratamiento térmico a presión y/o sin presión.

Las etapas del procedimiento según la invención, con o sin estas etapas ventajosas antes mencionadas, según el caso, pueden además realizarse también teniendo en cuenta los elementos descritos a continuación:

35 **Triage**

Esta etapa de triaje permite agrupar las semillas según criterios de tamaño, peso, forma, densidad o según características aerodinámicas, colorimétricas o electrostáticas. Las herramientas utilizadas para llevar a cabo estas operaciones son: el cernidor, el limpiador separador, la tamizadora, la deshuesadora, el planichter, la mesa densimétrica, la tarara, el clasificador óptico, los sistemas de aireación (columna de aire, aspiración, soplador, etc.) y los imanes.
40

El objetivo de esta operación puede ser separar semillas de especies diferentes, eliminar impurezas, agrupar semillas de especies idénticas, etcétera.

Pelado y/o descascarado

45 Esta etapa tiene por objeto, por una parte, concentrar el contenido proteínico y energético en forma de almidón, en particular en el caso de las habas y los guisantes, y el contenido proteínico y energético en forma de lípidos en el caso de los altramuces y, por otra parte, reducir la proporción de fibra y de factores antinutricionales presentes en las cáscaras de semillas.

Esta etapa de descascarado y/o pelado se caracteriza por un rendimiento mínimo evaluado en función del efecto de concentración de proteínas de las semillas en cuestión y a continuación se presenta la tabla de los niveles de
50 concentración esperados:

	Concentración de proteínas
Habas	+5%, preferiblemente +15%, o incluso +20%
Guisantes	+5%, preferiblemente +12%, o incluso 15%
Lupin	+5%, preferiblemente +15%, o incluso +20%

La eliminación de la piel, que es muy rica en fibra (y muy baja en proteínas), tendrá como efecto la obtención de un mayor contenido de proteínas en la semilla descascarada.

5 El descascarado y/o el pelado se efectúan combinando una etapa de tensión mecánica y una etapa de separación tras, en su caso, una posible rehidratación del grano de semilla, precedida de una etapa de pretratamiento térmico para facilitar el descascarado y/o el pelado.

10 Los esfuerzos mecánicos simples y/o combinados utilizados para cumplir estas funciones pueden ser el impacto, la compresión o la abrasión. Las herramientas utilizadas para llevar a cabo estas operaciones incluyen, entre otras: molinos de rodillos y martillos o trituradoras, impactadores o molinos de impacto, pulidoras, molinos de paletas, molinos de muelas, molinos de discos, molinos de pasadores, molinos de cabezales cortantes, molinos de bolas, molinos de cuchillas o trituradoras.

15 La separación puede lograrse según criterios de tamaño, peso, forma, densidad o según características aerodinámicas, colorimétricas o electrostáticas. Las herramientas utilizadas para llevar a cabo estas operaciones son: el cernidor, el limpiador separador, la tamizadora, la deshuesadora, el planichter, la mesa densimétrica, la tarara, el clasificador óptico, los sistemas de aireación (columna de aire, aspiración, soplador, etc.) y los imanes.

Fraccionamiento y separación específicos

Puede añadirse una etapa específica de fraccionamiento y separación para obtener fracciones más concentradas en proteínas, hidratos de carbono y/o lípidos. Se utiliza después o en lugar de la etapa de descascarado y/o fraccionamiento.

20 Esta etapa se caracteriza por un rendimiento mínimo expresado como concentración de proteínas, glúcidos o lípidos en una o varias de las fracciones obtenidas. Las fracciones concentradas en proteínas, hidratos de carbono o lípidos deben contener preferiblemente al menos un 25% más de proteínas, hidratos de carbono y/o lípidos que las semillas enteras originales, preferiblemente un 35% o incluso un 50%.

25 Esta separación de las fracciones, facilitada si es necesario por una etapa de descascarado/pelado, se llevará a cabo en primer lugar mediante una etapa de tensión mecánica simple y/o combinada implementada con equipos como micronizadores, molinos de agujas, molinos de rodillos, molinos de martillos o molinos de impacto, por ejemplo. A continuación se pasa a una etapa de separación basada en criterios de tamaño, peso, forma, densidad o características aerodinámicas, colorimétricas o electrostáticas, utilizando equipos como el tamizador, el limpiador-separador, la tamizadora, la mesa densimétrica, el turboseparador, el selector, la aireación o los sistemas magnéticos.

Uso de materias primas adicionales

35 Resulta ventajoso utilizar al menos una materia prima que se añadirá a las semillas proteicas, materia prima que se seleccionará por sus propiedades tecnológicas y/o nutricionales y/o económicas. La elección de la(s) materia(s) prima(s) dependerá del uso que se vaya a hacer de las semillas o de la mezcla resultante del procedimiento, y de su destino en términos de especie animal y etapa fisiológica en particular, y estará relacionada en particular con las características nutricionales y el coste de las materias primas.

40 Pero también deberán elegirse en función de su interés tecnológico, en particular de sus propiedades mecánicas y, por tanto, de su predisposición a hacer más ventajosas las limitaciones mecánicas del procedimiento, de sus propiedades reológicas y fisicoquímicas, y por tanto su capacidad para mezclarse con las semillas proteicas en condiciones húmedas y su capacidad para adsorber o absorber agua, en algunos casos su capacidad para unirse a las proteínas, sus propiedades enzimáticas y por tanto su capacidad para potenciar las actividades enzimáticas, en particular para mejorar la digestibilidad de las semillas proteicas.

Ventajosamente, las semillas proteicas se combinan con una proporción de semillas oleaginosas siempre que la tecnología térmica implique una etapa de tratamiento térmico a presión.

45 A modo de ejemplo, para facilitar el paso por la extrusora, la adición de materia grasa, preferentemente derivada de semillas oleaginosas y no de un aceite, debido a una adición más difusa y homogénea del agente lubricante, permite procesar tecnológicamente mejor las semillas proteaginosas y aumentar las capacidades de fabricación.

Por último, de forma más general, la elección de la materia prima adicional se basa preferentemente en el potencial de mejora nutricional y económica que puede lograrse mediante dicho procedimiento aplicado a las semillas proteicas.

- 5 Así, entre las materias primas complementarias, se dará preferencia en primer lugar a las semillas oleaginosas, los aceites, los cereales y sus coproductos, fuentes de hidratos de carbono simples o complejos, después a las tortas oleaginosas y, por último, a cualquier otra materia prima habitual en la alimentación animal.

Agitación durante el tratamiento térmico preparatorio

En la etapa de tratamiento térmico preparatorio descrita anteriormente, es ventajoso agitar la mezcla para que se someta a condiciones de tratamiento uniformes. La agitación permite :

- 10
- homogeneizar las semillas fraccionadas con la adición de agua y cualquier otro aporte suplementario, en particular para facilitar la función de las enzimas añadidas para ponerlas en contacto con sus sustratos;
 - homogeneizar el agua añadida y la temperatura dentro de las semillas o la mezcla;
 - evitar la formación de aglomerados y facilitar así el transporte de las semillas o de la mezcla.

Como se verá a continuación, el procedimiento según la presente invención permite alcanzar resultados técnicos ventajosos con respecto al estado de la técnica.

- 15 En efecto, ningún procedimiento ampliamente utilizado en la literatura permite alcanzar las mejoras técnicas y económicas obtenidas por el presente procedimiento, en particular en lo que se refiere a los sistemas recientes de producción animal, caracterizados por avances genéticos significativos adaptados a un sistema de alimentación basado esencialmente en la soja, el maíz en grano y los cereales.

- 20 La combinación de las etapas descritas anteriormente permite obtener al menos una semilla proteínica caracterizada por ser a la vez :

Con un contenido superior a al menos un (1) compuesto nutricional, preferiblemente dos (2):

Compuestos nutricionales	Contenido superior a		
	Proteína (g/100g MS)	Almidón (g/100g MS)	Grasa (g/100g MS)
Habas	28	39	
<i>Vicia fava L.</i>			
Guisantes	22	45	
<i>Pisum sativum L.</i>			
Altramuz blanco	35		8
<i>Lupinus albus L.</i>			
Lupino azul	31		5,5
<i>Lupinus angustifolius L.</i>			
Altramuz amarillo	38		5,0
<i>Lupinus luteus L.</i>			

ES 2 963 048 T3

Con un contenido reducido de al menos un factor antinutritivo termoestable o componente nutricional de bajo valor, preferentemente 2, ventajosamente 3 o incluso 4:

Especie	Factores antinutricionales termoestables	Rango de variación (g/100g MS)		Semillas de bajo contenido (g/100g MS)
		Mínimo	Máximo	
Habas <i>Vicia faba L.</i>	Taninos	0,01	1,25	< 0,30
	Vicine, convicine	0,03	2,00	< 0,50
	Alfa-galactósidos	1,00	6,20	< 2,50
	Celulosa bruta	7,00	12,00	< 9,00
	NDF	12,40	22,10	< 16,00
Guisantes <i>Pisum sativum L.</i>	Taninos	0,00	0,74	< 0,01
	Alfa-galactósidos	2,30	11,30	< 5,00
	Celulosa bruta	3,70	8,50	< 5,50
	NDF	9,00	22,00	< 14,00
Altramuz blanco <i>Lupinus albus L.</i>	Alcaloides	0,01	3,00	< 0,1
	Alfa-galactósidos	6,00	14,00	< 10
	Celulosa bruta	13,60	28,10	< 16
	NDF	20,50	35,20	< 25
Lupino azul <i>Lupinus angustifolius L.</i>	Alcaloides	0,01	3,00	< 0,2
	Alfa-galactósidos	6,00	14,00	< 9,0
	Celulosa bruta	13,60	28,10	< 18
	NDF	20,50	35,20	< 29
Altramuz amarillo <i>Lupinus luteus L.</i>	Alcaloides	0,01	3,00	< 0,3
	Alfa-galactósidos	6	16	< 12,0
	Celulosa bruta	13,6	28,1	< 18
	NDF	20,50	35,20	< 29

Reducción de al menos un factor antinutritivo sensible al calor :

Especie	Factores antinutricionales (FAN) en la materia bruta	Rango de variación para semillas con contenido de FAN no reducido		Semillas con contenido reducido de FAN
		Mínimo	Máximo	
Habas	Lectinas (g/100g)	2,00	13,30	< 0,10

ES 2 963 048 T3

Especie	Factores antinutricionales (FAN) en la materia bruta	Rango de variación para semillas con contenido de FAN no reducido		Semillas con contenido reducido de FAN
		Mínimo	Máximo	
<i>Vicia lapa L.</i>	Factores antitripsicos (UTI/mg)	1,90	10,00	< 1,50
Guisantes	Lectinas (g/100g)	0,30	1,00	< 0,10
<i>Pisum sativum L.</i>	Factores antitripsicos (UTI/mg)	1,70	15,00	< 1,50

(UTI = Unidades de Inhibidor de Tripsina)

Con contenido mejorado en al menos un criterio de evaluación:

Criterios de evaluación	Haba <i>Vicia faba L.</i>	Guisantes <i>Pisum sativum L.</i>	Altramuz <i>Lupinus spp.</i>
Proteína solubilizada a pH básico (%) *	< 55%	< 55%	< 55%
Almidón gelatinizado (%)	> 50%	> 50%	-
dE1 (%)	< 50%	< 50%	< 60%
MGD (%)	-	-	>40
LMC (g/kg MS)	< 0,020	< 0,020	< 0,025
Acilamida (g/kg MS)	<110	<110	<300

(*): en el resto de la presente solicitud, se entenderá por "proteína solubilizada" la proteína solubilizada a pH básico.

Un nivel mejorado de digestibilidad de la energía y/o proteínas y sus aminoácidos:- Para animales monogástricos:

	Digestibilidad Energía (% aumento)			Digestibilidad de proteínas/aminoácidos (% de aumento)		
	Habas	Guisantes	Altramuces	Habas	Guisantes	Altramuces
Aves de corral	EM (Kcal)			CUD (%)		
	20%	20%	25%	8%	5%	8%
Cerdos	CUD (%)			CUD (%)		
	20%	10%	15%	8%	5%	8%
Pescado	CUD (%)			CUD (%)		
	25%	15%	18%	12%	8%	12%

	Digestibilidad Energía (% aumento)			Digestibilidad de proteínas/aminoácidos (% de aumento)		
	Habas	Guisantes	Altramuces	Habas	Guisantes	Altramuces
Otras especies	% de aumento			CUD (%)		
	20%	10%	15%	8%	4%	6%

(EM : Energía metabolizable; CUD : Coeficiente de uso digestivo)

Para rumiantes:

	Degradabilidad teórica (DT) (%)			Digestibilidad intestinal % (dr)		
	Habas	Guisantes	Lupin	Habas	Guisantes	Lupin
Rumiantes	<65	<65	<65	>98	>98	>98

5 Los resultados presentados en las tablas anteriores se comparan con los obtenidos con una semilla que sólo ha sido sometida a una etapa de fraccionamiento similar a la descrita anteriormente y a una etapa de granulación a una temperatura inferior a 100°C. Estos resultados también se basan en la genética animal actual, es decir, en razas seleccionadas por su productividad.

Se derivan de estudios de digestibilidad realizados en especies monogástricas mediante pruebas in vivo en pollos, peces y cerdos, y en rumiantes mediante pruebas in vivo. Estas pruebas se presentan a continuación.

10 **Pruebas de digestibilidad**

a/ Prueba estándar de digestibilidad en pollos de engorde

15 En una granja experimental, se realizó un ensayo para determinar el coeficiente de uso digestivo del nitrógeno y la energía en pollos de engorde estándar. El objetivo es evaluar el impacto de la selección de las semillas de haba y del tratamiento tecnológico aplicado según se describe en la invención. La recuperación de energía y la digestibilidad de las proteínas se calculan por diferencia según la definición de Carré et al., 2013.

Características de la invención						
	Haba A Entera Cruda	Haba cocida entera A	Haba A Almendrada cocidas	Haba B Entera Cruda	Haba B entera cocida	Haba B Almendrada cocidas
Selección de semillas	No	No	No	Sí	Sí	Sí
Tratamiento tecnológico de las semillas	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí
Características de las semillas de haba (enteras o peladas)						
Proteína, g/100g MS	29,2		33,3	29,1		32
Almidón, g/100g MS	39,7		46,7	41,4		49,8
Taninos, g/100g MS	8,2		2,1	5,8		1,7

	Características de la invención					
	Haba A Entera Cruda	Haba cocida entera A	Haba A Almadrada cocidas	Haba B Entera Cruda	Haba B entera cocida	Haba B Almadrada cocidas
Vicina + Convicina, g/100g MS	7,8		9,2	1,1		0,3
Alfa-galactósidos, g/100g MS	5,2		4,6	3,7		3,1
Fibra bruta, g/100g MS	10,6		0	7,2		0
NDF, g/100g MS	15,4		0	10,5		0,0
Lectinas, g/100g MS	7,7		8,5	7,0		7,7
Factores antitripsicos, IU/mg	5,2		4,6	3,7		3,1
	Procedimientos de tratamiento de semillas de haba					
Mezclar	No	No	No	No	No	No
Fraccionamiento	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Descascarado	No	No	Sí	No	No	Sí
Tratamiento térmico						
Temperatura	-	140°C	130°C	-	140°C	130°C
Duración	-	20 s	20 s	-	20 s	20 s
Presión	-	3 MPa	2,5 MPa	-	3 MPa	2,5 MPa
	Características de las semillas de haba tratadas					
Lectinas *	6,7	0,0	0,0	6,1	0,0	0,0
Factores antitripsicos **	2,9	0,8	0,5	1,7	0,9	0,3
	Digestibilidad de los nutrientes					
CUD Materia nitrogenada total	73	76	76	72	79	80
EM a N, kcal/kg MS	2813	3068	3258	2890	3313	3477

Digestibilidad de los nutrientes						
CUD Materia nitrogenada total	100	104	104	99	108	110
Energía CUD	100	109	116	103	118	124

Así, combinando las mejores tecnologías, desde la selección de semillas hasta los procedimientos mecánicos y termomecánicos, se consiguen mejoras notables en los niveles de digestibilidad: +8 de aumento de la digestibilidad de las proteínas, +18% de aumento del valor energético en el pollo, una especie muy sensible en términos de digestibilidad, lo que la convierte en un excelente modelo para los animales monogástricos. Cuando se aprovecha el descascarado de la faba, se observa un efecto sinérgico en la recuperación de proteínas (+10%) y energía (+24%) tras el tratamiento térmico. Estos efectos son mayores que la simple adición de la selección de semillas, el descascarado y el tratamiento térmico adecuado.

5

b/ Prueba de digestibilidad en cerdos

10 En una granja experimental, se realizó un ensayo para determinar las digestibilidades fecal e ileal de cerdos en crecimiento. La utilización digestiva de cada materia prima que se va a probar se obtiene utilizando el procedimiento de la diferencia con mediciones en la dieta base y mediciones en dietas que contienen una fracción de la dieta base y uno de los productos que se van a probar.

15 Para determinar la digestibilidad fecal de los cerdos, la prueba se realiza con un dispositivo descrito por Noblet et al. (1989). Brevemente, el principio consiste en incorporar el 35% de una de las semillas a ensayar en una dieta básica (trigo + torta de soja), y cada una de las dietas así preparadas se distribuye a 5 cerdos.

Características de la invención							
	Harina de soja	Haba cruda entera	Haba cocida entera 1	Haba cocida entera 2	Haba Almendrada cruda	Haba Almendrada cocida 1	Haba Almendrada cocida 2
Selección de semillas	-	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Tratamiento tecnológico de las semillas		No	Sí	Sí	No	Sí	Sí
Características de las raciones							
Ración EM, kcal/kg	5360 kcal/kg MS						
Proteína digestible, g/kg	44 g/100 g MS						
Características de las semillas de faba (enteras o descascaradas)							
	Harina de soja	Haba cruda entera	Haba cocidas enteras 1	Haba cocidas enteras 2	Habas Almendrada crudas	Haba Almendrada cocidas 1	Haba Almendrada cocidas 2
Proteína, g/100 g MS		31,4			36,1		
Almidón, g/100 g MS		38,0			43,6		

Características de la invención							
	Harina de soja	Haba cruda entera	Haba cocida entera 1	Haba cocida entera 2	Haba Almendrada cruda	Haba Almendrada cocida 1	Haba Almendrada cocida 2
Taninos, g/100 g MS			0,5			0,4	
Vicina + Convicina, g/100 g MS			0,3			0,3	
Alfa-galactósidos, g/100 g MS			2,6			2,9	
Fibra bruta, g/100 g MS			7,0			1,4	
NDF, g/100 g MS			13,1			11,1	
Lectinas, g/100 g MS			2,0			2,2	
Factores antitripsicos, UTI/mg			1,9			2,1	
Procedimientos de tratamiento de semillas de haba							
Mezclar	-	No	No	No	No	No	No
Fraccionamiento	-	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Descascarado	-	No	No	No	Sí	Sí	Sí
Preparación térmica							
Temperatura	-	-	-	60°C	-	-	60°C
Humedad	-	-	-	14%	-	-	14%
Duración	-	-	-	15 minutos	-	-	15 minutos
Tratamiento térmico							
Temperatura	-	-	110°C	140°C	-	110°C	140°C
Duración	-	-	20 s	20 s	-	20 s	20 s
Presión	-	-	2 MPa	3 MPa	-	2 MPa	3 MPa
Características de las semillas tratadas							

Lectinas, g/100g MS	-	6,7	2,2	0,2	6,7	6,7	1,3
Factores antitripsicos, IU/mg	-	6,6	3,0	2,6	5,6	4,4	2,8
Coefficiente de utilización digestiva fecal (CUD) de los alimentos							
CUD Materia nitrogenada total	84,9 ^{a,c}	82,1 ^a	84,9 ^{a,c}	84,2 ^b	84,1 ^b	88,3 ^d	88,0 ^{cd}
Coefficiente de utilización digestiva fecal (CUD) de las semillas							
CUD Materia nitrogenada total	-	80,1	85,9	84,4	84,5	93,5	92,2

5 Este ensayo pone de manifiesto el valor del tratamiento tecnológico (preparación y tratamiento térmico) aplicado a la semilla entera o descascarada, tal como se describe en la invención, para alcanzar un nivel de digestibilidad de la materia nitrogenada total y de la energía estadísticamente equivalente al de la dieta de control a base de harina de soja. Los dos tratamientos térmicos aplicados a las semillas produjeron resultados aproximadamente equivalentes. Por otra parte, si la semilla de faba seleccionada se descascarilla antes de la transformación tecnológica, se pueden alcanzar los CUD de nitrógeno total y energía en el pienso obtenido con harina de soja. Cuando la semilla de faba se procesa tecnológicamente, como se describe en la invención en términos de ventaja, la CUD es clara y estadísticamente superior a la harina de soja.

10 **c/ Prueba de digestibilidad en trucha arco iris**

15 En una piscifactoría experimental se realiza un ensayo para determinar el uso metabólico de la energía y las proteínas. El valor energético y la digestibilidad de la proteína se calculan por diferencia según la definición de Choubert et al., 1982. Las semillas de faba seleccionadas y tratadas y sus coeficientes de utilización digestiva se presentan en la tabla siguiente.

Características de la invención							
	Harina de soja	Haba cruda entera	Habas cocidas enteras 1	Habas cocidas enteras 2	Habas Almendrada crudas	Habas Almendrada cocidas 1	Habas Almendrada cocidas 2
Selección de semillas		Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Tratamiento tecnológico de las semillas	-	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí
Características de las semillas de haba (enteras o descascaradas)							
Proteína, g/100 g MS		31,4			36,1		
Almidón, g/100 g MS		38			43,6		
Taninos, g/100 g MS		0,5			0,4		

Características de la invención							
Vicina + Convicina, g/100 g MS			0,3			0,3	
Alfa-galactósidos, g/100 g MS			2,6			2,9	
Fibra bruta, g/100 g MS			7,0			1,4	
NDF, g/100 g MS			13,1			11,1	
Lectinas, g/100 g MS			2			2,2	
Factores antitripsicos, UTI/mg			1,9			2,1	
Procedimientos de tratamiento de semillas de habas							
Mezclar	-	No	No	No	No	No	No
Fraccionamiento	-	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Descascarado	-	No	No	No	Sí	Sí	Sí
Preparación térmica							
Temperatura	-	-	-	60°C	-	-	60°C
Humedad	-	-	-	14 %	-	-	14 %
Duración	-	-	-	15 minutos	-	-	15 minutos
Tratamiento térmico							
Temperatura	-	-	110°C	140°C	-	110°C	140°C
Duración	-	-	20 s	20 s	-	20 s	20 s
Presión	-	-	2 MPa	3 MPa	-	2 MPa	3 MPa
Características de las semillas de haba tratadas							
	Harina de soja	Haba cruda entera	Habas cocidas enteras 1	Habas cocidas enteras 2	Habas Almendrada crudas	Habas Almendrada cocidas 1	Habas Almendrada cocidas 2

Procedimientos de tratamiento de semillas de habas							
Lectinas, g/100g MS	-	6,7	2,2	0,2	6,7	6,7	1,3
Factores antitripsicos, IU/mg	-	6,6	3,0	2,6	5,6	4,4	2,8
Proteína solubilizada, % (solubilizada)	-	71	51	23	58	35	24
Almidón gelatinizado, %	-	7	66	83	7	68	85
LMC, g/kg MS	-	0,007	0,016	0,021	0,008	0,018	0,023
Acrilamida, g/kg MS	-	< 30	35	62	< 30	38	65
DE1, %, AND	-	81	36	35	85	46	39
Coeficiente de uso digestivo (CUD) de las materias primas							
CUD Materia seca	83,8 ^{cd}	53,8 ^a	68,5 ^b	67,9 ^b	72,4 ^{a,c}	71,7 ^{a,c}	78,7 ^d
Energía CUD	84,7 ^c	56,9 ^a	70,8 ^b	71,9 ^b	74,6 ^{a,c}	77,1 ^{a,c}	83,4 ^c
Proteína CUD	97,4 ^c	83,5 ^a	89,8 ^b	92,5 ^{a,c}	91,1 ^b	93,5 ^{a,c}	96,7 ^c
Almidón CUD	-	74,5 ^a	84,5 ^b	81,4 ^b	75,0 ^a	75,8 ^a	85,0 ^b

En la tabla anterior y en las siguientes, los valores con una letra de superíndice idéntica no son significativamente diferentes al nivel del 5%.

- 5 El tratamiento de semillas de haba seleccionadas mediante procedimientos de preparación y tratamiento térmico conduce a una mejora de la digestibilidad de la materia seca, la energía, la proteína y el almidón en comparación con las semillas de haba no tratadas. Los dos procedimientos térmicos producen resultados que no difieren significativamente entre sí. Sin embargo, existe una diferencia numérica a favor de una preparación y un tratamiento térmico más minuciosos (temperatura, presión).
- 10 La ventaja de descascarar las semillas de haba antes del tratamiento térmico permite mejorar aún más la digestibilidad de nutrientes como la energía y las proteínas, situándolos al nivel de la harina de soja.

Este ensayo pone de manifiesto los beneficios de la invención para el tratamiento de las semillas de haba en términos de digestibilidad de los nutrientes, así como el uso ventajoso del descascarado, con vistas a sustituir la harina de soja.

- 15 Aunque estos resultados para la digestibilidad intrínseca de las semillas expresan los efectos asociados al procedimiento tecnológico de la invención (sinergia entre la selección de semillas y los tratamientos tecnológicos), cabe señalar que no expresan los efectos sinérgicos de la invención en términos de digestión por el animal. Algunos de los resultados de digestibilidad se obtienen utilizando los procedimientos habituales empleados en las ilustraciones anteriores. Por otra parte, otros fenómenos intervienen al final de la digestión del animal y tienen efectos sobre su metabolismo. Si bien los factores antinutricionales pueden intervenir en la digestibilidad de las semillas, también son
- 20 la causa de trastornos digestivos y metabólicos, que conducen a una reducción de la ingesta y del rendimiento productivo, a alteraciones fisiológicas y a diversas patologías. Este procedimiento tiene la ventaja no sólo de lograr altos niveles de digestibilidad de las semillas proteicas, sino también de evitar el bajo rendimiento y otros problemas de salud asociados a la presencia significativa de factores antinutricionales.

5 [0206] Por ejemplo, la vicina y la convicina en la haba reducen el peso del huevo y la intensidad de la puesta en gallinas ponedoras. Las lectinas, por su parte, tienen la capacidad de aglutinar los glóbulos rojos, lo que puede provocar un retraso del crecimiento. En cuanto a los oligosacáridos, son metabolizados por microorganismos del colon y, como consecuencia de su fermentación, provocan molestias digestivas (flatulencia, diarrea) susceptibles de reducir la ingesta de alimentos, lo que conlleva un deterioro de los resultados de crecimiento.

Gracias a estas ventajas, la invención ha producido resultados zootécnicos sin parangón en las explotaciones ganaderas.

10 A continuación se presentan una serie de ensayos zootécnicos que se han realizado con diferentes especies y en diferentes explotaciones, permitiendo validar en condiciones de producción las ventajas técnicas obtenidas por la invención.

al Ensayo zootécnico en gallinas ponedoras

15 En una granja experimental, se alimentó a gallinas ponedoras (Isa-Brown), durante aproximadamente 3 meses, con un 15% de mezclas de 90% de semillas de haba y 10% de semillas de lino procedentes de diferentes procedimientos para los que se habían determinado previamente los valores de N EM y CUD.

20 Habida cuenta de la metodología adoptada, que consiste en formular los piensos para ponedoras como isonutricionales (energía metabolizable, aminoácidos esenciales digestibles, calcio, fósforo, etc.), teniendo en cuenta las diferencias en los valores de digestibilidad evaluados anteriormente, el objetivo de este ensayo era comprobar si, gracias al efecto sinérgico de una reducción de los factores antinutricionales (cuyos efectos no se incluyen en los valores de digestibilidad), la invención permitía obtener un mayor nivel de rendimiento zootécnico.

Así, la tabla siguiente muestra:

- las características nutricionales conservadas para la haba resultante de la invención, por una parte, y para la haba estándar, simplemente sometida a molturación, por otra; estos valores se han determinado previamente estudiando su digestibilidad según los protocolos habituales conocidos por los expertos en la materia;
- 25 - el rendimiento de puesta en términos de peso del huevo, de masa de huevo exportada (teniendo en cuenta el número de huevos puestos) y de índice de consumo (eficacia alimentaria para producir un huevo).

Características de la invención						
	Harina de soja	Habas A Crudas	Habas A cocida 1	Habas A cocida 2	Habas B Crudas	Habas B cocidas 2
Selección de semillas	-	No	No	No	Si	Si
Tratamiento tecnológico de las semillas	-	No	Si	Si	No	Si
Características de las raciones						
Ración EM, kcal/kg	2800					
Lirio digestible, g/kg	6,9					
Características de las semillas de haba						
Proteína, g/100 g MS		29,2			29,1	
Almidón, g/100 g MS		39,7			41,4	
Taninos, g/100 g MS		0,82			0,58	
Vicina + Convicina, g/100 g MS		0,78			0,11	
Alfa-galactósidos, g/100 g MS		3,0			2,4	
Fibra bruta, g/100 g MS		10,6			7,2	
NDF, g/100 g MS		18,9			15,4	
Lectinas, g/100 g MS		5,2			2,0	
Características de las semillas de haba						
Factores antitripsicos, UTI/mg		5,2			3,7	
Procedimientos de tratamiento de semillas de habas						
Mezclar	-	No	No	No	No	No
Fraccionamiento	-	Si	Si	Si	Si	Si
Preparación térmica						
Temperatura	-	-	-	60°C	-	60°C
Humedad	-	-	-	14%	-	14%
Duración	-	-	-	15 min	-	15 min
Tratamiento térmico						
Temperatura	-	-	90°C	140°C	-	140°C
Duración	-	-	20 s	20 s	-	20 s
Presión	-	-	1,5 MPa	3 MPa	-	3 MPa
Características de las semillas de haba tratadas						
EM Semillas de haba, kcal/kg		2813	2983	3068	2890	3313
CUD N Semillas de haba, % (CUD N)		73	75	76	72	79
Lectinas, g/100g MS		5,2	5,2	0,0	2,0	0,0
Factores antitripsicos, IU/mg		2,9	2,4	0,8	3,7	0,9
Rendimiento productivo de las gallinas ponedoras						
Peso del huevo, g	61,9 ^{a,c}	62,2 ^{ab}	62,2 ^{ab}	62,1 ^{ab}	62,6 ^a	62,8 ^a
Masa exportada, g/d	61,0 ^{ab}	60,5 ^b	59,7 ^c	61,1 ^{ab}	60,2 ^b	62,0 ^b
Índice de consumo	1,92 ^c	1,97 ^{ab}	2,00 ^a	1,94 ^b	1,97 ^{ab}	1,92 ^c

En comparación con el lote de control con harina de soja, que ya está muy bien caracterizado en términos de valores de digestibilidad y rendimiento productivo, los resultados muestran que:

5 Los resultados obtenidos con la semilla de haba estándar, no derivada de la invención, son inferiores al control "harina de soja", lo que pone de manifiesto los efectos negativos de los factores antinutricionales sobre el rendimiento de puesta de la gallina. La principal conclusión es que las gallinas de este lote exportaron menos masa de huevos a pesar de un peso de los huevos similar o incluso ligeramente superior, lo que significa que pusieron menos huevos, pero también que tuvieron que consumir más pienso para producir la misma cantidad de huevos, lo que indica una pérdida de eficiencia alimentaria (aumento del índice de conversión del pienso).

10 Los resultados obtenidos con semillas de haba estándar, tratadas tecnológicamente pero a un nivel inferior al de la invención, conducen a un rendimiento de producción inferior. El tratamiento tecnológico aplicado a una semilla no seleccionada no es lo suficientemente eficaz como para reducir el contenido de factores antinutricionales y aumentar así significativamente el valor nutritivo de la semilla.

15 Los resultados obtenidos con la semilla de haba seleccionada pero no tratada tecnológicamente conducen a rendimientos que, a pesar de un valor nutritivo intrínseco superior al de la semilla no seleccionada, se mantienen por debajo del lote de control con harina de soja. Las habas no pueden ser utilizadas por las gallinas ponedoras sin un tratamiento tecnológico.

Aunque el valor nutritivo de la haba resultante de la invención (semilla de haba de ensayo) ya era significativamente superior al de la haba estándar, los resultados obtenidos con la semilla de haba de la invención muestran una mejora del peso del huevo y de la masa exportada, sin modificar el índice de conversión alimenticia.

20 De este modo se puede apreciar la ventaja de la selección y el procedimiento según la invención. La semilla proteínica de este procedimiento no sólo presenta valores nutricionales superiores en el marco de los denominados estudios de digestibilidad, sino que, al mismo tiempo, permite eliminar los efectos nocivos de los factores antinutricionales y obtener un rendimiento productivo superior al de la harina de soja, lo que es indicativo del efecto sinérgico que se busca en la etapa de alimentación animal

25 **b/Ensayo zootécnico y económico en pollos de engorde Label**

En una granja de pollos con etiqueta de referencia, dos naves idénticas con 4.400 pollos fueron alimentados según 2 programas de alimentación. Se compara el programa habitual a base de harina de soja con el programa sin soja a base de las semillas proteicas de la invención.

30 El rendimiento técnico y económico se evaluó a partir de datos sobre el consumo, el peso de los animales, el crecimiento, el índice de conversión alimenticia, la mortalidad y los costes adicionales de alimentación.

35 En este ensayo, los valores nutricionales de haba utilizados para formular el pienso no se basaron en los denominados valores de digestibilidad, sino en valores extraídos de la bibliografía. Se trataba, pues, de comprobar si el rendimiento zootécnico de los pollos sería efectivamente superior al del lote de control y, en caso afirmativo, calcular en qué medida deberíamos haber estimado los valores nutricionales de la semilla de haba. Los elementos se presentan a continuación:

ES 2 963 048 T3

Características de la invención		
	Harina de soja	Habas cocidas
Selección de semillas	-	SI
Tratamiento tecnológico de las semillas	-	SI
Características de las raciones		
Ración EM, kcal/kg	2800	
Lino digestible, g/kg	6,9	
Características de las semillas de haba		
Proteína, g/100 g MS	51,6	29,2
Almidón, g/100 g MS	5,7	41,8
Taninos, g/100 g MS	0,69	0,49
Vicina + Convicina, g/100 g MS	-	0,15
Alfa-galactósidos, g/100 g MS	4,0	2,2
Fibra bruta, g/100 g MS	5,9	7,3
NDF, g/100 g MS	12,5	13,0
Lectinas, g/100 g MS	-	2,4
Factores antitripsicos, UI/mg	20,0	3,0
Procedimientos de tratamiento de semillas de habas		
	Harina de soja	Habas cocidas
Mezclar	-	No
Fraccionamiento	-	SI
Preparación térmica		
Temperatura	-	60°C
Humedad	-	14 %
Duración	-	15 min
Tratamiento térmico		
	Harina de soja	Habas cocidas
Temperatura	-	140°C
Duración	-	20 s
Presión	-	3 MPa
Características de las semillas de haba tratadas		
EM Semillas de haba, kcal/kg	-	3305
CUD N Semillas de haba, % (CUD N)	-	78
Lectinas, g/100g MS	-	0,0
Factores antitripsicos, UI/mg	-	0,8
Rendimiento de la producción avícola		
Edad de sacrificio, j	82	82
Peso final, kg	2,184	2,349 ***
Ganancia media diaria, g/d	26,63	28,65 ***
Índice de consumo económico	2,913	2,740 ***
Kg productos /m ²	23,46	25,10 **
Relación agua / pienso	1,40	1,43 *
Índice de rendimiento	89,3	101,5 ***
Coste del programa de piensos, en euros/t	295,00	300,80
Coste total del pienso, base 100	100	102,63
Margen de alimentación de pollos, base 100	100	121,10

De este modo, los resultados técnicos obtenidos gracias a la invención han compensado ampliamente el coste adicional de los alimentos.

5 La sustitución de la harina de soja por la solución propuesta según la invención al 8% del pienso resultó en una mejora significativa de los resultados técnicos (peso +7,5%, GMQ +7,6%, IC -5,9% e índice de rendimiento +13,9%) y económicos.

10 Según estos resultados zootécnicos, los valores de digestibilidad de la solución según la invención no pueden explicar por sí solos la mejora del rendimiento. Si bien los resultados de digestibilidad se evaluaron en 3313 kcal de energía metabolizable y 79% del coeficiente de utilización digestiva de la proteína, por cálculo, los rendimientos así obtenidos permiten estimar un aumento del 11% de la energía metabolizable (es decir, 3675 kcal) y un aumento del 5% del coeficiente de utilización digestiva de la proteína (es decir, 83%).

Este es el signo de un efecto sinérgico vinculado a una mejor expresión en el metabolismo del animal, que puede estar relacionado con la reducción de los factores antinutricionales.

c/ Ensayo zootécnico, medioambiental y económico en pollos de engorde estándar

15 En una granja experimental, se llevó a cabo un ensayo para determinar el rendimiento de crecimiento de los pollos de engorde. Este ensayo se llevó a cabo con pollos machos ROSS PM3 alimentados con dietas en las que las principales fuentes de proteínas eran harina de soja o semillas de haba no seleccionadas y no tratadas tecnológicamente (Haba Cruda) o semillas de haba producidas por la invención (selección y tratamiento tecnológico) denominadas "Haba Cocida". Estas fuentes de proteínas se incorporaron hasta un 15% en el pienso de crecimiento (EM : 2950 kcal/kg; LYS digestible : 11g/kg) y un 20% en el pienso de acabado (EM : 3000 kcal/kg; levadura digestible : 10g/kg).
20 Estos alimentos tenían las mismas características nutricionales que las SOJA. Se evaluaron las prestaciones zootécnicas de estos productos y se determinaron sus repercusiones medioambientales (ECOALIM) y económicas (clima económico de 2018).

	Características de la invención		
	Harina de soja	Habas crudas	Habas cocidas
Selección de semillas		No	Si
Tratamiento tecnológico de las semillas		No	Si
Características de las raciones			
Ración EM, kcal/kg	Crecimiento : 2950 Acabado : 3000		
Lirio digestible, g/kg	Crecimiento : 11 Acabado : 10		
Características de las semillas de haba			
	Harina de soja	Habas crudas	Habas cocidas
Proteína, g/100 g MS		29,2	Si
Almidón, g/100 g MS		39,7	43,2
Taninos, g/100 g MS		0,82	0,54
Vicina + Convicina, g/100 g MS		0,78	0,29
Alfa-galactósidos, g/100 g MS		3,0	2,4
Fibra bruta, g/100 g MS		10,6	8,8
NDF, g/100 g MS		18,9	18,7
Lectinas, g/100 g MS		5,2	3,0
Factores antitripsicos, UTI/mg		5,2	2,5
Procedimientos de tratamiento de semillas de habas			
Mezclar	-	No	No
Fraccionamiento	-	Si	Si
Preparación térmica			
Temperatura	-	-	60°C
Humedad	-	-	14%
Duración	-	-	15 min
Tratamiento térmico			
Temperatura	-	-	140°C
Duración	-	-	20 s
Presión	-	-	3 MPa
Características de las semillas de haba tratadas			
EM Semillas de haba, kcal/kg		2813	3313
CUD N Semillas de haba, % (CUD N)		73	79
Lectinas, g/100g MS		5,2	0
Factores antitripsicos, IU/mg		2,9	0,9
Rendimiento de la producción avícola			
Índice de consumo	1,456	1,460	1,444
Rendimiento medioambiental			
Consumo de fósforo	100	79	64
Consumo de combustibles fósiles	100	84	79
Cambio climático	100	72	59
Acidificación	100	82	83
Eutrofización	100	102	99
Uso del suelo	100	119	114
Resultados económicos			
Coste del pienso para la producción de 100 kg de peso vivo	40,20 €	39,03 €	39,45 €
Coste del consumo anual de pollo	7,64 €	7,42 €	7,50 €

5 El rendimiento de crecimiento de los pollos en los lotes de harina de soja, habas crudas y habas cocidas alimentados con piensos isonutricionales fue estadísticamente idéntico. Los índices de consumo, aunque no son significativamente diferentes, muestran valores numéricamente favorables al haba resultante de la invención. Este último tiene un índice de consumo más bajo (1,444) que los lotes de harina de soja (1,456) y de habas crudas (1,460). Un rendimiento de crecimiento idéntico cuando se alimenta a pollos de engorde estándar con piensos con los mismos valores nutricionales significa que el pienso se ha evaluado correctamente en términos de su valor nutricional. Estos resultados validan el contenido digestible de EM y LYS de las habas del ensayo, en particular de las producidas con la invención. Y en menor medida que en las gallinas ponedoras, destacamos un efecto sinérgico de la invención sobre el rendimiento animal.

10 El impacto medioambiental de la producción de pollos utilizando un pienso a base de habas de la invención es positivo en términos de cambio climático (-41%), consumo de fósforo (-36%), consumo de energía fósil (-22%) y acidificación (-18%); neutro en términos de eutrofización (-2%) y negativo en términos de uso del suelo (+13%). Los mismos impactos medioambientales de la producción de pollos con habas no inventariadas tienen valores intermedios.

15 El impacto económico de la producción de pollos de engorde, evaluado a través del componente alimentación, que representa alrededor de dos tercios de los costes de producción, es de 40,20 euros y 39,45 euros/100 kg de peso vivo, es decir, un descenso del -1,9%. Sobre la base de un consumo francés de pollo de 19,0 kg/año, el impacto es igual de neutro, con un ahorro de 0,14 euros/año. Se reduce el impacto económico de la producción y el consumo de pollos alimentados con semillas no derivadas de la invención.

20 Este ensayo demuestra la doble ventaja de la invención con respecto a la selección de las semillas de haba y a un tratamiento tecnológico adecuado. Este interés se refiere tanto al valor añadido por los pollos de engorde estándar al haba resultante de la invención; como a su impacto medioambiental beneficioso para la invención; y a su impacto económico para el consumidor francés. De este modo, se ha validado la introducción de semillas proteicas de la invención en pollos de engorde estándar.

d/ Ensayo zootécnico en cerdas arco iris

25 En una granja experimental, se llevó a cabo un ensayo para determinar el rendimiento del crecimiento de la trucha arco iris. Los valores nutricionales de semillas de haba seleccionadas según se describen en la invención, tratadas tecnológicamente o no según se describen en la invención y descascaradas o no, se evaluaron previamente en truchas arco iris juveniles criadas a 17°C en una piscifactoría.

30 Los piensos, que eran isoenergéticos (23-24 kJ/g MS) e isonitrógenos (43-45% MS), contenían un 21% de harina de pescado como fuente de proteínas y un 25% de semillas de haba a ensayar o un 25% de harina de soja. Tras mezclar y moler las materias primas que componen el pienso para peces, se somete a un procedimiento de termococción en una extrusora de doble husillo antes de ser granulado. Estos alimentos se distribuyeron a los lotes de truchas, ad libitum, durante 84 días.

Características de la invención									
	Harina de soja	Haba cruda entera	Habas cocidas enteras 1	Habas cocidas enteras 2	Habas Almendrada crudas	Habas Almendrada cocidas 1	Habas Almendrada cocidas 2		
Selección de semillas	-	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí		
Tratamiento tecnológico de las semillas	-	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí		
Características de las raciones									
Ración EM, kcal/kg	5360 kcal/kg MS								
Proteína digestible, g/kg	44 g/100g MS								
Características de las semillas de haba (enteras o peladas)									
	Harina de soja	Haba cruda entera	Habas cocidas enteras 1	Habas cocidas enteras 2	Habas Almendrada crudas	Habas Almendrada cocidas 1	Habas Almendrada cocidas 2		
Proteína, g/100 g MS			31,4				36,1		
Almidón, g/100 g MS			38,0				43,6		
Taninos, g/100 g MS			0,5				0,4		
Vicina + Convicina, g/100 g MS			0,3				0,3		
Alfa-galactósidos, g/100 g MS			2,6				2,9		
Fibra bruta, g/100 g MS			7,0				1,4		
NDF, g/100 g MS			13,1				5,5		
Lectinas, g/100 g MS			2,0				2,2		
Factores antitripsicos, UTI/mg			1,9				2,1		
Procedimientos de tratamiento de semillas de habas									
Mezclar	-	No	No	No	No	No	No	No	No
Fraccionamiento	-	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Descascarado	-	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Preparación térmica									
Temperatura	-	-	-	60°C	-	-	-	-	60°C

		Procedimientos de tratamiento de semillas de habas					
Humedad	-	-	14 %	-	-	-	14 %
Duración	-	-	15 min	-	-	-	15 min
Tratamiento térmico							
Temperatura	-	-	140°C	-	-	110°C	140°C
Duración	-	-	20 s	-	-	20 s	20 s
Presión	-	-	3 MPa	-	-	2 MPa	3 MPa
Características de las semillas de haba tratadas							
Proteína CUD, %	97,4	83,5	89,3	92,5	91,1	93,5	96,7
Energía CUD, %	84,7	56,9	70,8	71,9	74,6	77,1	83,4
Lectinas, g/100g MS	-	6,7	2,2	0,2	7,3	6,7	1,3
Factores antitripsicos, IU/mg	-	6,6	3,0	2,6	7,2	4,4	2,8
						35	24
Rendimiento de la producción de truchas							
	Harina de soja	Haba cruda entera	Habas cocidas enteras 1	Habas cocidas enteras 2	Habas Almendrada crudas	Habas Almendrada cocidas 1	Habas Almendrada cocidas 2
Índice de consumo	3,17	3,18	3,17	3,18	3,49	3,14	3,20
Consumo diario relativo	1,24 ab	1,33 b	1,26 b	1,28 ab	1,36 ab	1,20 a,c	1,20 a
Eficiencia alimentaria	1,13 ab	1,05 a	1,11 ab	1,11ab	1,11ab	1,14 ab	1,19 b
Eficacia de las proteínas	2,65 ab	2,52 ab	2,69 a	2,67 ab	2,58 ab	2,73 ab	2,88 b

5 No hay diferencia en el rendimiento zootécnico en comparación con el control SOJA, sin embargo los tratamientos tecnológicos tienen un impacto significativo en el consumo de alimento y la eficiencia alimenticia de los alimentos que contienen semillas derivadas de la invención: (i) la preparación y el tratamiento térmico, tal como se describen en la invención, mejoran la eficiencia alimentaria y la eficiencia proteica, lo que va unido a una reducción del consumo de alimentos, (ii) el descascarado unido al tratamiento térmico también mejora la eficiencia alimentaria.

10 En el marco de este ensayo, la incorporación del 25% de las semillas de haba resultantes de la invención en el alimento, en comparación con la torta de soja y en las fórmulas isonutricionales, permitió alcanzar los mismos niveles de rendimiento de crecimiento en las truchas. Incluso parece que ciertas combinaciones ventajosas de tratamientos tecnológicos han tenido un impacto positivo en las habas, mejorando su eficacia alimentaria hasta el punto de ser superiores a la harina de soja. De forma más general, esta ilustración muestra el efecto sinérgico de la invención a través del uso que el animal ha podido hacer de estas semillas seleccionadas y tratadas.

15 Estos resultados muestran, por tanto, que las semillas de haba de la invención son buenas candidatas para sustituir a la harina de soja en los piensos para truchas. Además, aunque los piensos acuícolas se producen por cocción-extrusión, mediante tratamiento térmico a presión, parece que el procedimiento según la invención, aplicado a las semillas de habas enteras o descascaradas, aporta un verdadero valor añadido para mejorar el valor nutritivo de estas semillas.

e/ Prueba Zootécnica en carnicerías de cerdo

En una explotación porcina de engorde de referencia, se compararon los resultados de crecimiento de dos lotes de cerdos cuya alimentación difería únicamente en la adición de la solución resultante de la invención.

20 Los piensos de crecimiento y acabado de ambos lotes tenían ingestas isonutricionales (energía neta y aminoácidos digestibles). La solución se aplicó en una proporción del 10% en la etapa de crecimiento y del 5% en la etapa de acabado, en sustitución de las tortas proteicas y las semillas oleaginosas.

25 Como los valores nutricionales del haba utilizados para formular los piensos se basaban en valores de digestibilidad, se trataba de comprobar si los rendimientos zootécnicos de los animales serían efectivamente iguales y de constatar, en caso de que fueran superiores, un posible efecto sinérgico vinculado a una mejor expresión a nivel del metabolismo del animal.

La tabla siguiente muestra los datos técnicos de rendimiento obtenidos.

Características de la invención		
	Harina de soja	Habas cocidas
Selección de semillas	-	Sí
Tratamiento tecnológico de las semillas		Sí
Características de las raciones		
	Harina de soja	Habas cocidas
Ración EM, kcal/kg	Crecimiento : 2300 Acabado : 2150	
Lirio digestible, g/kg	Crecimiento : 7,5 Acabado : 6,5	
Características de las materias primas analizadas		
Proteína, g/100 g MS		29,2
Almidón, g/100 g MS		41,8
Taninos, g/100 g MS		0,49
Vicina + Convicina, g/100 g MS		0,15
Alfa-galactósidos, g/100 g MS		2,2
Fibra bruta, g/100 g MS		7,3
NDF, g/100 g MS		13,0
Lectinas, g/100 g MS		2,4
Factores antitripsicos, UTI/mg		3,0
Procedimientos de tratamiento de semillas de habas		
Mezclar	-	No
Fraccionamiento	-	Sí
Preparación térmica		
Temperatura	-	80°C
Humedad	-	14 %
Duración	-	15 min
Tratamiento térmico		
Temperatura	-	140°C
Duración	-	20 s
Presión	-	3 MPa
Características de las semillas de haba tratadas		
EM Semillas de haba, kcal/kg		3305
CUD N Semillas de haba, % (CUD N)		78
Lectinas, g/100g MS		0,0
Factores antitripsina, IU/mg		0,8
Rendimiento de la producción porcina		
Ganancia media diaria, g/d	773	804 **
Índice de consumo económico	2,78	2,80 *

Los rendimientos técnicos registrados en este ensayo muestran un aumento de la ganancia media diaria, debido a una mejor ingestión y un valor igualmente bueno en términos de ganancia de peso por kilogramo de alimento.



Esto demuestra un efecto sinérgico entre la buena digestibilidad de las semillas y el efecto positivo sobre la ingesta, efecto este último vinculado a la reducción de los factores antinutricionales cuyos efectos negativos sobre la ingesta de alimentos se señalan regularmente, debido en particular a los problemas digestivos que provocan.

5 Como se mencionó anteriormente, los efectos post-digestión de nutrientes tales como proteínas y energía pueden ocurrir en animales después de la ingestión de materias primas vegetales, derivadas o no de la invención. Estudios anteriores han demostrado una reducción del rendimiento productivo debido a cambios en las funciones fisiológicas y/o en la digestibilidad. Las reacciones alérgicas pueden ser uno de estos problemas de salud. Se han documentado muchos casos de reacciones tras la ingestión de semillas proteicas, debido a los principales alérgenos presentes en las semillas.

10 **f/Prueba de alergenicidad en perros**

El objetivo de este trabajo era estudiar la alergenicidad de las semillas de haba crudas o tratadas en diferentes condiciones. La alergenicidad (o reactividad) se evaluó mediante inmunoblot utilizando sueros de perros sensibilizados a los alimentos.

15 Tras extraer las proteínas de las semillas y seleccionar los sueros de los perros sensibles a los alimentos, es decir, aquellos con inmunoglobulinas de tipo E o IgE reactivas a las semillas proteicas, se estudia la reactividad mediante inmunoblot. Las proteínas extraídas se incuban en presencia de sueros que contienen IgE. Cuando hay una proteína alérgica, los anticuerpos IgE del suero la unen y aparece una banda específica en la membrana.

	Características de la invención			
	Harina de soja	Haba cruda entera	Habas enteras cocidas	Habas Almendrada cocidas
Selección de semillas	-	Si	Si	Si
Tratamiento tecnológico de las semillas		No	Si	Si
Características de las semillas de haba (enteras o peladas)				
Proteína, g/100 g MS		29,2		36,1
Almidón, g/100 g MS		41,8		43,6
Taninos, g/100 g MS		0,49		0,4
Vicina + Convicina, g/100 g MS		0,15		0,3
Alfa-galactósidos, g/100 g MS		2,2		2,9
Fibra bruta, g/100 g MS		7,3		1,4
NDF, g/100 g MS		13,0		5,5
Lectinas, g/100 g MS		2,4		2,2
Factores antitripsicos, UTI/mg		3,0		2,1
Procedimientos de tratamiento de semillas de habas				
Mezclar	-	No	No	No
Fraccionamiento	-	Si	Si	Si
Preparación térmica				
Temperatura	-	-	60°C	60°C
Humedad	-	-	14 %	14 %
Duración	-	-	15 min	15 min
Tratamiento térmico				
Temperatura	-	-	140°C	130°C
Duración	-	-	20 s	20 s
Presión	-	-	3 MPa	2,5 MPa
Características de las semillas de haba tratadas				
	Harina de soja	Haba cruda entera	Habas enteras cocidas	Habas Almendrada cocidas
Lectinas, g/100g MS		6,7	0,2	1,3
Factores antitripsicos, IU/mg		6,6	0,8	2,8
Reactividad alérgica en perros				
Calificación de la reacción	Fuerte	Fuerte	Ninguno	Ninguno
Immunoblot				

Las semillas crudas de haba muestran numerosas bandas muy intensas, es decir, una reactividad alérgica elevada. Por otra parte, las semillas producidas por la invención, a partir de semillas enteras o de semillas descascaradas, no muestran ninguna reactividad (sin bandas visibles). Parece que la reactividad IgE presente inicialmente en las semillas se reduce profundamente o incluso se elimina tras el procedimiento de invención.

5 **g/ Ensayo zootécnico de vacas lecheras**

En una granja lechera experimental, se realizó un ensayo para probar los efectos de la invención sobre la protección de las proteínas de semillas de haba y altramuza en el rumen y su digestibilidad en el intestino.

El ensayo se llevó a cabo en ocho vacas Holstein en lactación equipadas con una cánula ruminal. El montaje experimental fue un cuadrado latino doble de 4x4. Las vacas recibieron dos veces al día una ración compuesta por un 60% de forraje y un 40% de concentrados. El pienso era una mezcla de ensilado de maíz (33% de la ración en MS), ensilado de hierba (17%), heno (10%) y pulpa de remolacha deshidratada (10,75%). El concentrado consistió en maíz molido y harina de soja para las dietas de control. Dependiendo del tratamiento, la harina se sustituyó por semillas enteras de haba o de altramuza blanco, crudas (FEV-ENT-CRUE y LUP-NT-CRUE) o tratadas de acuerdo con la invención (FEV-ENT-INVENTION y LUP-ENT-INVENTION) o tratadas mediante un procedimiento alternativo que llevaba las temperaturas de tratamiento más allá de las recomendaciones de la invención (FEV-ENT-ALTER y LUP-ENT-ALTER). Las dietas se formularon con iso materia nitrogenada total (MNT) (146 g/kg MS) e iso energía neta (0,99 UFL/kg MS), y el concentrado aportó el 40% de la MNT de la ración.

	Características de la invención						
	SOJA	FEV-ENT-CRUE	FEV-ENT-ALTER	FEV-ENT-INVENTION	LUP-ENT-CRUE	LUP-ENT-ALTER	LUP-ENT-INVENTION
Selección de semillas	Harina de soja	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Tratamiento tecnológico de las semillas		No	No	Si	No	No	Si
	Características de las raciones						
MAT g/kg MS	146						
Energía neta UFL/kg MS	0.99						
Proteína digestible en el intestino (PDI) g/kg	92	80	99	91	80	100	92
Balace proteico ruminal (BatProRU) g/kg	3,47	14,82	-2,33	5,5	15,54	-2,61	5,71
Proteína digestible en el intestino (PDIA) g/kg	44	30	51	42	30	52	42
Almidón degradable en el rumen g/kg	155	162	153	153	123	123	123
Lisina digestible %PDI	6,82	7,18	7,09	7,1	6,85	6,51	6,44
Metionina digestible %PDI	2,53	2,62	2,29	2,38	2,67	2,31	2,42
	Características de las semillas de habas y altramuces						
	SOJA	FEV-ENT-CRUE	FEV-ENT-ALTER	FEV-ENT-INVENTION	LUP-ENT-CRUE	LUP-ENT-ALTER	LUP-ENT-INVENTION
Proteína, g/100g MS	51,6	29,3			33,3		
Almidón, g/100g MS	5,7	39,1			-		
Grasa, g/100g MS	1,6	7,0			13,3		
Taninos, g/100g MS	0,69	0,8			-		
Vicina + Convicina, g/100g MS	-	0,10			-		
Alcaloides, g/100g MS	-	-			0,02		
Alfa-galactósidos, g/100g MS	4,0	2,3			0,93		
Fibra bruta, g/100g MS	5,9	10			12,9		
NDF, g/100g MS	12,5	18,7			18,3		
Lectinas, g/100g MS	-	66,7			-		
Factores antitripsicos, IU/mg	20,0	2,5			-		

Procedimientos de tratamiento de semillas							
Mezclar	-	No	No	No	No	No	No
Fraccionamiento	-	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Preparación térmica							
Temperatura	-	-	60°C	60°C	-	60°C	60°C
Humedad	-	-	14 %	14 %	-	14 %	14 %
Duración	-	-	15 min	15 min	-	15 min	15 min
Tratamiento térmico							
Temperatura	-	-	160°C	140°C	-	160°C	140°C
Duración	-	-	20 s	20 s	-	20 s	20 s
Presión	-	-	4 MPa	3 MPa	-	3 MPa	2 MPa
Características de las semillas tratadas							
Lectinas, g/100g MS	-	66,7	28,6	13,3	-	-	-
Factores antitripsicos, IU/mg	-	2,5	1,0	0,9	-	-	-
DE1, %, AND	30	82	35	35	84	53	47
Acilamida, g/100 g MS	34	35	39	69	34	507	175
CML, g/100g MS	0,123	0,008	0,023	0,017	0,009	0,029	0,023
Rendimiento de las semillas de haba tratadas							
	SOJA	FEV-ENT-CRUE	FEV-ENT-ALTER	FEV-ENT-INVENTION	LUP-ENT-CRUE	LUP-ENT-ALTER	LUP-ENT-INVENTION
Digestibilidad aparente N, g/g	0,63 (Feb) /0,66 (Lup)	0,64	0,63	0,66	0,68	0,64	0,68
Aminoácidos totales, µM (plasma)	2662 (Feb) /2642 (Lup)	2401	2858	2985	2608	2411	2921
Aminoácidos esenciales, µM (plasma)	1034 (Feb) /956 (Lup)	898	1125	1164	774	914	1024
NH3, mg/l (jugo ruminal)	119 (Feb) /120 (Lup)	145	130	133	140	125	140
Rendimiento de proteínas lácteas : Observado - Potencial, g/día	11.3 (Feb) / -2.7 (Lup)	-65.0	-56.9	5.1	-68.6	-67.9	-29.7

Los niveles más bajos de NH₃ ruminal con las semillas producidas por la invención que con las semillas crudas muestran una protección del nitrógeno contra la degradabilidad ruminal, aumentada por el aumento de la temperatura; mientras que la torta de soja conduce a los valores más bajos. Esta protección del nitrógeno a través del tratamiento tecnológico también se confirma por la degradabilidad enzimática 1 h, que disminuye entre las semillas crudas y las semillas producidas utilizando la invención.

El contenido de compuestos de Maillard es más elevado en las semillas producidas por la invención que en las semillas crudas, con un efecto más marcado en particular sobre el contenido de acrilamida y CML para los altramuces

Además, hay un contenido de CML de cuatro a siete veces mayor en la harina de soja que en las semillas producidas por la invención.

5 En el cuadrado latino de haba, el contenido fecal de LMC fue menor en las dietas que contenían haba que en la dieta control que contenía harina de soja. Numéricamente, se encontraron más compuestos de Maillard en las heces con las semillas de los procedimientos alternativos que con las semillas de la invención. En el caso de procedimientos alternativos, esto implica que las reacciones de Maillard han alcanzado una etapa no reversible en el abomaso, lo que conduce a una sobreprotección del nitrógeno. Esto se confirma por la disminución de la digestibilidad aparente del nitrógeno observada con las semillas procedentes de procedimientos alternativos en comparación con las semillas de la invención. Además, el mayor contenido de aminoácidos plasmáticos de las semillas de la invención en comparación con las semillas de procedimientos alternativos, por un lado, y la torta de soja, por otro, demuestra la mejor asimilación intestinal de las proteínas de las semillas de la invención; las proteínas de las semillas procedentes de procedimientos alternativos o las proteínas de la torta de soja están menos disponibles para el animal, ya que una mayor proporción de éstas escapan no sólo a la degradación ruminal sino también a la digestión y absorción intestinal.

Estos resultados confirman que se produjeron reacciones de Maillard tras los tratamientos tecnológicos de las semillas de haba y altramuces, en proporciones variables. En el caso de las semillas derivadas de la invención, estas reacciones protegen el nitrógeno de una degradabilidad ruminal excesiva y son reversibles con el pH ácido del abomaso, lo que permite una absorción óptima de los aminoácidos en el intestino delgado. Sin embargo, a altas temperaturas (160°C), estas reacciones ya no son tan reversibles en el abomaso, y las proteínas, que están así "sobreprotegidas", ya no se absorben en el intestino.

Por último, desde el punto de vista zootécnico, las semillas producidas por la invención son las únicas que pueden competir con la harina de soja, ya que han permitido exprimir el potencial de rendimiento en proteínas lácteas de las vacas. No ocurre lo mismo con las semillas crudas y las procedentes de procedimientos alternativos.

25 **h/Estudio económico del procedimiento según la presente invención**

Para llevar a cabo este análisis económico, se utilizó un programa informático de formulación de piensos para aves de corral, debidamente informado para este fin en términos de materias primas disponibles, valores nutricionales de las materias primas, precios de estas materias primas y limitaciones nutricionales de los piensos para pollos de engorde y ponedoras, en diferentes etapas fisiológicas de su producción.

30 Así, una vez conocidos los valores nutricionales y los precios potenciales de las mejores combinaciones de la invención, fue posible evaluar la predisposición de la invención a ser económicamente viable.

Utilizando el mismo enfoque, también fue posible evaluar los precios de interés de las materias primas producidas a partir de las mejores combinaciones de procedimientos resultantes de la invención. Se constató que la invención podía ser económicamente pertinente, especialmente porque existen limitaciones de formulación vinculadas a especificaciones concretas (especificaciones relativas a la obligación de utilizar materias primas no modificadas genéticamente, no importadas o de origen local en las fórmulas de los piensos).

40 A continuación se presentan tres fórmulas de piensos para pollos de engorde en crecimiento, que muestran la ventaja económica de la solución resultante de la invención (una mezcla de semillas de haba y de soja, en una proporción del 90% y del 10% respectivamente), debido a su prioridad técnica y económica en términos de inclusión por optimización en fórmulas no OGM, en comparación con las materias primas conocidas en la técnica (harina de soja y cereales en este caso).

Tabla comparativa de tres fórmulas de piensos de crecimiento no OGM para pollos de engorde: una sin y las otras dos con la solución resultante de la invención.

	Fórmula estándar SIN proponer la solución de la invención	Prueba fórmula 1 CON propuesta de solución de la invención	Prueba fórmula 2 CON propuesta de solución de la invención
Composición de las fórmulas			
Harina de soja no modificada genéticamente	21,0%	8,3%	
Solución de la invención (90% de semillas de haba + 10% de soja)		13,5%	20,0%

	Fórmula estándar SIN proponer la solución de la invención	Prueba fórmula 1 CON propuesta de solución de la invención	Prueba fórmula 2 CON propuesta de solución de la invención
Composición de las fórmulas			
Harina de colza		6,3%	8,0%
Trigo	41,9%	45,0%	45,0%
Cebada			11,1%
Maíz	25,0%	14,3%	1,3%
Gluten de maíz	5,2%	5,7%	7,6%
Aceite de soja	4,0%	4,0%	4,0%
Minerales y vitaminas	2,3%	2,3%	2,3%
Aminoácidos	0,6%	0,6%	0,7%
Características nutricionales			
Energía metabolizable	3100 kcal	3100 kcal	3100 kcal
Proteína	19,5%	19,5%	19,5%
Lisina digestible	10,3 g/kg	10,3 g/kg	10,3 g/kg
Calcio	0,79%	0,79%	0,79%
Fósforo	0,40%	0,40%	0,40%
Precio de coste	289,5€/t	287,1 €/t	288,5 €/t

De este ejercicio de formulación se desprende que la solución de la invención está optimizada en una fórmula de pienso de crecimiento no OGM para pollos de engorde, y representa el 13,5% de la fórmula del ensayo 1. Como consecuencia, la harina de colza se ha incluido un 6,3% y la harina de soja y de maíz han disminuido considerablemente, un 12,7% y un 10,3% respectivamente.

Además, si se elimina completamente la harina de soja no modificada genéticamente de la fórmula de prueba 2, la solución de la invención es un 20% menor, mientras que el precio de coste de la fórmula sigue siendo 1€/t inferior al de la fórmula estándar inicial.

Este estudio de formulación demuestra la viabilidad técnica y económica de la invención.

10 Por último, en términos de aplicaciones, el objetivo del procedimiento objeto de la invención es promover la inclusión de semillas proteicas en la alimentación de animales monogástricos en sustitución de otras fuentes proteicas como la torta de soja u otras tortas importadas, y responder así a las demandas de los ganaderos de una mayor autonomía proteica a escala regional, y a las demandas de los consumidores de acceder a productos ganaderos más sostenibles, alimentados sin OGM, y cuya alimentación sea de origen local.

15 El campo de aplicación del presente procedimiento puede referirse a dos tipos de utilización en ganadería:

Utilización en la producción de una materia prima

Preparación de un concentrado a base de proteínas, convirtiéndose en materia prima, con vistas a su incorporación en piensos completos o complementarios para animales monogástricos y destinados a fabricantes de piensos industriales y/o en granja. En este caso, la incorporación mínima de semillas seleccionadas es del 20%, preferiblemente del 40%.

Las demás materias primas que componen el concentrado pueden someterse a todas o a algunas de las etapas de dicha invención, tanto más si la invención confiere una ventaja a estas materias primas.

Así pues, las materias primas preferidas son las semillas o cualquier otro producto amiláceo, como los cereales, y las semillas oleaginosas de forma no limitativa.

5 **Uso en la producción de alimentos**

Producción de un alimento completo o complementario a base de cereales destinado a los ganaderos para alimentar a sus animales monogástricos. En este otro caso, la incorporación mínima de semillas seleccionadas es del 5%, preferiblemente del 10%.

10 Las soluciones para piensos resultantes de la invención pueden por tanto distinguirse en función de las necesidades de los fabricantes de piensos y de los ganaderos, según se posicionen para los sectores no OGM, de producción local, francés o sin soja, por una parte, o para el sector "Bleu Blanc Coeur" (marca registrada), por otra.

En el caso de las necesidades proteínicas francesas, es preferible transformar las habas en asociación con habas de soja metropolitana. Sin embargo, para cumplir el pliego de condiciones "Bleu-Blanc-Coeur", nos interesa combinarlo con linaza.

15 En el primer caso, la soja permite concentrar el contenido proteínico del producto. En el segundo caso, la linaza proporciona Omega 3 trazable y garantizado. Este enfoque tiene la ventaja, cuando lo utilizan los fabricantes de piensos, de no requerir una célula de almacenamiento adicional, sino de sustituir a otro producto a base de lino, que a menudo se asocia a una materia prima de apoyo de escaso interés técnico (salvado de trigo, cereales, etc.).

He aquí algunos ejemplos de soluciones:

20 1/ Fórmulas para cadenas de suministro de proteínas no modificadas genéticamente / locales:

Elaborado con un 90% de habas y un 10% de soja;

Elaborado con un 70% de habas y un 30% de soja.

2/ Fórmulas para la cadena de suministro Bleu-Blanc-Coeur :

Elaborado con un 75% de semillas de habas y un 25% de semillas de lino;

25 Elaborado con un 50% de semillas de habas y un 50% de semillas de lino;

Elaborado con un 25% de semillas de habas y un 75% de semillas de lino.

Las semillas derivadas de la invención pueden utilizarse en animales domésticos y rumiantes. Aunque se han desarrollado para alimentar ganado monogástrico, las semillas tratadas de acuerdo con la invención pueden utilizarse para alimentar animales domésticos como perros y gatos, y rumiantes.

30 Ventajosamente para su uso por rumiantes, es posible mantener la ventaja de utilizar enzimas degradadoras de carbohidratos por un lado y fuentes de los llamados azúcares reductores por el otro. Además del efecto térmico, una forma de proteger la proteína para que no se degrade en el rumen a la vez que se mejora su digestibilidad intestinal es : 1) en la etapa de preparación hidrotérmica y enzimática del procedimiento, añadiendo enzimas capaces de hidrolizar los glúcidos en unidades de glucosa u otros azúcares reductores más simples que sean reactivos frente a la proteína; y/o 2) en la etapa complementaria basada en la utilización de materia prima adicional, reteniendo fuentes de azúcares más o menos reductores.

35 Los expertos en la materia saben que las semillas proteicas pueden ser utilizadas por los rumiantes en particular reduciendo la degradabilidad ruminal de su proteína, y que una de las formas de conseguirlo es provocar las primeras etapas de la reacción de Maillard entre las funciones amins de las proteínas y las funciones reductoras de los azúcares.

40 La invención propone crear nuevas condiciones para la realización de estas reacciones, que son reversibles, permitiendo una excelente digestibilidad intestinal de las proteínas.

45 También es interesante utilizar las semillas resultantes de esta invención para alimentar con ellas a los animales domésticos. Por un lado, las semillas proteicas preparadas de este modo proporcionan una fuente diversificada y altamente digestible de proteínas y energía, con factores antinutricionales reducidos y una fuente de proteínas con un potencial alergénico reducido. De hecho, como resultado de las reacciones bioquímicas en una de las etapas térmicas del procedimiento, se sabe por el estado de la técnica que el riesgo alergénico se reduce significativamente (Franck et al, 2008).

Por último, la utilización de dicho procedimiento también puede extenderse a los mercados de la alimentación humana debido al valor añadido nutricional que aporta a las proteínas vegetales, cuya ingesta por los seres humanos está llamada a aumentar en las dietas de las poblaciones de los países desarrollados, tanto más cuanto que se reduce el riesgo alergénico de estas proteínas vegetales.

- 5 La Anses (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation) recomienda restablecer el equilibrio entre las fuentes de proteínas animales y vegetales en la alimentación humana, pasando de una proporción de 70/30 a una de 50/50.

- 10 Los límites nutricionales de las semillas proteicas, también conocidas como leguminosas de semillas, conocidas en animales monogástricos, son los mismos en humanos monogástricos. Por ello, se considera que esta invención se dirige en última instancia tanto al sector de la producción animal (monogástricos y rumiantes) como al de la transformación de proteínas vegetales destinadas directamente al consumo humano.

Las referencias bibliográficas citadas en este texto se enumeran a continuación:

- Bond. 1976. Revista de Ciencias Agrícolas 86, 561-566.
- Bourin et al. 2015. JRA.
- 15 • Carré y otros, 1986. J. Sci. Food Agric, 37, 341-351
- Carre et al. 2013. Anim. 7, 1246-1258.
- Champ et al., 1993. INRA Prod. Anim. 6, 185-198.
- Choubert et al, 1982. Acuicultura 29, 185-189.
- Crépon et al., 2010. Investigación sobre cultivos de campo, 115(3), 329-339.
- 20 • Cuq et al, 2003. Food Sci Tech, 37,759-766.
- Delanoue et al. 2015. Fechas Rech. Rumiantes, 22, 171-178.
- Díaz et al., 2006. Italian J. Anim. Sci, 5 (1): 43-53
- Dixon et al, 1992. Nutr. Res. Rev. 5: 19-43
- Duc y otros, 1999. Journ. of Agr. Sci, 133(02), 185-196.
- 25 • Fru-Nji et al., 2007. Revista de Avicultura, 44(1), 34-41.
- Garrido et al, 1988. En : Avances recientes de la investigación sobre los factores antinutricionales de las semillas de leguminosas, p. 297-300.
- Gatel, 1994. Anim. Feed Sci. Technol. 45, 317-348.
- Gatta et al. 2013. Arco. Anim. Nutr, 67 (3): 235-247
- 30 • Gourdouvelis et al. 2012. Journ Agr Sci and Technology A 2.
- Guillaume et al, 1977. British Poultry Science 18, 573-583
- Hayashi et al., 1989. A gr. Biol. Química. 52:2543-2544.
- Jeziemy y otros, 2010. Anim. Feed Sci. Technol. 157, 111-128.
- Kaysi et al, 1992. INRA Prod. Anim, 5(1), 3-17.
- 35 • Keetels, 1995. Landbouwniversiteit te Wageningen.
- Khamassi et al. 2013. Recursos fitogenéticos 11, 250-257.
- Laplace et al, 1994. Ciencia de la producción ganadera, 40, 313-328.
- Leclercq et al. 1989. INRA Prod. Anim. 2, 129-136.

- Lessire, 2001. INRA Prod. Anim. 14, 365-370.
- Leterme y otros, 1998. Proc. 3a Int. Taller sobre factores antinutricionales en semillas de leguminosas y colza. Publicación EAAP nº. 93, 121-124
- Liener y otros, 1986. Eds Academic Press, Orlando, 600pp.
- 5 • Liener, 1979. J. Am. Oil Chemist's Soc. 56, 121-129.
- Magrini et al. 2016. Economía ecológica, 126, 152-162.
- Messéan et al. 2014. Quae.
- Muduuli et al, 1981. Can Jour of Animal Science, 61(3), 757-764.
- Muduuli et al, 1982. British Journal of Nutrition, 47, 53-60
- 10 • Myer et al., 2001. En: Nutrición porcina pp. 1-26.
- Noblet et al., 1989. INRA Editions, París, 106p.
- Olaboro y otros, 1981. J Sci Food Agric 32, 1163-1171.
- Opazo et al. 2012. PloS one 7, e44783.
- Perrot et al. 1995. Inra Prod. Anim. 8 (3): 151-164
- 15 • Písaříková et al., 2009. Acta Veterinaria Brno 78 (3): 399-409
- Saini, 1989. Avances recientes de la investigación sobre los factores antinutricionales de las semillas de leguminosas. Pudoc, Wageningen, pp. 329-341
- Sauvart et al., 2002: Tablas de composición y valor nutritivo de materias primas para animales de granja: cerdos, aves de corral, bovinos, ovejas, cabras, conejos, caballos, peces. INRA.
- 20 • Schmidt y otros, 2009. Poult Sci 88, 2610-2619.
- Schneider et al. 2017. OCL
- Svihus et al., 2005. Anim Feed Sci Technology, 122(3): 303-320.
- Svihus, 2006. Función intestinal aviar en la salud y la enfermedad, 28:183-194.
- 25 • Terres Inovia, 2016. www.terresinovia.fr/feverole/cultiver-de-la-feverole/varietes/print.pdf?print=1, consultado el 2 de marzo de 2017.
- Terres Univia, 2016. http://www.terresinovia.fr/fileadmin/cetiom/kiosque/guides_fev_everole/guide_Feverole_2016/Feverole_2016_atouts_Terres-Inovia.pdf, consultado el 20 de mayo de 2016.
- Terres Univia, 2016. http://www.terresunivia.fr/sites/default/files/articles/publications/marches/terres-univia_chiffres-cles-legumineuses.pdf. Consultado el 20 de marzo de 2016.
- 30 • Terres Inovia, 2016. <http://www.terresinovia.fr/debouches-chiffres/transformation-desgraines/usines-et-filieres-courtes/>, consultado el 25 de junio de 2017.
- Van Der Poel et al. 1977. En : "Calidad proteínica de las leguminosas". EUR 5686 ES, p. 162-179.
- Zduncryk et al., 1996. J. Anim. Feed Sci. 5: 281-288
- Zuidhof y otros, 2014. Poult Sci 93, 2970-2982.
- 35 • AFNOR 2005. ISO 15914:2004.
- Akraïm et al., 2006. Anim. Res. 55, 261-271
- Behnke, 2001. Feed Tech, 5(4):19-22.

- Benchaar y otros, 1992. Primera conferencia europea sobre proteaginosas, Angers, Francia, 491-492.
- Chesneau et al., 2009. Journ. Rech. Porcino, 41, 63-64.
- Enjalbert et al., 2008. Fechas Rech. Rumiantes, 15.
- Hosney, 1994. Principios de la ciencia y la tecnología de los cereales. 2.ed. San Pablo: AACCC, 1994. 378p.
- 5 • Hurtaud et al., 2006. Fechas Rech. Rumiantes, 13, 332.
- M. Champ et al, 1993, 6 (3), pp.185-198.
- Mariotti y otros, 2005. Almidón - Starke, 57 (11), 564-572
- Martin et al., 2008. J Anim Sci. 86 (10) : 2642-50
- Noblet et al., 2008. Journ. Rech. Porcino, 40, 203-208.
- 10 • Normand et al., 2005. Fechas Rech. Rumiantes, 12.359-366
- Pan et al. 2017. Hidrocoloides alimentarios, 66, 227-236.
- Perrot, 1995. INRA Prod. Anim. 8, 151-164
- Toullec et al, 1992. Primera conferencia europea sobre proteaginosas. Angers, Francia, 497-498.
- Wang et al. 2013. Food & Function, 4(11), 1564-1580
- 15 • Wang et al. 2016. Food & Function, 7(4), 407e-418.
- Wang et al, 2017b. Revista de Química Agrícola y Alimentaria, 65(1), 156-166
- Zhang y otros, 2003. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51(9), 2801-2805

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de tratamiento de semillas proteaginosas para mejorar su valor como alimento, en particular para animales, siendo estas semillas seleccionadas entre al menos una de las siguientes semillas: haba (*Vicia fava L.*), guisante (*Pisum sativum L.*), altramuz blanco (*Lupinus albus L.*), altramuz azul (*Lupinus angustifolius L.*) y altramuz amarillo (*Lupinus luteus L.*),
 5 **caracterizado porque** comprende las siguientes etapas sucesivas:

a) utilización de semillas de al menos una de las especies vegetales mencionadas, siempre que dichas semillas tengan un contenido en proteínas y/o un contenido en almidón y/o un contenido en materia grasa igual o superior al valor indicado en la tabla que figura a continuación:

Compuestos nutricionales	Contenido superior a		
	Proteína (g/100g MS)	Almidón (g/100g MS)	Materia grasa (g/100g MS)
Habas <i>Vicia fava L.</i>	28	39	
Guisantes <i>Pisum sativum L.</i>	22	45	
Altramuz blanco <i>Lupinus albus L.</i>	35		8
Lupino azul <i>Lupinus angustifolius L.</i>	31		5,5
Altramuz amarillo <i>Lupinus luteus L.</i>	38		5,0

10

Y, al menos uno de los compuestos del grupo siguiente: factor antinutricional (FAN), celulosa bruta, fibra insoluble detergente neutro (NDF), en un contenido inferior al indicado en la tabla siguiente:

Especie	FAN/Celulosa cruda/NDF	Contenido inferior a
		(g/100g MS)
Habas <i>Vicia fava L.</i>	Taninos	0,3
	Vicine, convicine	0,5
	Alfa-galactósidos	2,5
	Celulosa bruta	10
	NDF	18
Guisantes <i>Pisum sativum L.</i>	Taninos	0,01
	Alfa-galactósidos	5

Especie	FAN/Celulosa cruda/NDF	Contenido inferior a
		(g/100g MS)
	Celulosa bruta	7,5
	NDF	18
Altramuz blanco <i>Lupinus albus L.</i>	Alcaloides	0,1
	Alfa-galactósidos	10
	Celulosa bruta	16
	NDF	25
Lupino azul <i>Lupinus angustifolius L.</i>	Alcaloides	0,2
	Alfa-galactósidos	9
	Celulosa bruta	18
	NDF	29
Altramuz amarillo <i>Lupinus luteus L.</i>	Alcaloides	0,3
	Alfa-galactósidos	12
	Celulosa bruta	18
	NDF	29

b) presurizar las semillas de la etapa a) a una presión de al menos 0,1 MPa durante un período de más de 10 segundos hasta alcanzar una temperatura de más de 80°C;
y/o b bis) calentar las semillas durante al menos 15 minutos, preferiblemente de 30 minutos a 2 horas, a una temperatura de más de 80°C, preferiblemente entre 90 y 150°C.

- 5
- Procedimiento según reivindicación 1, **caracterizado porque**, tras la realización de dicha etapa a), se lleva a cabo su fraccionamiento.
 - Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque**, tras la realización de dicha etapa a) y cuando se trata de semillas de especies diferentes y/o de composición diferente en cuanto a proteínas, almidón, materia grasa, factor antinutricional, celulosa bruta o fibras insolubles en detergentes neutros (NDF), se mezclan y fraccionan, o se fraccionan y luego se mezclan.
 - Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque**, antes de la etapa b), se lleva a cabo una etapa térmica de preparación de las semillas con vapor y/o un líquido a base de agua, hasta obtener una temperatura comprendida entre 30 y 90°C y una humedad superior al 12%, preferentemente 15%, durante un período superior a 2 minutos, preferentemente 15 minutos.
 - Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado porque** la etapa de preparación térmica se lleva a cabo en presencia de al menos una enzima exógena identificada de entre las siguientes familias: arabinofuranosidasas, betaglucanasas, celulasas, glucoamilasas, pectinasas, pectina metilesterasas, fitasas, proteasas, xilanasas y, preferentemente, xilanasas, betaglucanasas y pectinasas, habiendo sido, dicha enzima exógena, añadida previamente a las semillas o a la mezcla.
 - Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado porque**, durante la etapa de preparación térmica en presencia de enzima exógena, la humedad es superior al 15%, preferiblemente 25%, y se deja que la preparación continúe durante al menos 15 minutos, preferiblemente 60 minutos.
- 10
- 15
- 20

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 4 a 6, **caracterizado porque**, cuando se lleva a cabo dicha etapa de preparación térmica, la mezcla se agita.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 3 a 7, **caracterizado porque**, cuando se mezcla y luego se fracciona, se lleva a cabo una nueva mezcla después de dicho fraccionamiento.
- 5 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 8, **caracterizado porque** dicho fraccionamiento se continúa hasta que al menos el 90% de dichas semillas tienen un tamaño de partícula inferior a 2000 micrómetros, preferentemente inferior a 1500 micrómetros.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 3 a 9, **caracterizado porque** dicha etapa b bis) se realiza sobre dicha mezcla.
- 10 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se interrumpe la realización de la etapa b), o b bis) respectivamente, en cuanto el contenido de al menos uno de los factores antinutricionales de la tabla siguiente tiene un valor inferior al también indicado a continuación:

Especie	Naturaleza de los factores antinutricionales	Contenido inferior a
Habas <i>Vicia faba L.</i>	Lectinas (g/100 g de materia prima)	0,10
	Factores antitripsicos (UTI/mg de materia bruta)	1,50
Guisantes <i>Pisum sativum L.</i>	Lectinas (g/100 g de materia prima)	0,10
	Factores antitripsicos (UTI/mg de materia bruta)	1,50

12. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**, tras la etapa a), dichas semillas son descascaradas y/o peladas.
- 15 13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado porque**, después de dicha etapa a) o después de dicha etapa de descascarado y/o pelado, dichas semillas se fraccionan y separan específicamente según un criterio elegido entre tamaño, peso, forma, densidad, un parámetro aerodinámico, colorimétrico o electrostático
- 20 14. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**, tras la etapa a), o aguas arriba, se procede al triaje de dichas semillas según un criterio elegido entre tamaño, peso, forma, densidad, un parámetro aerodinámico, colorimétrico o electrostático.
- 25 15. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos otra materia prima elegida del grupo consistente en semillas oleaginosas y sus coproductos, aceites, coproductos de semillas proteaginosas, cereales y sus coproductos, fuentes de hidratos de carbono simples y complejos y tortas oleaginosas se mezcla con dichas semillas.
16. Procedimiento según la reivindicación anterior, **caracterizado porque** dicha materia prima es una fuente de lípidos, preferentemente una semilla oleaginosa.
17. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende una etapa final durante la cual se enfrían dichas semillas.