

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 364 106**

21 Número de solicitud: 201030091

51 Int. Cl.:

A23L 1/10 (2006.01)

A23L 1/20 (2006.01)

A23P 1/12 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación: **26.01.2010**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **25.08.2011**

Fecha de la concesión: **19.06.2012**

45 Fecha de anuncio de la concesión: **29.06.2012**

45 Fecha de publicación del folleto de la patente:
29.06.2012

73 Titular/es:

**CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES
CIENTIFICAS (CSIC)
AVDA. MARIA LUISA, S/N - PALACIO-PABELLÓN
PERÚ
41013 SEVILLA, ES
UNIVERSIDAD DE SEVILLA y
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL**

72 Inventor/es:

**PASTOR CAVADA, ELENA;
VIOQUE PEÑA, JAVIER;
GONZALEZ, ROLANDO;
DRAGO, SILVINA R;
JUAN RODRIGUEZ, ROCIO y
PASTOR DIAZ, JULIO**

74 Agente/Representante:

Pons Ariño, Ángel

54 Título: **PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE HARINAS PROCESADAS.**

57 Resumen:

Procedimiento de obtención de harinas procesadas.
Procedimiento de obtención de productos de extrusión a partir de una mezcla de harinas de cereales, que comprende harinas de leguminosas de los géneros Vicia o Lathyrus, extrudidos obtenidos por dicho procedimiento, y composición base empleada como materia de partida de dicho procedimiento.

ES 2 364 106 B1

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de obtención de harinas procesadas.

5 La presente invención se encuentra dentro del campo de la biotecnología de los alimentos, y se refiere a un procedimiento de obtención de productos de extrusión (también denominados “snacks”) a partir de una mezcla de harinas de cereales, que comprende harinas de leguminosas de los géneros *Vicia* o *Lathyrus*, a los extrudidos obtenidos por dicho procedimiento, y a la composición base empleada como materia de partida de dicho procedimiento.

10 Estado de la técnica anterior

Los productos obtenidos a partir de harinas de cereales, principalmente harina, trigo y arroz, son cada vez más frecuentes, fundamentalmente como productos de extrusión, debido a la facilidad de su elaboración (sometida habitualmente a procesos industriales) y conservación (en muchos casos no necesita refrigeración y su fecha de caducidad suele ser larga), su precio relativamente barato, y la gran variedad de sabores que puede tener el producto final. Sin embargo, los requerimientos nutricionales de estas harinas no se encuentran, de forma general, equilibrada de acuerdo con los requerimientos establecidos por la FAO, especialmente en lo que se refiere a la composición aminoacídica.

20 Durante la extrusión se proporciona la energía termomecánica necesaria para provocar cambios físico-químicos en el material crudo, además de producirse una mezcla para conseguir la homogeneización de partículas (Linko *et al.*, 1981. *Advances in Cereal Science and Technology* 4: 145-235; Wiedman & Strobel, 1987. O’Connor, C. (ed.), *Extrusión technology for the food industry*. Elsevier Applied Science. New York; Anton & Luciano, 2007. *Ciencia y Tecnología Alimentaria* 54: 245-251).

25 Los procesos utilizados para obtener alimentos a partir de cereales son: horneado, laminación (“flakes”), explosión (“puffing”) y cocción por extrusión (Gómez *et al.*, 1991. Galliard, T. (ed.), *Starch: Properties and Potential*. T. John Wiley & Sons. New York; Batterman-Azcona & Hamaker, 1998. *Cereal Chemistry* 75: 217-221; Fast, 1991. Fast R. B. and Caldwell E. F. (eds.), *Breakfast cereals and how they are made*. American Association of Cereal Chemist. St. Paul, Minnesota; Fernandes dos Santos *et al.*, 2002b. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 37 (10):1495-1501). Las ventajas que ofrece la extrusión como método de cocción de productos a base de cereales, y los cambios producidos en los materiales amiláceos durante el proceso han sido discutidos por distintos autores (Anderson *et al.*, 1969. *British Journal of Nutrition* 88, Suppl. 3: S263-S271; Mercier & Feillet, 1975. *Cereal Chemistry* 52: 283-297; Harper, 1981. *Extrusión of food*. CRC Press. Boca Ratón, Florida; González *et al.*, 1987. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 37 (3): 578-591; González *et al.*, 2002. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciencia e Tecnologia de Alimentos*. Campinas 36 (2):104-115; Masón & Hoseney, 1986. *Cereal Chemistry* 63 (5):436-441; Colonna *et al.*, 1987. Physically modified starches. En: T. Galliard (ed.), *Starch: Properties and Potential*. J. Wiley & Sons. London; Biliaderis, 1991. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology* 69: 60-78; Rhee *et al.*, 2004. *Journal of Food Processing and Preservation* 28: 288-290). En este proceso, la combinación de calor y esfuerzos mecánicos sobre las partículas de harinas y/o sémolas producen cambios en la fracción amilácea, favoreciendo la modificación estructural del almidón (gelatinización y/o fusión de la estructura cristalina), la desnaturalización de proteínas, la inactivación de enzimas que afectan negativamente la vida útil de los productos, la destrucción de compuestos anti-nutricionales que son térmicamente lábiles (Rackis *et al.*, 1986. Protease inhibitors in plants food: Content and inactivation. En Friedman, M. (ed.), *Nutritional and Toxicological Significance of Enzymes Inhibitors in Food*. Plenum Publ. New York.; Edwards *et al.*, 1994. *LWT - Food Science and Technology* 27(5): 472-481; Steel *et al.*, 1995. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 43: 2487-2492; Ummadi *et al.*, 1995. *Journal of Food Processing and Preservation* 19: 119-131), la eliminación de carga microbiana en el producto resultante (Harper, 1981. *Extrusión of food*. CRC Press. Boca Ratón, Florida), la texturización de proteínas vegetales (Harper, 1989. Food extruders and their applications. En Mecier, C., Linko, P., Harper, J.M. (eds.), *Extrusion Cooking*. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, Minnesota), y la formación de complejos entre almidón y lípidos y entre proteínas y lípidos (Torres, 2005. *Estudio de las Características Físicoquímicas de diferentes Genotipos (Cultivares) de Maíz y el Comportamiento durante la Extrusión Termoplástica*. Master Thesis on Food Science and Technology. Chemical Engineering Faculty, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina). Estos cambios afectan a la apariencia, aroma, sabor y textura de los productos de extrusión (Ramírez & Wanderlei, 1998. *Alimentaria* 9: 93-97; Fernandes dos Santos, 2002a. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 37 (10): 1495-1501).

55 El proceso de extrusión ha evolucionado hasta alcanzar, en la actualidad, una tecnología altamente sofisticada y se destaca por ser un proceso de alta temperatura y corto tiempo (HTST), que evita daños innecesarios en algunos aminoácidos tales como la lisina y es eficiente para desarrollar diferentes características de textura (Ramírez & Wanderlei, 1998. *Alimentaria* 9: 93-97; Fernandes dos Santos, 2002a. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 37 (10): 1495-1501; González *et al.*, 2002. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciencia e Tecnologia de Alimentos*. Campinas 36 (2):104-115; González *et al.*, 2003. *LWT - Food Science and Technology* 37: 193-198; Ficarella *et al.*, 2006. *Journal of Food Engineering* 72(2): 179-188). Según cómo se lleve a cabo la extrusión, pueden obtenerse diferentes productos, ya que mediante esta tecnología se puede obtener una gran variedad de formas, texturas y propiedades sensoriales (Fornal *et al.*, 1998. *Acta Academiae Agriculturae Technicae Olstenensis, Technologia Alimentorum* 30:119-126; Huber, 2001. Snack foods from cooking extruders. En Lucas, R.W. & Rooney, L.W. (eds.), *Snacks Food Processing*. CRC Press. Boca Ratón, Florida; Pansawat *et al.*, 2008. *LWT - Food Science and Technology* 41: 632-641). Si el proceso de extrusión se lleva a cabo a humedad baja se obtienen productos de expansión directa como “snacks”, harinas precocidas aptas para sopas, cremas y formulaciones de textura suave tipo papillas. En cambio, si la extrusión se realiza a humedad alta se obtienen cereales para desayuno, fideos, harinas precocidas para preparar productos de textura granular como

“polentas”, “arepas”, “tortilla”, etc. (González *et al.*, 1998. *Información Tecnológica* 9: 35-43; González *et al.*, 2000. *Polish Journal Food Nutrition Science* 9 (50):29-34; Zhang & Hosney, 1998. *Cereal Chemistry* 75 (5): 639-643). Por todo lo mencionado anteriormente, la extrusión es una alternativa para elaborar alimentos precocidos, e incluso para elaborar alimentos de interés social (de consumo masivo, de alta aceptabilidad, pero con valor nutricional mejorado y de bajo costo, que aseguren un adecuado aporte de nutrientes, a fin de contribuir a un buen estado nutricional). Este tipo de alimentos se usan en países con pobreza crónica. La malnutrición calórico-proteica, la anemia ferropénica y el déficit de ingesta de calcio, son algunos de los problemas nutricionales más importantes de nuestros tiempos, principalmente entre los niños de 6 a 24 meses de edad y en las mujeres en edad fértil (ALAN, 1994. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. La alimentación del niño menor de 6 años en América Latina: Bases para el desarrollo de guías de la alimentación. *Informe de la reunión taller realizado en la Isla Margarita, 15-20 de marzo*, 44: 176-198; O’Donell & Britos, 2002. CESNI, la crisis, el hambre y el mañana. *Boletín CESNI*. Volumen 12).

Entre los cereales más usados para la obtención de productos de extrusión tipo “snack” destacan el maíz (Rampersad *et al.*, 2003. *Journal of Food Science* 68: 363-367; González *et al.*, 2004. *LWT - Food Science and Technology* 37: 193-198; Pérez-Navarrete *et al.*, 2006. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 86: 2477-2484), el trigo y el arroz (Kadan *et al.*, 2003. *Cereal Chemistry* 68: 1669-1672; Malfait, 2003. U.S. Patent n° 6.607,767 B1; Guha & Ali, 2006. *Journal of Food Processing and Preservation* 30: 706-716; Chaikyul *et al.*, 2009. *LWT - Food Science and Technology* 42: 781-787). Los cereales son ricos en aminoácidos azufrados (metionina y cisteína) pero son deficientes en otros aminoácidos esenciales como la lisina (Oropeza & Ortiz, 1989. *Revista Facultad de Agronomía* 15: 225-234; Messina, 1999. *American Journal of Clinical Nutrition* 70: 439-450). Por otro lado, el hecho de que los principales consumidores de este tipo de producto sean niños hace que el tener una composición química adecuada cobre especial importancia (Kasprzak & Rzedzicki, 2008. *International Agrophysics* 21: 241-248). Debido a esto, se han realizado varios intentos para mejorar el perfil nutricional de los “snacks” (Liu *et al.*, 2000. *Journal of Food Science* 65: 1253-1259; Onwulata *et al.*, 2001. *LWT - Food Science and Technology* 34: 424-429; Rampersad *et al.*, 2003. *Journal of Food Science* 68: 363-367). La incorporación de harinas de legumbres es positiva por aumentar los niveles de proteínas y fibra y tener bajo contenido en grasas (Cheftel *et al.*, 1989. *Proteínas alimentarias*. Ed. Acribia S.A. Zaragoza; Berrios, 2006. *Encyclopedia of Agricultural, Food and Biological Engineering* 1: 1-8) por lo que permite obtener productos extrusionados con un buen perfil nutricional y bajo contenido calórico (Berrios, 2006. *Encyclopedia of Agricultural, Food and Biological Engineering* 1: 1-8).

Entre las legumbres más usadas se encuentran *Cicer arietinum* (Ummadi *et al.*, 1995; Abd El-Hady & Habiba, 2003. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.* 36: 285-293; Lazou *et al.*, 2007. *International Journal of Food Properties* 10: 721-738; Brenes *et al.*, 2008. *Spanish Journal of Agricultural Research* 6(4): 537-545), *Glycine max* (Baskaran & Bhattacharaya, 2004. *Plant Foods for Human Nutrition* 59: 101-104; Solanas *et al.*, 2008. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88: 2589-2597), *Lupinus albus* (Masoero *et al.*, 2005. *Italian Journal of Animal Science* 4: 177-189; Díaz *et al.*, 2006. *Italian Journal of Animal Science* 5: 43-53; Solanas *et al.*, 2008. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88: 2589-2597), *Phaseolus lunatus* (Pérez-Navarrete *et al.*, 2006. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 86: 2477-2484), y sobre todo, *Phaseolus vulgaris* (Baladrán-Quintana *et al.*, 1998. *Journal of Food Science* 63 (1): 113-116; Alonso *et al.*, 2000a. *Food Chemistry* 68: 159-165, Alonso *et al.*, 2000b. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 68: 2286-2290; Abd El-Hady & Habiba, 2003. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.* 36: 285-293; Tharanathan & Mahadevamma, 2003. *Trends in Food Science and Technology* 14: 507-518; Arija *et al.*, 2006. *Poultry Science* 85: 635-644; Drago *et al.*, 2007b. *Plant Foods for Human Nutrition* 62: 43-48; Antón *et al.*, 2008. *LWT - Food Science and Technology* 41: 771-778; Antón *et al.*, 2009. *Food Chemistry* 113: 989-996).

El consumo exclusivo y prolongado más de tres o cuatro meses en el tiempo de especies del género *Lathyrus* puede provocar latirismo (Campbell *et al.*, 1994. *Euphytica* 73: 167-175; Rozan *et al.*, 2000. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 48: 716-723.), que es una intoxicación crónica producida por la acumulación de neurotoxinas -principalmente el aminoácido no proteico β -N-oxalil-L- α - β -diaminopropiónico (β -ODAP)- en el sistema nervioso. El consumo de especies del género *Vicia* puede producir anemia hemolítica en individuos con déficit de enzima glucosa-6-fosfato-deshidrogenasa (Hampl *et al.*, 1997. *Journal of the American Dietetic Association* 97: 182-183). Los agentes causantes de esta enfermedad son la divicina y el isouramil, que son los aglicones de la vicina y convicina respectivamente. Estos compuestos se encuentran en varias especies de *Vicia*, pero donde se encuentran en una mayor concentración es en las semillas de *V. faba* (Pitz, 1981. *Dissertation Abstracts International* 42: 1681; Griffiths & Ramsay, 1992. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 59: 463-468). Tras el consumo de las habas, los aglicones se liberan en el intestino y son transportados a la sangre donde en presencia de oxígeno forman productos que causan degradación oxidativa de los glóbulos rojos de los individuos sensibles a esta enfermedad conocida como favismo (Chevion *et al.*, 1983. Favism-producing agents. En Rechcigl, M.Jr. (ed.) *Handbook of Naturally Occurring Food Toxicants*. CRC Press. Boca Ratón, Florida; McMillan *et al.*, 2001. *Toxicological Sciences* 62: 353-359).

Existen unas 18000 especies de leguminosas, 50 de las cuales son interesantes desde el punto de vista dietético, y solamente unas pocas se cultivan en cantidades comerciales. La posibilidad de emplear mezclas de harinas de cereales y leguminosas que incluyan especies de los géneros *Lathyrus* y *Vicia*, incluyendo aquellas que no sean de cultivo habitual, permitiría obtener productos con una composición aminoacídica y de micro-nutrientes más equilibrada que los obtenidos a base de harinas de cereal solamente, permitiría la incorporación al consumo humano de especies regionales, que no son habitualmente consumidas, y que favorecería la biodiversidad y dotaría al producto de un carácter de regionalidad, pero podrían provocar efectos negativos, como el latirismo y/o el fabismo. Es necesario, por tanto, desarrollar productos procesados que no den lugar a los efectos negativos característicos de las especies de estos géneros.

Descripción de la invención

Los autores de la presente invención han desarrollado un procedimiento de obtención de un producto expandido a partir de una composición base que comprende una mezcla de harinas de cereales, principalmente harinas integrales de maíz o arroz, y harinas de leguminosas de la tribu *Fabaeae*, y preferiblemente de los géneros *Vicia* o *Lathyrus*. Dicha procedimiento no solamente mejora el contenido y calidad proteica (principalmente mediante un aumento en aminoácidos esenciales: Lys, Cys, Met) sino que además se incorporan otros micronutrientes tales como minerales (principalmente Fe y Zn), y en el caso de harinas integrales de arroz o maíz, aportaría una mayor cantidad de fibra dietaria y micronutrientes. Además, han comprobado que el producto final procesado a altas temperaturas presenta menores porcentajes de vicina y convicina, compuestos responsables del fabismo, y sobre todo, unos porcentajes de ODAP (amino ácido no proteico responsable del latirismo) por debajo del 0.15%, que se considera el umbral sin riesgo para el consumo humano (Abd El Moneim *et al.*, 2001. *Lathyrus Lathyrism Newsletter*, 2: 55-58).

Adicionalmente, el empleo de especies de estos géneros, provoca un beneficio desde el punto de vista de la conservación de la biodiversidad (se pueden emplear especies endémicas, en lugar de ser sustituidas por cultivos tipo de cereales), y las valoraciones de las cualidades organolépticas también han sido muy positivas.

Por tanto, un primer aspecto de la invención se refiere a un procedimiento de obtención de un extrudido a partir de mezclas de harinas de cereales y harinas de leguminosas silvestres de la tribu *Fabaeae* de alta estabilidad, buen valor nutritivo en lo que respecta a digestibilidad proteica, elevado contenido y disponibilidad de hierro y zinc, buenas características organolépticas y proporciones de vicina, convicina y ODAP inferiores al 0.15%, buenas propiedades fisicoquímicas en lo que respecta a valores de expansión, de ahora en adelante procedimiento de la invención, que comprende:

- a) obtener una composición base que comprende una mezcla de harinas procedentes de cereales y de leguminosas de la tribu *Fabaeae*,
- b) agregar un humectante a la composición base de (a), hasta lograr al menos un 10% de humectación,
- c) extrudir la mezcla de harinas humectada, dando como resultado un sólido expandido.

En una realización preferida de este aspecto de la invención, los cereales de la composición base del paso (a) son integrales. En otra realización más preferida, los cereales de la composición base del paso (a) se seleccionan de la lista que comprende: maíz, arroz, o cualquiera de sus combinaciones. En otra realización preferida, las leguminosas de la tribu *Fabaeae* pertenecen a los géneros que se seleccionan de la lista que comprende *Vicia*, *Lathyrus*, o cualquiera de sus combinaciones. En otra realización aún más preferida las leguminosas del género *Vicia* se seleccionan de la lista que comprende *V. lutea* var. subsp. *lutea* var. *hirta* y *V. sativa* subsp. *sativa*. En otra realización aún más preferida las leguminosas del género *Lathyrus* se selecciona de la lista que comprende *L. annuus* y *L. clymenum*.

En otra realización preferida, la composición base del paso (a) del procedimiento de la invención comprende un porcentaje de harina de cereales de entre el 70 y el 95% (y, por consiguiente, un porcentaje de harina de legumbre silvestre inactivada de entre el 30 y el 5%). En otra realización más preferida, el porcentaje de harina de cereales es de entre el 75 y el 90%, en otra realización aún más preferida, de entre el 80 y el 88%, y en una realización particular de la invención, es de aproximadamente el 85% (y, por consiguiente, un porcentaje de harina de legumbre silvestre inactivada de aproximadamente el 15%).

En otra realización más preferida de este aspecto de la invención, la composición base del paso (a) además comprende uno o varios aditivos.

En esta memoria se entiende por cereal el grano o semilla de cualquier planta herbácea perteneciente al superreino *Eukaryota*, reino *Viridiplantae*, phylum *Streptophyta*, clase *Liliopsida*, orden *Poales*, familia *Poaceae*. Por maíz se entiende cualquier planta perteneciente, además, a la tribu *Andropogoneae*, género *Zea*. Por arroz se entiende cualquier planta perteneciente, además, a la tribu *Oryzaceae*, género *Oryza*.

En esta memoria, por “leguminosas” o “fabaceas” se entiende cualquier vegetal perteneciente al superreino *Eukaryota*, reino *Viridiplantae*, phylum *Streptophyta*, subclase *rosidae*, orden *Fabales*, y preferiblemente, las especies pertenecientes a la tribu *Fabaeae*. Más preferiblemente, pertenecen a los géneros *Vicia* y *Lathyrus*.

Tal y como se emplea en esta memoria, el término “aditivo” se refiere a cualquier sustancia sin valor nutritivo que se añade a la composición base que comprende la mezcla de harinas procedentes de cereales y de leguminosas de la tribu *Fabaeae*, o al producto expandido final. Dicho aditivo se usa en la industria alimentaria para que, entre otras cosas pero sin limitarse, el color, el olor y hasta el gusto de los alimentos sea mejor de lo que sería naturalmente, estos se agregan intencionalmente a los alimentos, sin el propósito de nutrir en la mayoría de los casos y con el objetivo de modificar las características físicas, químicas, biológicas o sensoriales durante el proceso de manufactura. Además, puede influir en la estabilidad y fluidificación de la mezcla de harinas. Preferiblemente, como aditivo se emplea, pero sin limitarse, un saborizante.

En esta memoria se entiende por “saborizante”, un preparado de sustancias que contienen los principios sápidos-aromáticos, extraídos de la naturaleza (vegetal) o sustancias artificiales, de uso permitido en términos legales, capaces de actuar sobre los sentidos del gusto y del olfato, pero no exclusivamente, ya sea para reforzar el propio (inherente del alimento) o transmitiéndole un sabor y/o aroma determinado, con el fin de hacerlo más apetitoso pero no necesariamente con este fin. Suelen ser productos en estado líquido, en polvo o pasta, que pueden definirse, en otros términos a los ya mencionados, como concentrados de sustancias. Es de uso habitual la utilización de las palabras sabores, esencias, extractos y oleorresinas como equivalentes a los saborizantes. En esta memoria se consideran parte de la familia de los aditivos.

Pueden ser naturales, sintéticos (elaborados químicamente que reproducen las características de los encontrados en la naturaleza), artificiales (obtenidos mediante procesos químicos, que aún no se han identificado productos similares en la naturaleza. Deben ser productos clasificados como inocuos para la salud) o aditivos químicos.

En otra realización más preferida, el aditivo es un promotor de la disponibilidad de los minerales. En otra realización aún más preferida, el aditivo es el EDTA Na₂ (sal disódica del ácido etilendiaminotetraacético). El EDTA Na₂ actúa como promotor de la disponibilidad de los minerales, como el Fe, Zn y Ca (Le *et al.*, *J. Agric. Food Chem.* 2006, 54, 7924-7928; Le *et al.*, *J. Agric. Food Chem.* 2006, 54, 7929-7934).

La extrusión puede definirse como un proceso que involucra el transporte de un material, bajo ciertas condiciones controladas, forzándolo a pasar por una boquilla de una determinada geometría y con un caudal másico pre-establecido (González *et al.*, 2002. *Food Research International* 35: 415-420).

Existen varios tipos de extrusores, pero básicamente pueden clasificarse en dos grandes grupos: monotornillo (“single screw extruder”) y doble tornillo (“twin screw extruder”). El extrusor monotornillo domina la industria alimentaria, pero la aplicación de extrusores de doble tornillo está creciendo por la gran flexibilidad en el control de los parámetros del producto y del proceso. Los extrusores monotornillo presentan inestabilidad, ya que es un proceso en el cual el transporte del material se hace por fricción, mientras que los de doble tornillo son más estables y son más útiles para procesos por pasos (amasado, mezclado, etc.) y para trabajar con almidones modificados. En una realización preferida de este aspecto de la invención, el extrusor es del grupo monotornillo. En otra realización preferida de este aspecto de la invención, el extrusor es del grupo doble tornillo.

El proceso de extrusión se ve afectado por distintos factores y por algunas variables operativas y de diseño. Entre los factores que influyen en este proceso se pueden mencionar los siguientes:

- **Tamaño de partícula del material de alimentación:** Teniendo partículas de harinas con tamaños menores a los de una malla 14, la transformación del flujo sólido en viscoso será más lenta y puede disminuir el grado de cocción.

En otra realización preferida del procedimiento de la invención, los valores del tamaño de las partículas de la mezcla de harinas del paso (a) son de entre 250 y 1200 μm. En una realización aún más preferida, los valores del tamaño de las partículas de la mezcla de harinas del paso (a) son de entre 420 y 1000 μm. En otra realización preferida, el tamaño medio de partícula de las harinas del paso (a) es de aproximadamente 700 μm.

- **Niveles de humedad:** El nivel de humedad es determinante para la disipación de energía mecánica dentro del extrusor, particularmente en la zona de flujo viscoso. No obstante, la disipación se puede controlar combinando la geometría del cañón, la del tornillo, la de la boquilla y las r.p.m. del tornillo.

En otra realización preferida del procedimiento de la invención, los valores del porcentaje de humectación del paso (b) se encuentran comprendidos entre el 10% y el 30%. En una realización aún más preferida, los valores del porcentaje de humectación del paso (b) se encuentran comprendidos entre el 14% y el 18%. En una realización particular de la invención, la humectación es del 14% cuando las proporciones de harina en la mezcla son del 15% de leguminosa y del 85% de cereal.

- **Otros ingredientes:** Ingredientes como aceites y emulsificantes pueden ser añadidos al material de alimentación para disminuir su viscosidad. También actuarán como lubricantes durante el proceso de extrusión, provocando una disminución en la cantidad de calor disipado.

En otra realización preferida del procedimiento de la invención, la mezcla de harinas del paso (a) además comprende otros ingredientes. En una realización aún más preferida, los ingredientes se seleccionan de entre aceites y emulsificantes.

En otra realización preferida del procedimiento de la invención, la extrusión de la mezcla de harinas humectada se realiza por medio de un extrusor monotornillo.

Entre las variables operativas y de diseño que afectan al proceso se pueden mencionar:

- **Geometría del tornillo:** En un extrusor monotornillo, los parámetros que pueden ser ajustados incluyen: el espesor del filete del tornillo, el diámetro, el paso y el espacio anular entre tornillo y cilindro. Para un extrusor de doble tornillo, las opciones para geometría del tornillo y el rango de configuraciones son numerosas.

• *Velocidad del tornillo*: En la extrusión con monotornillo, la velocidad del tornillo (r.p.m.) determina el caudal másico, ya que la alimentación se realiza llenando totalmente los canales del tornillo en la sección de alimentación (“full-capacity”). Un incremento de las r.p.m. aumenta, por un lado, la intensidad de los esfuerzos de corte, provocando una mayor disipación de energía mecánica, pero por otro, disminuye el tiempo de residencia, lo que se refleja en un menor grado de cocción.

En este tipo de extrusores, la importancia relativa de estos efectos depende de otros factores tales como la humedad y la restricción al flujo (diámetro de boquilla, relación de compresión del tornillo o RC, etc.). En condiciones de altos grados de cocción (bajo diámetro de boquilla, alta RC y baja humedad), un aumento de r.p.m. provoca un incremento del grado de cocción, ya que predomina el efecto mecánico; mientras que en condiciones de bajo grado cocción (alta humedad, bajo RC y alto diámetro de boquilla), un aumento de r.p.m., disminuye el grado de cocción, ya que predomina el tiempo de residencia.

En los extrusores con doble tornillo, el caudal es independiente de las r.p.m., ya que el tornillo trabaja parcialmente lleno.

• *Temperatura del cilindro*: La mayoría de los extrusores operan con temperatura controlada. La diferencia de presiones y los esfuerzos de corte influyen en el grado de fricción y por lo tanto en la disipación de energía mecánica. El calentamiento del cilindro es generado por la disipación de energía mecánica, en aquellos casos en que opera de manera autógena (cuando se requieren altos grados de cocción), o bien desde un medio calefactor, cuando se desea mantener una baja disipación de energía (bajo grado de cocción). La temperatura empleada afecta las propiedades físicas y reológicas del material. Para reducir la temperatura del cilindro puede emplearse una recirculación de agua fría, y para reducir la temperatura en el material puede incrementarse el contenido de agua o aceite que actúan como lubricantes, o reduciendo el grado de fricción, lo cual puede lograrse disminuyendo la velocidad del tornillo.

El primer paso antes de la extrusión, es la humectación de las harinas. El objetivo de este paso es facilitar la posterior gelificación del almidón. Durante el proceso de extrusión, el material introducido en el extrusor es transportado a lo largo del mismo y, en segundos, se convierte en un fluido viscoelástico, que al salir por la boquilla se transforma en un sólido expandido. La combinación de esfuerzos de corte, temperatura y presión provoca cambios estructurales, más o menos intensos, según sean las condiciones de extrusión (Wen *et al.*, 1990. *Cereal Chemistry* 67 (3): 268-275, Chen *et al.*, 1991. *Journal of Food Science* 56 (1): 84-89; Mitchell & Areas, 1992. Structural changes in biopolymers during extrusión. En Kokini, J.L., Ho, C.T. & Karwe, M.V. (eds.), *Food Extrusión Science and Technology*. Marcel Dekker. New York). Es importante destacar que la transformación del flujo sólido en flujo viscoso es necesaria para que se produzcan estos cambios estructurales, particularmente en el almidón. El estado final (o grado de cocción) alcanzado por el almidón, como consecuencia de las transformaciones estructurales, depende mucho de las condiciones de extrusión y del tipo de material empleado (Kokini *et al.*, 1992. The rol of rheological properties on extrudate expansión. En Kokini, J.L., Ho, C.T., & Karwe, M.V. (eds.), *Food Extrusión Science and Technology*. Marcel Dekker. New York; Gómez & Aguilera, 1984. *Journal of Food Science* 49 (1): 40-43). En general se puede afirmar que existe una relación directa entre el grado de cocción y la temperatura de extrusión.

La expansión que se produce al salir por la boquilla es consecuencia de la evaporación, casi instantánea, del agua contenida en el material, la cual se encuentra en estado líquido, a pesar de la alta temperatura, ya que la presión es suficientemente alta ($> 50 \text{ Kg/cm}^2$). El cambio de presión a la salida (P atmosférica), exige que el agua (a $T^a \gg$ de 100°C) se evapore (“flashing”), provocando el “arrastre” (expansión) del material viscoelástico. Las propiedades mecánicas del producto expandido, dependerán de la distribución y tamaño de los alvéolos, y del espesor de pared de los mismos.

En otra realización preferida del procedimiento de la invención, los valores de la temperatura del paso (c) se encuentran comprendidos entre 150°C y 250°C . En una realización más preferida, los valores de la temperatura del paso (c) se encuentran comprendidos entre 160°C y 180°C .

En otra realización preferida del procedimiento de la invención, los valores de la presión del paso (c) se encuentran comprendidos entre 30 y 100 Kg/cm^2 . En una realización más preferida, los valores de la presión del paso (c) se encuentran comprendidos entre 40 y 60 Kg/cm^2 .

En otra realización preferida del procedimiento de la invención, los valores del tiempo de residencia promedio del paso (c) se encuentran comprendidos entre 30 y 70 segundos. En una realización más preferida, los valores del tiempo de residencia promedio del paso (c) se encuentran comprendidos entre 45 y 60 segundos.

En esta memoria el término “grado de cocción” se refiere a la proporción de gránulos que han perdido la estructura cristalina, pero cuando se trata de cocción por extrusión, el término involucra también el grado de destrucción de la estructura granular del almidón.

En una realización preferida, el procedimiento de la invención, además comprende:

d) cortar el producto obtenido en el paso (c).

En otra realización preferida, el procedimiento de la invención, además comprende:

e) condimentar el producto obtenido en cualquiera de los pasos (c) o (d), con uno o varios aditivos.

5 En otra realización más preferida, el procedimiento de la invención, además comprende:

f) envasar el producto resultante de cualquiera de los pasos (c) a (e).

Otro aspecto de la invención se refiere a producto extrudido obtenible por el procedimiento de la invención.

10

En una realización preferida de este aspecto de la invención, el producto extrudido tiene una elevada digestibilidad proteica, de entre 81.3 y 85.3%. En otra realización preferida, el producto extrudido tiene un contenido de hierro de entre 23 y 34 ppm. En otra realización preferida, el producto extrudido tiene un contenido de zinc de entre 25 y 29 ppm. Aún más preferiblemente, el producto extrudido tiene una disponibilidad de hierro de entre 6 y 13%. En otra realización preferida, el producto extrudido tiene una disponibilidad de Zn de entre 16 y 19%. En otra realización preferida, el producto extrudido tiene unos valores de expansión de entre 2,50-3,50. En otra realización preferida, el producto extrudido tiene unos valores de densidad comprendida entre 0,130 y 0,280 g/cm³.

15

Otro aspecto de la invención se refiere a una composición base, de ahora en adelante composición base de la invención, que se emplea en el paso (a) del procedimiento de la invención, y que comprende una mezcla de harinas procedentes de cereales y harinas inactivadas procedentes de leguminosas de la tribu *Fabeae*, de baja adherencia, alta estabilidad, adecuada fluidificación.

20

En una realización preferida de este aspecto de la invención, los cereales de la composición base son integrales. En otra realización más preferida, los cereales de la composición base se seleccionan de la lista que comprende: maíz, arroz, o cualquiera de sus combinaciones. En otra realización preferida, las leguminosas de la tribu *Fabeae* pertenecen a los géneros que se seleccionan de la lista que comprende *Vicia*, *Lathyrus*, o cualquiera de sus combinaciones. En otra realización aún más preferida las leguminosas del género *Vicia* se seleccionan de la lista que comprende *V. lutea* subsp. *lutea* var. *hirta* y *V. sativa* subsp. *sativa*. En otra realización aún más preferida las leguminosas del género *Lathyrus* se selecciona de la lista que comprende *L. annuus* y *L. clymenum*.

25

30

En otra realización preferida, la composición base de la invención comprende un porcentaje de harina de cereales de entre el 70% y el 95% (y, por consiguiente, un porcentaje de harina de legumbre silvestre inactivada de entre el 30% y el 5%). En otra realización más preferida, el porcentaje de harina de cereales es de entre el 75% y el 90%, en otra realización aún más preferida, de entre el 80% y el 88%, y en una realización particular de la invención, es de aproximadamente el 85% (y, por consiguiente, un porcentaje de harina de legumbre silvestre inactivada de aproximadamente el 15%).

35

En otra realización preferida de este aspecto de la invención, el tamaño de las partículas de la mezcla de la composición base es de entre 250 y 1200 μm . En otra realización preferida, el tamaño de las partículas de la mezcla de la composición base es de entre 420 y 1000 μm . En otra realización preferida, el tamaño medio de las partículas de la mezcla de harinas de la composición base es de 700 μm .

40

En otra realización preferida de este aspecto de la invención, la composición base además comprende al menos un aditivo. En otra realización más preferida el aditivo es un promotor de la disponibilidad de los minerales. En otra realización aún más preferida el promotor de la disponibilidad de los minerales es el EDTA Na₂.

45

A lo largo de la descripción y las reivindicaciones la palabra “comprende” y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención. Los siguientes ejemplos y dibujos se proporcionan a modo de ilustración, y no se pretende que sean limitativos de la presente invención.

50

Descripción de las figuras

55

Fig. 1. Solubilidad (%) de los distintos expandidos. Expandidos: AE, arroz; ME, maíz; LA-A, *L. annuus* y arroz; LC-A, *L. clymenum* y arroz; VH-A, *V. lutea* var. *hirta* y arroz; VS-A, *V. sativa* subsp. *sativa* y arroz, LA-M, *L. annuus* y maíz; LC-M, *L. clymenum* y maíz; VH-M, *V. lutea* var. *hirta* y maíz; VS-M, *V. sativa* subsp. *sativa* y maíz.

60

Fig. 2. Contenido en humedad (%) de los expandidos (rayas) y las harinas de partida (gris).

Fig. 3. Contenido en lípidos (%) de los expandidos (rayas) y las harinas de partida (gris).

Fig. 4. Riqueza proteica (%) de los expandidos (rayas) y las harinas de partida (gris).

65

Fig. 5. Contenido en fibra (%) de los expandidos (rayas) y las harinas de partida (gris).

Fig. 6. Composición total de aminoácidos esenciales y no esenciales (g/100 g proteínas) de los 10 expandidos estudiados y de las harinas de partida.

Fig. 7. Digestibilidad proteica *in vitro* (%) de los diez expandidos estudiados y las harinas de partida. Harinas: A, arroz; M, maíz; LA, *L. annuus*; LC, *L. clymenum*; VH, *V. lutea* var. *hirta*; VS, *V. sativa* subsp. *sativa*. Expandidos: AE, arroz; ME, maíz; LA-A, *L. annuus* y arroz; LC-A, *L. clymenum* y arroz; VH-A, *V. lutea* var. *hirta* y arroz; VS-A, *V. sativa* subsp. *sativa* y arroz; LA-M, *L. annuus* y maíz; LC-M, *L. clymenum* y maíz; VH-M, *V. lutea* var. *hirta* y maíz; VS-M, *V. sativa* subsp. *sativa* y maíz.

Fig. 8. Contenido, disponibilidad e ingesta diaria recomendada de hierro de los 10 expandidos estudiados.

Fig. 9. Contenido, disponibilidad e ingesta diaria recomendada de zinc de los 10 expandidos estudiados.

Fig. 10. Contenido en fenoles (mg/g de muestra) de los diez expandidos estudiados (rayas) y las harinas de partida (gris). Harinas: A, arroz; M, maíz; LA, *L. annuus*; LC, *L. clymenum*; VH, *V. lutea* var. *hirta*; VS, *V. sativa* subsp. *sativa*. Expandidos: AE, arroz; ME, maíz; LA-A, *L. annuus* y arroz; LC-A, *L. clymenum* y arroz; VH-A, *V. lutea* var. *hirta* y arroz; VS-A, *V. sativa* subsp. *sativa* y arroz; LA-M, *L. annuus* y maíz; LC-M, *L. clymenum* y maíz; VH-M, *V. lutea* var. *hirta* y maíz; VS-M, *V. sativa* subsp. *sativa* y maíz.

Fig. 11. Contenido de ODAP (%) de los expandidos estudiados (rayas) y las correspondientes harinas (gris). Harinas: LA, *L. annuus*; LC, *L. clymenum*. Expandidos: LA-A, *L. annuus* y arroz; LC-A, *L. clymenum* y arroz; LA-M, *L. annuus* y maíz; LC-M, *L. clymenum* y maíz.

Fig. 12. Relación de vicina y convicina en la harina de *V. faba*.

Fig. 13. Relación de vicina y convicina en la harina de *V. lutea* subsp. *lutea* var. *hirta*.

Fig. 14. Relación de vicina y convicina en el expandido de *V. lutea* subsp. *lutea* var. *hirta* con arroz.

Fig. 15. Relación de vicina y convicina en el expandido de *V. lutea* subsp. *lutea* var. *hirta* con maíz.

Fig. 16. Relación de vicina y convicina en la harina de *V. sativa* subsp. *sativa*.

Fig. 17. Relación de vicina y convicina en el expandido de *V. sativa* subsp. *sativa* con arroz.

Fig. 18. Relación de vicina y convicina en el expandido de *V. sativa* subsp. *sativa* con maíz.

Ejemplos

A continuación se ilustrará la invención mediante unos ensayos realizados por los inventores, que pone de manifiesto la efectividad del procedimiento de la invención para obtener productos expandidos de alta estabilidad, elevado valor nutritivo, buenas características organolépticas y proporciones de vicina, convicina y ODAP próximas al 0%, unos valores de expansión de entre 2,50 y 3,50, y una densidad comprendida entre 0.130 y 0.280 g/cm³, a base de harinas de cereales y harinas de leguminosas de la tribu *Fabeae*.

1. Materiales

A. Extrusor

La extrusión se llevó a cabo con un extrusor monotornillo marca Brabender, tipo 20 DN (relación longitud-diámetro igual a 20) (Alemania), provisto con un tornillo de relación de compresión 4/1 y una boquilla de 3 mm de diámetro y 20 mm de longitud. El equipo posee un sistema dinamométrico, que registra el momento torsor (torque) ejercido sobre el eje de rotación y tiene la posibilidad de variar la velocidad de rotación del tornillo (r.p.m.) en forma continua. Las temperaturas se midieron con termocuplas ubicadas en el cañón o cilindro (entre la zona de la alimentación y la punta del tornillo) y en el punto intermedio del cabezal portador de la boquilla. Miden la temperatura de la masa de acero (en una zona media) con que están construidas estas partes del equipo. Pero también, en la zona de la boquilla, se mide la temperatura del material que fluye a través de él, por medio de otra termocupla que está directamente en contacto con el fluido.

B. Molinos

Molino de muelas Buhler-Miag modelo MLI 204.

Molino de martillos fijos Retsch (Alemania) con malla de 0,5 mm.

2. Métodos

A. Obtención De Productos De Extrusión

5 La obtención de los productos de extrusión se realizó a partir de una mezcla de 85% de maíz o arroz y 15% de harina de legumbre silvestre inactivada (las legumbres utilizadas han sido *Lathyrus annuus*, *Lathyrus clymenum*, *Vicia lutea* subsp. *lutea* var. *hirta* y *Vicia sativa* subsp. *sativa*).

10 Se preparó la harina de legumbre silvestre inactivada, siguiendo el procedimiento desarrollado en el ITA (Fritz *et al.*, 2006. *Brazilian Journal of Food Technology*, Edición Especial III JIPCA, 3-7). El mismo consiste en realizar un tratamiento térmico a los granos de legumbre para inactivar la lipooxigenasa, mediante una inmersión en agua hirviendo durante 2 minutos y posterior secado en estufa con aire forzado a 45°C, hasta un nivel de humedad de alrededor del 10%. Este tratamiento térmico de los granos antes de la molienda, permite obtener harina de legumbre con alta calidad sensorial (Pérez, 2005. *Elaboración de productos extrudidos a base de maíz-soja y su caracterización fisicoquímica*. Tesis de la Licenciatura en Biotecnología. Instituto de Tecnología de Alimentos Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe. Argentina).

20 Los granos inactivados fueron reducidos a harina utilizando un molino de muelas. La granulometría de la harina de legumbre fue similar a la de la harina de maíz y arroz, para asegurar la homogeneidad de la mezcla. La mezcla se llevó a 14% de humedad mediante la adición de agua (se decidió esta humedad tras hacer pruebas previas con arroz y maíz a distintas humedades y basándose en experiencias anteriores).

25 La extrusión se llevó a cabo con un extrusor Brabender 20 DN (Alemania) con tornillo relación de compresión 4:1. El diámetro de boquilla fue de 3 mm por 20 mm de longitud, la velocidad de rotación del tornillo se fijó en 150 r.p.m. La temperatura del tratamiento se controló mediante calefactores en la zona de boquilla y en la zona anterior a la misma manteniendo una temperatura de 175°C. Las muestras se acondicionaron, 1 h antes de cada ensayo, a los niveles de humedad establecidos para cada una en la etapa de mezclado ya mencionada.

30 La alimentación al extrusor se realizó llenando totalmente los canales del tornillo en la sección de alimentación (“full-capacity”), y las muestras fueron obtenidas una vez alcanzado el régimen estacionario (torque y caudal constantes).

B. Medidas Relacionadas Con El Proceso De Extrusión

35 a) Caudal másico

Se determinó pesando la muestra obtenida en un minuto y refiriéndola a la humedad de alimentación. Se expresa en (g/min).

40 b) Momento torsor o torque

Se obtuvo del registro del dinamómetro (en gf x cm), en el momento de tomar la muestra para el caudal.

C. Caracterización Física De Los Productos de Extrusión

45 a) Expansión

50 En todos los casos se midió el diámetro (cm) de los trozos de expandidos con un calibre manual Vernier (Stronger) en 10 zonas distintas escogidas al azar. La expansión se calculó como la relación entre el diámetro medio del extrudido y el diámetro de la boquilla según:

$$55 \quad Exp = \frac{D}{d}$$

Siendo:

60 *D*: es el diámetro promedio del material expandido.

d: es el diámetro de la boquilla del extrusor.

65

b) *Densidad*

La densidad de las muestras extrudidas se determinó en base seca según Wang *et al.* (1993) y según la siguiente fórmula:

$$\text{Densidad} = Pm/\pi (D/2)^2L$$

Siendo,

D: Diámetro promedio del extrudido (cm)

Pm': Peso expresado en base seca (g)

L: Longitud (cm)

c) *Solubilidad en agua*

Se utilizó la técnica descrita por Anderson *et al.* (1969. *Cereal Science Today* 14: 4) con las modificaciones realizadas por González *et al.* (1986. *Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos* 26 (4): 552-564). Se suspendieron 1,25 g de muestra, previamente molida en molino de martillos fijos Retsch (Alemania) con malla de 0,5 mm, en 25 ml de agua en tubos de centrífuga, a temperatura ambiente y se agitó durante 30 min. A continuación se centrifugó a 2000 g por espacio de 30 min, obteniéndose un sobrenadante y un residuo o gel insoluble. En el sobrenadante, se determinó el contenido de sólidos solubles por evaporación en estufa a 105°C y se calculó la solubilidad como el porcentaje de este peso respecto al de la muestra seca.

D. *Evaluación Sensorial*

Para realizar esta evaluación, una porción de 100 g de cada muestra expandida (en trozos de aproximadamente 6 cm) fue secada en estufa a 70°C, hasta un contenido de humedad del 6%, el cual resulta adecuado para evaluar un expandido a base de maíz y arroz (González *et al.* 2004. *LWT - Food Science and Technology* 37: 193-198) y fue guardada en una bolsa de polipropileno herméticamente sellada para el análisis sensorial.

El estudio se llevó a cabo con la participación de un panel de cata entrenado compuesto por tres personas. Se analizó el atributo *dureza* utilizando una escala anclada en los extremos (1-9). Dichos extremos de la escala de dureza fueron establecidos utilizando maíz procesado a 190°C con una humedad de 14%, como la más cocida (menos dura) y otra expandida a 160°C y 19% de humedad, como referencia para la menos cocida (más dura), otorgando los valores de 9 a la menos dura y de 1 a la más dura. Estas muestras se obtuvieron en ensayos previos y se seleccionaron teniendo en cuenta que la dureza de las muestras experimentales estaba comprendida entre estos dos extremos adoptados.

3. *Resultados**Caracterización física de los productos de extrusión*

Para la caracterización física de los expandidos se realizaron distintas mediciones a los extrudidos, y a partir de éstas se calcularon los distintos parámetros físicos tal y como se explica en el apartado de aparatos, materiales y métodos. Las características físicas de los expandidos son muy importantes para la aceptación final del producto por parte del consumidor. En la Tabla 1 se recogen los parámetros más representativos para la caracterización física de los extrudidos hechos a base de legumbres silvestres con arroz y maíz.

TABLA 1

Parámetros físicos de los 10 expandidos hechos con legumbres silvestres y cereales, (media \pm desviación típica), las letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre los valores de la misma columna (Test de Tukey, $P < 0.05$)

Muestra	Expansión	Densidad gr/cm ³	Torque ¹ gfx cm	Q ¹ g/min	Solubilidad %	Dureza ¹ sensorial
A	3.46 \pm 0.09 ^e	0.143 \pm 0.007 ^{ab}	6300	84.4	39.3 \pm 0.22 ^c	7
LA-A	3.20 \pm 0.06 ^d	0.147 \pm 0.008 ^{bc}	5950	89.9	40.6 \pm 0.41 ^{cd}	8
LC-A	3.22 \pm 0.04 ^d	0.146 \pm 0.004 ^{bc}	5900	94.4	42.5 \pm 0.1 ^d	8
VH-A	3.26 \pm 0.14 ^{de}	0.145 \pm 0.01 ^b	5700	84	40.4 \pm 0.6 ^{cd}	8
VS-A	3.36 \pm 0.06 ^{de}	0.142 \pm 0.005 ^{ab}	5950	83.8	38.7 \pm 0.24 ^c	8
M	2.84 \pm 0.14 ^{bc}	0.131 \pm 0.01 ^{ab}	4250	69.8	19.3 \pm 0.8 ^a	8
LA-M	2.76 \pm 0.11 ^{abc}	0.142 \pm 0.007 ^{ab}	4250	78.2	22.6 \pm 0.21 ^b	8
LC-M	2.59 \pm 0.06 ^a	0.126 \pm 0.005 ^a	4500	80.6	21.2 \pm 0.58 ^{ab}	8
VH-M	2.64 \pm 0.13 ^{ab}	0.164 \pm 0.01 ^c	4200	73	22.2 \pm 0.47 ^b	8
VS-M	2.86 \pm 0.06 ^c	0.130 \pm 0.06 ^{ab}	4125	67	23.3 \pm 1.71 ^b	8

A, expandido de arroz. LA-A, con *L. annuus*. LC-A, con *L. clymenum*. VH-A, con *V. lutea* var. *hirta*. VS-A, con *V. sativa* subsp. *sativa*. M, expandido de maíz (se combina con los mismos taxones). ¹una sola medida.

Expansión

Las condiciones elegidas en los ejemplos de la invención, de 14% de humedad y 175°C de temperatura, permitieron una expansión adecuada para el tipo de expandido que se quería obtener.

En la Tabla 1 se recogen los resultados obtenidos para la expansión. Si se comparan los datos de los extrudidos hechos solamente con arroz o maíz con los extrudidos que tienen mezcla de legumbres, se puede observar que cuando se añade la legumbre generalmente disminuye la expansión. Para los extrudidos de arroz esto se cumple en todos los casos, en cambio en los extrudidos de maíz no ocurre cuando se mezclan con *V. sativa* subsp. *sativa*, ya que se incrementa ligeramente el valor de la expansión, aunque la subida no es estadísticamente significativa. Esto podría deberse a que la disminución de la expansión suele coincidir con un mayor contenido en fibra de la legumbre de partida (Antón *et al.*, 2009. *Food Chemistry* 113: 989-996), y en este caso *V. sativa* subsp. *sativa* es la legumbre con el menor contenido en fibra (29,7%) de entre todas las utilizadas, por lo que se podría explicar el ligero aumento con respecto al expandido de maíz.

Por un lado, la explicación de este hecho se puede deber a que las legumbres tienen más bajo contenido en almidón que los cereales, lo que no favorece la expansión del extrudido en los procesos de extrusión. Por otro lado, las proteínas de las legumbres pueden afectar de forma negativa a la elasticidad y modificar la estructura, ya que compiten con el almidón por el agua disponible llevando a una disminución de la gelatinización del mismo y, por lo tanto, a una disminución de la expansión en el producto final (Martínez-Serna *et al.*, 1990; Onwulata *et al.*, 1998, 2001. *LWT - Food Science and Technology* 34: 424-429).

Otra diferencia significativa, desde un punto de vista estadístico, con respecto a la expansión (Tabla 1), es que los expandidos que llevan arroz presentan un valor, para este parámetro, más alto que los "snacks" hechos con maíz. Esto es debido a que el maíz tiene un mayor contenido en grasa que el arroz (4,72% y 2,38%, respectivamente). El efecto que los lípidos ejercen sobre las propiedades de los expandidos es complejo y depende del tipo y de la cantidad, pero según estudios realizados por Bhattacharya *et al.* 1986 (*Journal of Food Science* 51: 988-993) y Bhattacharya & Hanna 1988 (*Journal of Food Science* 53: 1230-1231) se puede decir que la grasa actúa como lubricante en el extrusor reduciendo la expansión del producto. Se han elaborado productos de extrusión con otras materias primas como lino o carne donde también se observa que al aumentar el contenido en grasa disminuye la expansión (Ahmed, 1999. *Nahrung* 43: 253-258; Lee *et al.*, 2003. *Meat Science* 64(4): 383-390).

Por último, concluir que con respecto a la expansión no se observan diferencias significativas entre los dos tipos de legumbres utilizadas, *Lathyrus* y *Vicia*.

Densidad

La densidad junto con la expansión son los parámetros que describen la porosidad de los expandidos (Asare *et al.*, 2004. *International Journal of Food Science and Nutrition* 55: 431-439). En general, al aumentar el índice de expansión disminuye la densidad del “snack” Los resultados obtenidos en este trabajo (Tabla 1) coinciden mayoritariamente con esta afirmación, salvo en los expandidos de *V. sativa* subsp. *sativa* con arroz y *L. clymenum* con maíz.

Al añadir o aumentar la cantidad de legumbre en la mezcla con cereal aumenta la densidad del expandido, tal y como se observa en los expandidos estudiados en este trabajo (Tabla 1), con la excepción de los “snacks” con arroz de *V. sativa* subsp. *sativa*, y con maíz de *L. clymenum* y *V. sativa* subsp. *sativa*, dónde disminuye ligeramente la densidad al añadir la legumbre, aunque esta disminución no es estadísticamente significativa. Todo esto puede ser debido a que la adición de fibra y proteínas a la mezcla puede afectar la gelatinización del almidón, y por consiguiente afectar a las propiedades reológicas del material en el extrusor. Los polisacáridos que forman parte de la fibra pueden absorber el agua durante la extrusión en mayor medida que las proteínas o el almidón. Esto puede dificultar la pérdida del vapor de agua a la salida del extrusor, reduciendo la expansión y aumentando la densidad.

Por último, concluir que con respecto a la densidad no se observan diferencias significativas entre los dos tipos de legumbres utilizadas, *Lathyrus* y *Vicia*, ni entre los dos cereales usados, arroz y maíz.

Solubilidad

La solubilidad se considera un indicador de la degradación de los componentes del almidón (Kirby *et al.*, 1988. *Journal of Food Engineering* 8: 247-272). Durante la extrusión los gránulos de almidón se fragmentan, lo que conlleva a un aumento de la formación de productos solubles en el agua (Colonna *et al.*, 1989. *Physically modified starches*. In: T. Galliard (ed.), *Starch: Properties and Potential*. J. Wiley & Sons. London).

En la Tabla 1 y en la Figura 1 se puede observar que los “snacks” que contienen maíz presentan valores de solubilidad significativamente menores que los expandidos hechos con arroz ($P < 0.05$). El maíz tiene un mayor contenido de grasa que actúa como lubricante disminuyendo el grado de fricción, lo que genera un menor grado de cocción, una menor destrucción de la estructura granular y, por tanto, una menor solubilidad que el arroz, para las condiciones de extrusión utilizadas.

Al agregar la leguminosa se observa una tendencia a aumentar la solubilidad en ambos casos. Además de los solubles provenientes del almidón generados durante la cocción, se deben considerar aquellos solubles no amiláceos provenientes de las leguminosas.

Por último, concluir que con respecto a la solubilidad no se observan diferencias significativas entre los dos tipos de legumbres utilizadas, *Lathyrus* y *Vicia*.

Evaluación sensorial

En la Tabla 1 se recoge la evaluación sensorial correspondiente a todos los expandidos estudiados. Todas las muestras reciben una puntuación de 8 a excepción del “snack” de arroz que presenta 7. Están muy próximas al valor de 9 que, según la escala que estableció el panel de cata entrenado (ver Aparatos, materiales y métodos), correspondería al expandido más cocido o menos duro. Se considera que los expandidos a base de legumbres silvestres con maíz y arroz tienen una dureza sensorial adecuada. Para concluir, todos los “snacks” tenían sabor aceptable, y se podrían incorporar otros aditivos, como aceite, sal y saborizantes.

Caracterización química y nutricional de los productos de extrusión

Determinación de la composición química

Se ha estudiado la composición química básica de los diez expandidos realizados en este trabajo y de las correspondientes harinas de partida. Los datos se resumen en la tabla 2 y se expresan en base seca.

TABLA 2

Caracterización química de los 10 expandidos estudiados y las correspondientes harinas de partida (los valores son la media de 2 determinaciones \pm desviación típica), las letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre los valores de la misma columna (Test de Tukey)

Harinas	Humedad ** (%)	Cenizas *** (%) ²	Lípidos *** (%) ²	Fibra *** (%) ²	Proteínas *** (%) ²	Azúcares Solubles *** (%) ²	Hidratos carbono *** (%) ^{1,2}
A	12.8 \pm 0.1 ^h	0.73 \pm 0 ^a	2.73 \pm 0.004 ^d	5.27 \pm 0.17 ^{ab}	6.42 \pm 0.15 ^a	0.69 \pm 0.001 ^h	84.15 \pm 0.02 ^{ef}
M	12.1 \pm 0.1 ^g	0.92 \pm 0.03 ^{ab}	5.37 \pm 0.08 ^f	10.58 \pm 0.18 ^{cde}	8.30 \pm 0.33 ^{ab}	1.68 \pm 0.005 ^j	73.14 \pm 0.40 ^b
LA	10.9 \pm 0.14 ^f	2.48 \pm 0.07 ^d	2.17 \pm 0.04 ^{cd}	46.02 \pm 1.66 ^g	23.68 \pm 0.20 ^f	3.16 \pm 0.005 ^k	22.48 \pm 1.75 ^a
LC	11.4 \pm 0.1 ^f	2.92 \pm 0.39 ^d	2.25 \pm 0.003 ^{cd}	46.39 \pm 0.23 ^g	23.81 \pm 0.20 ^f	1.56 \pm 0.002 ⁱ	23.07 \pm 0.05 ^a
VH	13.2 \pm 0.14 ^{hi}	2.60 \pm 0.18 ^d	2.27 \pm 0.02 ^{cd}	35.94 \pm 0.22 ^f	29.15 \pm 0.21 ^g	4.78 \pm 0.007 ^l	25.25 \pm 0.64 ^a
VS	13.5 \pm 0.1 ⁱ	2.83 \pm 0.18 ^d	4.61 \pm 0.008 ^e	34.33 \pm 0.22 ^f	25.66 \pm 0.20 ^f	6.28 \pm 0.01 ^m	26.28 \pm 0.60 ^a
Expandidos							
AE	8.2 \pm 0.03 ^d	1.19 \pm 0.01 ^{abc}	0.53 \pm 0.15 ^a	3.81 \pm 0.15 ^a	7.38 \pm 0.10 ^a	0.23 \pm 0 ^a	86.86 \pm 0.13 ^f
LA-A	8.1 \pm 0.11 ^{cd}	1.42 \pm 0.02 ^{bc}	0.54 \pm 0.14 ^a	7.51 \pm 0.16 ^{bc}	10.50 \pm 0.53 ^{cd}	0.32 \pm 0 ^c	79.70 \pm 0.49 ^{de}
LC-A	7.9 \pm 0.07 ^{bcd}	1.44 \pm 0.01 ^{bc}	0.81 \pm 0 ^a	7.96 \pm 0.01 ^{bcd}	10.09 \pm 0.16 ^{bc}	0.31 \pm 0 ^c	79.38 \pm 0.14 ^d
VH-A	8.2 \pm 0.05 ^{cd}	1.46 \pm 0.02 ^{bc}	0.53 \pm 0.14 ^a	6.50 \pm 0.02 ^{ab}	11.32 \pm 0.31 ^{cde}	0.33 \pm 0.007 ^{cd}	79.85 \pm 0.49 ^{de}
VS-A	8.1 \pm 0.004 ^{cd}	1.41 \pm 0.15 ^{bc}	1.07 \pm 0 ^{ab}	8.16 \pm 0.15 ^{bcd}	10.89 \pm 0.31 ^{cd}	0.35 \pm 0 ^d	78.12 \pm 0.61 ^{cd}
ME	9.1 \pm 0.34 ^e	1.46 \pm 0.02 ^{bc}	2.18 \pm 0.02 ^{cd}	7.15 \pm 0.18 ^{abc}	10.23 \pm 0.66 ^{bcd}	0.44 \pm 0.001 ^f	78.54 \pm 0.89 ^d
LA-M	7.1 \pm 0.17 ^a	1.65 \pm 0.01 ^c	1.65 \pm 0.09 ^{bc}	11.95 \pm 0.13 ^e	11.25 \pm 0.36 ^{cde}	0.50 \pm 0.007 ^g	72.99 \pm 0.42 ^b
LC-M	7.3 \pm 0.05 ^{ab}	1.67 \pm 0.02 ^c	1.12 \pm 0.15 ^{ab}	11.86 \pm 1.53 ^e	12.13 \pm 0.007 ^{de}	0.31 \pm 0 ^c	72.89 \pm 1.40 ^b
VH-M	7.6 \pm 0.04 ^{abc}	1.72 \pm 0.01 ^c	1.11 \pm 0.43 ^{ab}	12.98 \pm 1.52 ^e	13.04 \pm 0.99 ^e	0.27 \pm 0 ^b	70.87 \pm 2.10 ^b
VS-M	7.2 \pm 0.05 ^a	1.62 \pm 0.15 ^c	0.94 \pm 0.14 ^{ab}	11.53 \pm 0.14 ^{de}	11.64 \pm 0.007 ^{cde}	0.39 \pm 0.007 ^e	73.88 \pm 0.14 ^{bc}

P<0.01 *P<0.001. Harinas: A, arroz; M, maíz; LA, *L. annuus*; LC, *L. clymenum*; VH, *V. lutea* var. *hirta*; VS, *V. sativa* subsp. *sativa*. Expandidos: AE, arroz; ME, maíz; LA-A, *L. annuus* y arroz; LC-A, *L. clymenum* y arroz; VH-A, *V. lutea* var. *hirta* y arroz; VS-A, *V. sativa* subsp. *sativa* y arroz; LA-M, *L. annuus* y maíz; LC-M, *L. clymenum* y maíz; VH-M, *V. lutea* var. *hirta* y maíz; VS-M, *V. sativa* subsp. *sativa* y maíz. 1= Calculado como 100-Humedad-Cenizas-Lípidos-Fibra-Proteínas-Azúcares solubles. 2 = Base seca.

Humedad

El contenido de humedad de las harinas de partida es mayor que el de los expandidos. En todos los casos esta reducción de la humedad es estadísticamente significativa (tabla 2 y figura 3). Esto se debe a que parte del agua que contiene la mezcla se evapora al final del proceso de extrusión (Arija *et al.*, 2006. *Poultry Science* 85: 635-644; Ruíz-Ruíz *et al.*, 2008. *LWT - Food Science and Technology* 41: 1799-1807). Por último, hay que destacar que no se encontraron diferencias significativas en el uso de cereal arroz o maíz y en el de legumbre silvestre, *Lathyrus* o *Vicia* con respecto a la humedad.

Cenizas

El contenido en cenizas de los diez expandidos estudiados es muy similar, y no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre ellos (tabla 2). El contenido aumenta con respecto al de las harinas de cereales, arroz y maíz, y disminuye con respecto al contenido de cenizas de las legumbres silvestres de los géneros *Lathyrus* y *Vicia*.

Por último destacar que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el uso de maíz o arroz y tampoco en el uso de *Vicia* o *Lathyrus* con respecto al contenido en cenizas.

Lípidos

El contenido de lípidos de los expandidos es menor que el de las harinas de partida ($P < 0.001$). En el caso de las harinas de cereales, es el maíz el que tiene el contenido de lípidos más elevado (5.37%) y se diferencia significativamente ($P < 0.001$) del arroz. Dentro de las legumbres silvestres hay que destacar la harina de *V. sativa* subsp. *sativa* que es la que tiene el contenido más elevado (4.61%), el resto presenta niveles muy parecidos sin diferencias significativas entre ellas. (Tabla 2). Según esto, cabría esperar que los expandidos que contienen maíz tuvieran mayor contenido en lípidos que los de arroz. En la Tabla 2 se observa que es el expandido de maíz el que presenta el valor más alto (2.18%) y se diferencia significativamente del resto ($P < 0.001$) salvo del expandido de *L. annuus* y maíz que es el siguiente con el contenido más elevado de lípidos. Éste, a su vez, guarda diferencias significativas con todos los “snacks” que llevan arroz salvo con el de *V. sativa* subsp. *sativa* y arroz que es precisamente el que presenta el contenido más elevado (1.07%) por contener harina de la legumbre silvestre con el contenido más alto en lípidos. De acuerdo con varios autores, esta disminución en el contenido en grasa de los expandidos con respecto a la harina de partida se puede deber, además de a la degradación que sufren los lípidos por las altas temperaturas que se alcanzan en la extrusión, a la formación de complejos almidón-lípidos y proteínas-lípidos durante la extrusión que no se extraen con los solventes apolares (Ho & Izzo, 1992. Lipid-protein and lipid-carbohydrate interactions during extrusion. En: Kokini, J.L., Ho, C. & M.V. Karwe, M.V. (eds), *Food extrusión science and technology*. Dekker Press. New York; Fornal *et al.*, 1995. *Technologia Alimentorum* 28: 109-117; Ainsworth *et al.*, 1999. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 79: 675-678. Camire, 2001. Extrusión and nutritional quality. En: Guy, R. (ed.), *Extrusión cooking technologies and applications*. Woodhead Publishing. Cambridge) utilizados en la determinación del extracto etéreo. La disminución en el contenido de lípidos depende del tipo de harina de partida y de las condiciones de extrusión. Además, en general, no se observan diferencias significativas entre los dos tipos de legumbres utilizadas, *Lathyrus* y *Vicia*.

Riqueza proteica

El contenido en proteínas (%) de los diez expandidos estudiados y sus correspondientes harinas de partida se puede ver en la Tabla 2. Las harinas de legumbres silvestres son las que presentan el mayor contenido y es *V. lutea* subsp. *lutea* var *hirta* la que presenta la cantidad más elevada de proteínas diferenciándose significativamente del resto ($P < 0.001$). Los expandidos tienen una riqueza proteica superior a la de las harinas de cereales de partida e inferior a la de las legumbres silvestres utilizadas. Esto era de esperar y tiene su explicación en la utilización de la mezcla de estas harinas para obtener los expandidos. Por su parte, todos los expandidos hechos con arroz y legumbres silvestres tienen un contenido proteico significativamente superior ($P < 0.001$) al expandido de arroz. En el caso de los expandidos de maíz, solamente existen diferencias significativas ($P < 0.001$) entre el expandido de maíz y el de *V. lutea* subsp. *lutea* var. *hirta* y maíz. Este último, a su vez, presenta un valor más alto (13.04%) que todos los snacks con arroz y guarda diferencias significativas ($P < 0.001$) con todos salvo con el de *V. lutea* subsp. *lutea* var. *hirta* y arroz y se puede deber a que es la harina de la especie *V. lutea* subsp. *lutea* var. *hirta* la que presenta el mayor contenido en proteínas entre todas las harinas analizadas. Kasprzak & Rzedzicki (2008. *International Agrophysics* 21: 241-248) obtuvieron un expandido de *L. sativus* y maíz descascarado con una riqueza proteica del 10.6% muy similar a la de los expandidos de *L. annuus* y *L. clymenum* con maíz obtenidos en este trabajo.

Por último concluir que con respecto al contenido en proteínas no se observan diferencias significativas entre los dos tipos de legumbres utilizadas, *Lathyrus* y *Vicia*.

Fibra

En el caso de las harinas, las legumbres presentan contenidos significativamente más elevados ($P < 0.001$) que las harinas de cereales. Hay que destacar que por un lado la harina de maíz presenta más fibra ($P < 0.001$) que la de arroz y que las especies del género *Lathyrus* tienen contenidos estadísticamente significativos más elevados ($P < 0.05$) que las harinas del género *Vicia*.

En los expandidos, al añadir la legumbre al cereal aumenta el contenido de fibra de forma significativa ($P < 0.001$). Así, todos los expandidos obtenidos a partir de mezclas de legumbre silvestre y arroz presentan contenidos más altos ($P < 0.001$) que el expandido de arroz a excepción del “snack” de *V. lutea* subsp. *lutea* var. *hirta* y arroz. Con el maíz esta diferencia es significativa en todos los casos. (Tabla 2).

5

Azúcares solubles

Los azúcares solubles se pueden considerar componentes minoritarios tanto en los expandidos como en las harinas de partida (Tabla 2). Aún así, en las harinas se encuentran en mayores cantidades que en los expandidos ya que durante la extrusión parte de los azúcares solubles se pierden porque se produce la reacción de Maillard con las proteínas (Noguchi *et al.*, 1982. *LWT - Food Science and Technology* 15: 105-110; Camire *et al.*, 1990. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 29: 35-57). Todas las harinas se diferencian significativamente entre sí ($P < 0.001$) destacando la harina de arroz con el contenido más bajo y la harina de *V. sativa* subsp. *sativa* que presenta el contenido más elevado. En cuanto a los expandidos se observa que al añadir la legumbre se dan dos situaciones bien diferenciadas. En el caso del arroz, aumenta el contenido de los azúcares solubles en todos los expandidos. Por el contrario, para el maíz, disminuye el contenido en todos los expandidos salvo en el “snack” de *L. annuus* y maíz. Las diferencias fueron estadísticamente significativas ($P < 0.001$) en todos los casos.

15

Contenido de aminoácidos

20

Como se puede ver en las Tablas 3a y 3b, la composición en aminoácidos muestra algunas diferencias significativas entre las muestras estudiadas. Se ha estudiado la composición de aminoácidos esenciales y no esenciales de las diez muestras expandidas y de las harinas de partida. A los aminoácidos esenciales que se les presta una especial atención son cisteína y metionina (aminoácidos azufrados), lisina y triptófano. La cisteína, metionina y triptófano son limitantes en las harinas de las legumbres, es decir, que no alcanzan los valores recomendados por la FAO (1985. *Technical report series N° 724*. Geneva) para niños 2-5 años de edad. Lo mismo ocurre con la lisina en el caso de los cereales (Farzana & Khalil, 1999. *Journal of Science and Technology* 23: 13-19; Wang *et al.*, 2003. *Plant Physiology* 131: 886-891). Debido a esto resulta interesante mezclar las harinas de legumbres y cereales para obtener un perfil equilibrado de aminoácidos (Cheftel *et al.*, 1989. *Proteínas alimentarias*. Ed. Acribia S.A. Zaragoza; Liu *et al.*, 2000. *Journal of Food Science* 65: 1253-1259; Onwulata *et al.*, 2001. *LWT - Food Science and Technology* 34: 424-429; Rampersad *et al.*, 2003. *Journal of Food Science* 68: 363-367; Berrios, 2006. *Encyclopedia of Agricultural, Food and Biological Engineering* 1: 1-8). En este trabajo se han obtenido alimentos con mezclas de estas materias primas para compensar esas deficiencias, pero surge un nuevo interrogante a tener en cuenta y es que ocurrirá con los aminoácidos cuando se someten a las condiciones de altas temperaturas y presión durante el proceso de extrusión. Sing *et al.* (2007. *International Journal of Food Science and Technology* 42: 916-929) expusieron que cada aminoácido respondería de una determinada manera según las condiciones del proceso. Como se observa en la Tabla 3a, no existen diferencias significativas en el contenido en aminoácidos azufrados, metionina y cisteína, para los expandidos con relación a sus correspondientes harinas de partida. En todos los casos se superan los valores recomendados por la FAO (1985. *Technical report series N° 724*. Geneva) excepto para los expandidos de *L. annuus* con arroz, *L. clymenum* con arroz y *V. sativa* subsp. *sativa* con arroz. Solamente el expandido de arroz, *L. clymenum* y arroz y el de maíz alcanzan los valores mínimos recomendados por la FAO (1985. *Technical report series N° 724*. Geneva) pero hay que tener en cuenta que el resto de los expandidos casi alcanza ese valor y que además las diferencias entre los valores no son estadísticamente significativas. En el caso del triptófano, las únicas diferencias significativas ($P < 0.01$) se dan entre el expandido de arroz que presenta el valor más alto y las harinas de las legumbres que tienen los valores más bajos. Como ya se ha mencionado las legumbres son muy ricas en lisina y las especies de los géneros *Lathyrus* y *Vicia* no son una excepción. Como se observa en la Tabla 3a los cereales son pobres en este aminoácido y no cumplen los requisitos de la FAO (1985. *Technical report series N° 724*. Geneva). Los expandidos, por su parte, son más pobres en lisina ($P < 0.01$) que las harinas de las legumbres de partida. Hay que tener en cuenta que la mezcla de partida tiene un 85% de cereal y un 15% de legumbre lo que puede explicar los bajos valores de este aminoácido. Si se compara el contenido en lisina de los expandidos de sólo maíz y arroz con las correspondientes harinas se puede ver que el contenido es ligeramente menor y no significativo por lo que cabría pensar que si se hubiera hecho el contenido en lisina a la mezcla de las harinas de cereales y legumbres de partida, este valor no hubiera sido tan diferente al de los expandidos. Esto no fue posible ya que al trabajar con legumbres silvestres no se disponía de cantidad suficiente de harina de legumbres. Ruíz-Ruiz *et al.* 2008 (*LWT - Food Science and Technology* 41: 1799-1807) en su trabajo sobre expandidos con *Phaseolus vulgaris* y maíz obtuvieron un contenido de aminoácidos azufrados y triptófano más bajo (1.9% y 0.8%, respectivamente) que los obtenidos en este trabajo. En cambio el contenido en lisina fue mayor, 5.6%. Hay que destacar que las condiciones aunque muy similares no fueron exactamente las mismas, ya que la temperatura fue menor (170°C), la humedad mayor (15.5%) y el contenido de legumbre mayor (40%), que las utilizadas en este trabajo.

45

55

60

65

TABLA 3a

5 *Composición en aminoácidos esenciales (g/100 g) de los diez expandidos estudiados y las correspondientes harinas de partida (media ± desviación típica de todas las determinaciones de cada muestra), comparando con el contenido en aminoácidos recomendado por la FAO. Las letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre los valores de la misma columna (Test de Scheffe)*

	Harinas	n	Cys***	Phe*	His*	Ile***	Leu**
10	A	2	1.6 ± 0.28 ^{abc}	5.4 ± 0.01 ^b	2.2 ± 0.02 ^{abc}	3.5 ± 0.04 ^{ab}	9.2 ± 0.1 ^{ab}
	M	2	2.2 ± 0.09 ^c	5.3 ± 0.01 ^{ab}	2.9 ± 0.04 ^{bc}	3.1 ± 0.09 ^{ab}	13 ± 0.2 ^d
	LA	4	1.3 ± 0.2 ^{abc}	4.6 ± 0.18 ^a	2.6 ± 0.26 ^{abc}	3.4 ± 0.28 ^{ab}	7.9 ± 0.1 ^a
15	LC	4	0.9 ± 0.19 ^{ab}	5.1 ± 0.15 ^{ab}	2.4 ± 0.3 ^{abc}	3.75 ± 0.3 ^{ab}	9.6 ± 0.48 ^b
	VH	5	1.03 ± 0.07 ^{ab}	5.24 ± 0.1 ^b	2.89 ± 0.24 ^b	4.2 ± 0.1 ^b	8 ± 0.3 ^a
20	VS	5	0.9 ± 0.1 ^a	4.6 ± 0.1 ^a	2.8 ± 0.2 ^{bc}	3.7 ± 0.2 ^{ab}	8 ± 0.2 ^a
	Expand.						
	AE	2	2 ± 0.06 ^{bc}	5 ± 0.09 ^{ab}	1.7 ± 0.1 ^a	2.8 ± 0.03 ^{ab}	8.9 ± 0.06 ^{ab}
25	LA-A	2	1.3 ± 0.3 ^{abc}	4.9 ± 0.2 ^{ab}	2.2 ± 0.3 ^{abc}	3.8 ± 1.1 ^{ab}	8.4 ± 0.49 ^{ab}
	LC-A	2	1.3 ± 0.03 ^{abc}	4.6 ± 0.39 ^{ab}	1.8 ± 0.01 ^{ab}	2.9 ± 0.01 ^{ab}	8.9 ± 0.07 ^{ab}
	VH-A	2	1.5 ± 0.04 ^{abc}	4.9 ± 0.2 ^{ab}	2 ± 0.1 ^{abc}	3 ± 0.1 ^{ab}	8.3 ± 0.2 ^{ab}
30	VS-A	2	1.2 ± 0.2 ^{abc}	4.8 ± 0.03 ^{ab}	2 ± 0.03 ^{abc}	2.9 ± 0.01 ^{ab}	8.5 ± 0.08 ^{ab}
	ME	2	2.3 ± 0.06 ^c	4.8 ± 0.07 ^{ab}	2.3 ± 0.4 ^{abc}	2.3 ± 0.04 ^a	13 ± 0.2 ^{cd}
	LA-M	2	2.1 ± 0.009 ^c	5 ± 0.07 ^{ab}	2.5 ± 0.1 ^{abc}	2.6 ± 0.04 ^{ab}	11.3 ± 0.02 ^c
35	LC-M	2	1.5 ± 0.0 ^{abc}	5 ± 0.0 ^{ab}	2.3 ± 0.0 ^{abc}	2.5 ± 0.0 ^{ab}	11.6 ± 0.0 ^{cd}
	VH-M	2	1.8 ± 0.02 ^{abc}	5.1 ± 0.05 ^{ab}	2.6 ± 0.007 ^{abc}	2.8 ± 0.01 ^{ab}	11.3 ± 0.07 ^c
40	VS-M	2	1.7 ± 0.06 ^{abc}	4.9 ± 0.1 ^{ab}	2.6 ± 0.05 ^{abc}	2.7 ± 0.07 ^{ab}	11.5 ± 0.2 ^{cd}
	FAO				1.9	2.8	6.6

45

50

55

60

65

ES 2 364 106 B1

TABLA 3a (continuación)

	Lys**	Met*	Tyr*	Thr*	Trp**	Val**
5	3.8 ± 0.06 ^{ab}	0.3 ± 0.36 ^{ab}	2.2 ± 0.5 ^a	4.2 ± 0.04 ^{ab}	1.2 ± 0.02 ^{ab}	5.5 ± 0.07 ^c
10	3.4 ± 0.3 ^{ab}	0.9 ± 0.5 ^{ab}	2.6 ± 0.002 ^{abc}	4.3 ± 0.09 ^{ab}	0.9 ± 0.09 ^{ab}	4.8 ± 0.05 ^{bc}
15	7 ± 0.1 ^c	0.49 ± 0.17 ^{ab}	2.3 ± 0.1 ^a	4.5 ± 0.2 ^{ab}	0.77 ± 0.17 ^a	4.2 ± 0.24 ^{ab}
20	7.8 ± 0.19 ^c	0.75 ± 0.13 ^{ab}	2.6 ± 0.02 ^{abc}	4.25 ± 0.15 ^{ab}	0.7 ± 0.17 ^a	4.6 ± 0.3 ^{abc}
25	7.4 ± 0.1 ^c	0.38 ± 0.09 ^a	2.5 ± 0.1 ^{ab}	4.4 ± 0.3 ^{ab}	0.67 ± 0.05 ^a	4.8 ± 0.2 ^{bc}
30	7 ± 0.27 ^c	0.46 ± 0.19 ^{ab}	2.5 ± 0.04 ^{ab}	4.5 ± 0.19 ^b	0.74 ± 0.1 ^a	4.5 ± 0.28 ^{abc}
35	3.3 ± 0.09 ^{ab}	1.6 ± 0.02 ^{ab}	3.2 ± 0.06 ^c	3.9 ± 0.15 ^a	1.5 ± 0.1 ^b	4.4 ± 0.15 ^{abc}
40	4.4 ± 0.18 ^{ab}	1.1 ± 0.26 ^{ab}	2.9 ± 0.18 ^{abc}	4.4 ± 0.29 ^{ab}	1 ± 0.03 ^{ab}	4.4 ± 0.37 ^{abc}
45	4.7 ± 0.06 ^b	1 ± 0.05 ^{ab}	3 ± 0.03 ^{bc}	4 ± 0.02 ^{ab}	1.1 ± 0.03 ^{ab}	4.1 ± 0.02 ^{ab}
50	4.6 ± 0.2 ^{ab}	1.1 ± 0.006 ^{ab}	2.9 ± 0.09 ^{abc}	4.3 ± 0.1 ^{ab}	1 ± 0.07 ^{ab}	4.6 ± 0.08 ^{abc}
55	4.6 ± 0.08 ^{ab}	0.9 ± 0.2 ^{ab}	2.9 ± 0.08 ^{ab}	4.3 ± 0.08 ^{ab}	1 ± 0.08 ^{ab}	4.3 ± 0.3 ^{abc}
60						
65						

	0.03 ^{ab}		0.08 ^{abc}	0.05 ^{ab}			
5	2.6 ± 0.02 ^a	0.7 ± 0.8 ^{ab}	3 ± 0.09 ^{bc}	4.3 ± 0.2 ^{ab}	1.1 ± 0.08 ^{ab}	±	3.6 ± 0.02 ^a
	3.9 ± 0.01 ^{ab}	± 1.7 ± 0.004 ^b	± 2.8 ± 0.01 ^{abc}	± 4.3 ± 0.2 ^{ab}	0.9 ± 0.01 ^{ab}	±	3.9 ± 0.04 ^{ab}
10	4.2 ± 0.0 ^{ab}	1,1 ± 0.0 ^{ab}	2.8 ± 0.0 ^{abc}	4.1 ± 0.0 ^{ab}	0.9 ± 0.0 ^{ab}	±	3.8 ± 0.0 ^{ab}
	4.2 ± 0.06 ^{ab}	± 0.7 ± 0.2 ^{ab}	± 2.9 ± 0.03 ^{abc}	± 4.3 ± 0.01 ^{ab}	± 0.9 ± 0.08 ^{ab}	±	4 ± 0.004 ^{ab}
15	3.9 ± 0.06 ^{ab}	± 0.9 ± 0.5 ^{ab}	± 2.9 ± 0.05 ^{abc}	± 4.5 ± 0.06 ^{ab}	± 1 ± 0.1 ^{ab}	±	3.8 ± 0.06 ^{ab}
20	5.8	2.5 [*]	6.3 ^{**}	3.4	1.1		3.5

n = número de determinaciones realizadas. *P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001.

Cys, cisteína. Phe, fenilalanina. His, histidina. Ile, isoleucina. Leu, leucina. Lys, lisina. Met, metionina. Tyr, tirosina. Thr, treonina. Trp, triptófano. Val, valina. ♠ = Met+Cys, ♠♠ = Phe+Tyr Harinas: A, arroz; M, maíz; LA, *L. annuus*; LC, *L. clymenum*; VH, *V. lutea* subsp. *lutea* var. *hirta*; VS, *V. sativa* subsp. *sativa*. Expandidos: AE, arroz; ME, maíz; LA-A, *L. annuus* y arroz; LC-A, *L. clymenum* y arroz; VH-A, *V. lutea* var. *hirta* y arroz; VS-A, *V. sativa* subsp. *sativa* y arroz, LA-M, *L. annuus* y maíz; LC-A, *L. clymenum* y maíz; VH-M, *V. lutea* var. *hirta* y maíz; VS-M, *V. sativa* subsp. *sativa* y maíz.

TABLA 3b

Composición en aminoácidos no esenciales (g/100 g) de los diez expandidos estudiados y las correspondientes harinas de partida (media ± desviación típica de todas las determinaciones de cada muestra), las letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre los valores de la misma columna (Test de Scheffe). La ausencia de letras indica que no hay diferencias significativas

Harinas	n	Ala ^{***}	Arg ^{***}	Asp ^{***}	Gly ^{***}	Glu ^{**}	Pro [*]	Ser
A	2	6.3 ± 0.009 ^{abcd}	± 8.3 ± 0.1 ^{bcd}	± 9.9 ± 0.28 ^{abc}	± 5.8 ± 0.18 ^b	± 21.2 ± 0.2 ^{ab}	± 3.8 ± 0.7 ^a	± 5.7 ± 1
M	2	8.2 ± 0.03 ^d	± 5.2 ± 0.39 ^a	± 8.2 ± 0.38 ^a	± 5 ± 0.3 ^{ab}	± 21 ± 0.2 ^{ab}	± 3 ± 0.4 ^{ab}	± 5.9 ± 0.06
LA	4	6.3 ± 0.9 ^{abcd}	± 8.9 ± 0.4 ^d	± 11.6 ± 0.8 ^{bc}	± 4.5 ± 0.19 ^{ab}	± 21.5 ± 0.6 ^b	± 2.2 ± 0.78 ^{ab}	± 5.8 ± 0.19

ES 2 364 106 B1

	LC	4	4.9 ± 0.16 ^{abc}	± 8.8 ± 0.2 ^{cd}	± 12.4 ± 0.4 ^{bc}	± 4.4 ± 0.2 ^a	± 19.5 ± 0.59 ^{ab}	± 1 ± 0.5 ^a	± 6.5 ± 0.1	
5	VH	5	4.3 ± 0.1 ^a	± 12 ± 0.47 ^e	± 11.5 ± 0.2 ^{bc}	± 4.3 ± 0.1 ^a	± 17.8 ± 0.78 ^a	± 2.1 ± 0.1 ^{ab}	± 6.4 ± 0.29	
10	VS	5	4.6 ± 0.1 ^{ab}	± 9.5 ± 0.6 ^d	± 12.9 ± 0.68 ^c	± 4.7 ± 0.1 ^{ab}	± 20.2 ± 0.57 ^{ab}	± 2.4 ± 0.36 ^{ab}	± 5.9 ± 0.2	
	Expandidos									
15	AE	2	6.2 ± 0.04 ^{abcd}	± 8.2 ± 0.04 ^{bcd}	± 10.7 ± 0.1 ^{abc}	± 5.3 ± 0.002 ^{ab}	± 20.8 ± 0.05 ^{ab}	± 4.8 ± 0.38 ^b	± 5.7 ± 0.26	
20	LA-A	2	6.6 ± 1 ^{abcd}	± 8.5 ± 0.3 ^{bcd}	± 11 ± 0.45 ^{abc}	± 5.2 ± 0.002 ^{ab}	± 20.4 ± 1.7 ^{ab}	± 3.8 ± 0.2 ^{ab}	± 5.8 ± 0.09	
25	LC-A	2	5.8 ± 0.03 ^{abcd}	± 8.3 ± 0.086 ^{bcd}	± 11.4 ± 0.25 ^{abc}	± 5.1 ± 0.001 ^{ab}	± 21 ± 0.2 ^{ab}	± 4.8 ± 1.3 ^b	± 6 ± 0.02	
30	VH-A	2	5.4 ± 0.1 ^{abcd}	± 9.4 ± 0.3 ^d	± 11.1 ± 0.6 ^{abc}	± 5 ± 0.1 ^{ab}	± 20.3 ± 0.098 ^{ab}	± 4.6 ± 1.4 ^b	± 6 ± 0.2	
35	VS-A	2	5.6 ± 0.09 ^{abcd}	± 8.6 ± 0.18 ^{bcd}	± 11.6 ± 0.4 ^{abc}	± 5.2 ± 0.2 ^{ab}	± 21.6 ± 0.26 ^b	± 4.2 ± 0.5 ^b	± 5.8 ± 0.2	
40	ME	2	8.5 ± 0.19 ^d	± 4.9 ± 0.03 ^a	± 9.4 ± 0.48 ^{ab}	± 5.1 ± 0.4 ^{ab}	± 22.6 ± 1.1 ^b	± 3.6 ± 0.5 ^{ab}	± 5.9 ± 0.1	
45	LA-M	2	7.8 ± 0.02 ^d	± 6 ± 0.16 ^{ab}	± 9.1 ± 0.46 ^{ab}	± 4.6 ± 0.07 ^{ab}	± 21.9 ± 0.4 ^b	± 4 ± 0.1 ^b	± 5.8 ± 0.009	
	LC-M	2	7.4 ± 0.0 ^{cd}	± 6 ± 0.0 ^{ab}	± 9.5 ± 0.0 ^{ab}	± 4.7 ± 0.0 ^{ab}	± 21.8 ± 0.0 ^b	± 4.6 ± 0.0 ^b	± 6.1 ± 0.0	
	VH-M	2	7.2 ± 0.07 ^{bcd}	± 7.3 ± 0.1 ^{abcd}	± 9.2 ± 0.04 ^{ab}	± 4.9 ± 0.16 ^{ab}	± 21.3 ± 0.1 ^{ab}	± 3.1 ± 0.69 ^{ab}	± 6.4 ± 0.096	
	VS-M	2	7.3 ± 0.004 ^{cd}	± 6.3 ± 0.1 ^{abc}	± 10.1 ± 0.07 ^{abc}	± 5 ± 0.4 ^{ab}	± 21.7 ± 0.98 ^b	± 3.2 ± 0.02 ^{ab}	± 6 ± 0.2	

n = número de determinaciones realizadas. *P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001. Ala, alanina. Arg, arginina. Asp, ácido aspártico. Gly, glicina. Glu, ácido glutámico. Pro, prolina. Ser, serina. Harinas: A, arroz; M, maíz; LA, *L. annuus*; LC, *L. clymenum*; VH, *V. lutea* var. *hirta*; VS, *V. sativa* subsp. *sativa*. Expandidos: AE, arroz; ME, maíz; LA-A, *L. annuus* y arroz; LC-A, *L. clymenum* y arroz; VH-A, *V. lutea* var. *hirta* y arroz; VS-A, *V. sativa* subsp. *sativa* y arroz, LA-M, *L. annuus* y maíz; LC-M, *L. clymenum* y maíz; VH-M, *V. lutea* var. *hirta* y maíz; VS-M, *V. sativa* subsp. *sativa* y maíz.

Con respecto al resto de aminoácidos esenciales hay que destacar que todos los expandidos cumplen los requerimientos de la FAO (1985. *Technical report series N° 724*. Geneva) para la fenilalanina, tirosina, leucina, treonina y valina (Tabla 3a). En todos los casos se alcanzan los requerimientos mínimos de la FAO (1985. *Technical report series N° 724*. Geneva) para la histidina menos para los “snacks” de arroz y *L. clymenum* con arroz que aunque no llegan al 1.9% que se recomienda, no presentan diferencias significativas con los valores de los demás expandidos. Por último decir que para la isoleucina es el snack de maíz el que presenta el menor contenido (2.3%) y es el único que se diferencia significativamente de la harina de *V. lutea* subsp. *lutea* var. *hirta* que es el que presenta el mayor contenido (4.2%). Son los expandidos de maíz, *L. annuus* con maíz, *L. clymenum* con maíz y *V. sativa* subsp. *sativa* con maíz los que no alcanzan los requerimientos mínimos de la FAO (1985. *Technical report series N° 724*. Geneva) aunque las diferencias con los contenidos de los demás expandidos no son significativas. El expandido de *V. lutea* subsp. *lutea* var. *hirta* con maíz si alcanza el 2.8% que requiere la FAO para la isoleucina ya que es la harina de esta legumbre la más rica en este aminoácido entre todas las usadas para llevar a cabo el proceso de extrusión.

En la Tabla 3b se puede ver el contenido de aminoácidos no esenciales. En general, los expandidos presentan cantidades similares de arginina, ácido aspártico, alanina, glicina, ácido glutámico y prolina que las correspondientes harinas de partida. Para la serina no se encontraron diferencias significativas entre las harinas y los expandidos. En cuanto al aminoácido alanina hay que destacar que la harina de maíz es la que presenta el contenido más alto y se diferencia significativamente ($P < 0.001$) de la harina de *V. lutea* subsp. *lutea* var. *hirta* que es la que tiene el contenido más bajo. Entre los expandidos no existen diferencias significativas para este aminoácido. Para la arginina, la harina de arroz presenta mayor contenido que la harina de maíz, siendo la diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.001$). Por otro lado, es la harina de la especie *V. lutea* subsp. *lutea* var. *hirta* la que presenta el valor más elevado (12%) y se diferencia significativamente ($P < 0.001$) de las demás harinas y de los expandidos. Solamente hubo diferencia significativa ($P < 0.001$) entre el contenido de arginina del expandido de *V. lutea* subsp. *lutea* var. *hirta* con arroz (9.4%) y los expandidos de maíz (4.9%), *L. annuus* con maíz (6%), *L. clymenum* con maíz (6%) y *V. sativa* subsp. *sativa* con maíz (6.3%) y entre el expandido de *V. sativa* subsp. *sativa* y arroz (8.6%) con el de maíz (4.9%). Los expandidos estudiados no presentan diferencias significativas para el resto de los aminoácidos no esenciales. Los más abundantes en orden decreciente son el ácido glutámico, el ácido aspártico, la serina, la glicina y la prolina. Se puede destacar que la harina de *V. sativa* subsp. *sativa* presenta el contenido más elevado de ácido aspártico (12.9%) y que se diferencia significativamente ($P < 0.001$) de la harina de maíz que posee el contenido más bajo (8.2%). Para la glicina, es la harina de arroz la que presenta el valor más elevado (5.8%) que se diferencia significativamente ($P < 0.001$) de las harinas de *L. clymenum* y *V. lutea* subsp. *lutea* var. *hirta* que tienen los valores más bajos (4.4% y 4.3%, respectivamente).

En la Figura 7, se puede ver la cantidad total de aminoácidos esenciales y no esenciales para cada muestra estudiada. Como era de esperar, es mayor el contenido de aminoácidos no esenciales. Lo interesante es destacar que los expandidos presentan cantidades muy similares tanto de aminoácidos esenciales como de no esenciales entre ellos y comparados con las harinas de partida, por lo que serían un alimento a tener en cuenta.

Digestibilidad proteica in vitro

Tras estudiar la digestibilidad *in vitro* de las proteínas de los diez expandidos y de las harinas de partida, se ha observado que este parámetro oscila entre el 80.2% de la harina de arroz y el 88% de la harina de *L. annuus* (Tabla 4). Como se puede ver en esta tabla, La digestibilidad de la harina de *L. annuus* muestra diferencias significativas ($P < 0.001$) con las harinas de arroz, maíz y *L. clymenum*, además de con el expandido de *V. lutea* subsp. *lutea* var. *hirta* y maíz. No existen diferencias significativas para la digestibilidad proteica de los diez expandidos estudiados y los valores oscilan entre el 81.3% del “snack” de *V. lutea* subsp. *lutea* var. *hirta* y maíz y el 85.3% del expandido de *V. sativa* subsp. *sativa* y arroz.

(Tabla pasa a página siguiente)

TABLA 4

Digestibilidad proteica in vitro de los diez expandidos estudiados y las correspondientes harinas de partida. Los valores corresponden a la media de 2 determinaciones \pm desviación típica. Las letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre los valores de la misma columna (Test de Tukey, $P < 0.001$)

	Harinas	Digestibilidad proteica in vitro DPiV(%)
	Arroz	80.2 \pm 0.13 ^a
	Maíz	80.9 \pm 1.15 ^a
	<i>L. annuus</i>	88 \pm 1.41 ^b
	<i>L. clymenum</i>	81 \pm 1.41 ^a
	<i>V. lutea</i> var. <i>hirta</i>	83.5 \pm 2.12 ^{ab}
	<i>V. sativa</i> subsp. <i>sativa</i>	85.3 \pm 2.08 ^{ab}
	Expandidos	
	Arroz	84.1 \pm 0.5 ^{ab}
	<i>L. annuus</i> y arroz	82.5 \pm 1.79 ^{ab}
	<i>L. clymenum</i> y arroz	82.8 \pm 0.26 ^{ab}
	<i>V. lutea</i> var. <i>hirta</i> y arroz	82.6 \pm 2.18 ^{ab}
	<i>V. sativa</i> subsp. <i>sativa</i> y arroz	85.3 \pm 0.9 ^{ab}
	Maíz	81.7 \pm 0.26 ^{ab}
	<i>L. annuus</i> y maíz	81.8 \pm 0.38 ^{ab}
	<i>L. clymenum</i> y maíz	82.5 \pm 0 ^{ab}
	<i>V. lutea</i> var. <i>hirta</i> y maíz	81.3 \pm 0.38 ^a
	<i>V. sativa</i> subsp. <i>sativa</i> y maíz	82.9 \pm 0.13 ^{ab}

La digestibilidad proteica se considera uno de los factores más importantes para determinar la calidad de las proteínas según la FAO (1985. *Technical report series N° 724*. Geneva). En general, la digestibilidad de las proteínas aumenta tras la extrusión. Algunas de las causas son la desnaturalización de las proteínas y la inactivación de algunos factores antinutricionales, como los inhibidores de proteasas, que son los responsables de disminuir la actividad de las enzimas de la digestión, mediante las altas temperaturas y fuerzas mecánicas que se dan en el proceso de extrusión (Ainsworth *et al.*, 1999. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 79: 675-678; Zamora, 2000. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 53: 293-298; Singh *et al.*, 2007. *International Journal of Food Science and Technology* 42: 916-929).

Por último, en la Tabla 4 se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas entre la DPIV de los expandidos y sus correspondientes harinas de partida por lo que como se puede ver en la Figura 14 los valores de digestibilidad proteica son elevados y muy similares para los expandidos y las harinas estudiadas, lo que convierte a estos expandidos en futuros alimentos a tener en cuenta.

Disponibilidad potencial de minerales

Se ha estudiado el contenido, la disponibilidad potencial y la contribución a la ingesta diaria recomendada de los minerales hierro (Fe) y Zinc (Zn) de los diez expandidos realizados. Los resultados se recogen en la Tabla 5.

TABLA 5

Contenido (ppm), disponibilidad potencial (%) y contribución a la ingesta diaria recomendada (%), de hierro (Fe) y Zinc (Zn), de los diez expandidos estudiados. Los valores corresponden a la media de 2 determinaciones ± desviación típica. Las letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre los valores para la misma columna (Test de Tukey)

	Zn ppm**	DZn (%)**	IDR Zn (%)**	Fe ppm*	DFe (%)*	IDR Fe (%)*
AE	16±0 ^a	10±1.33 ^a	0.97±0 ^a	13.6±1.4 ^a	7.4±0 ^{ab}	0.17±0.02 ^a
LA-A	17.8±0.1 ^{ab}	14.6±0.39 ^b	1.56±0.02 ^b	20.7±0 ^{abc}	9.3±1.12 ^{ab}	0.32±0 ^{abc}
LC-A	18.5±0 ^{abc}	13.7±0.45 ^b	1.53±0 ^b	15.9±0 ^{ab}	10±0.47 ^{ab}	0.26±0 ^{ab}
VH-A	22±1.7 ^{abcd}	12.4±0.82 ^a	1.58±0.03 ^b	19.2±0 ^{abc}	16.3±2.77 ^c	0.52±0 ^d
VS-A	22±3.1 ^{abcd}	12.3±1.12 ^a	1.55±0.19 ^b	22.6±0.1 ^{abcd}	9.4±2.59 ^{ab}	0.35±0.1 ^{bc}
ME	22.5±0.7 ^{bcd}	14.5±0.07 ^b	1.92±0.01 ^c	21.7±5 ^{abc}	6.4±0.17 ^a	0.23±0.06 ^{ab}
LA-M	24±0.1 ^{cd}	16.3±0.19 ^c	2.37±0.04 ^d	27±3 ^{cd}	6.6±0.81 ^a	0.28±0.006 ^{ab}
LC-M	23.6±0 ^{bcd}	19.3±1.19 ^d	2.73±0 ^e	22.6±2.5 ^{bcd}	12±1.35 ^{bc}	0.45±0 ^{cd}
VH-M	26.6±0.2 ^d	16.2±0.36 ^c	2.6±0.02 ^{de}	31±1.7 ^d	6.4±0.12 ^a	0.33±0.03 ^{bc}
VS-M	26±0.8 ^d	16.3±0.28 ^c	2.52±0.03 ^{de}	21±1.7 ^{abc}	6.5±0.31 ^a	0.23±0.007 ^{ab}

*P<0.05, **P<0.01. % DZn y % DFe, disponibilidad potencial de zinc y hierro. IDR Zn (%) y IDR Fe (%), contribución a la ingesta diaria recomendada de zinc y hierro. AE, arroz; ME, maíz; LA-A, *L. annuus* y arroz; LC-A, *L. clymenum* y arroz; VH-A, *V. lutea* var. *hirta* y arroz; VS-A, *V. sativa* subsp. *sativa* y arroz; LA-M, *L. annuus* y maíz; LC-M, *L. clymenum* y maíz; VH-M, *V. lutea* var. *hirta* y maíz; VS-M, *V. sativa* subsp. *sativa* y maíz.

Hierro (Fe)

Las legumbres son consideradas uno de los vegetales más ricos en hierro y en varios trabajos se ha observado que el contenido en hierro aumenta al añadir la legumbre al expandido (Fairweather-Tait *et al.*, 1987. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 39: 341-348; Hazell & Johnson, 1989. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 46: 365-374; Lombardi-Boccia *et al.*, 1991. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 48: 599-605). En la Tabla 5 se puede ver que es el expandido de *V. lutea* subsp. *lutea* var. *hirta* y maíz el que presenta el contenido más alto de hierro y se diferencia de forma significativa ($P<0.05$) del expandido de maíz por lo que en este caso, el contenido de hierro aumenta al añadir la legumbre al expandido. En cuanto al uso de legumbres, no se encontró diferencias significativas en el uso de especies de *Vicia* o *Lathyrus* con respecto a los contenidos en hierro.

Las legumbres tienen fitatos que inhiben la absorción del hierro (Hallberg *et al.*, 1987. *American Journal of Clinical Nutrition* 45: 9888-996; Brune *et al.*, 1992. *Journal of Nutrition* 122: 442-449; Sandberg, 2002. *British Journal of Nutrition* 88: S281-S285). El proceso de extrusión puede degradar los fitatos pero los niveles finales dependen de las condiciones de la extrusión (Fairweather-Tait *et al.*, 1989. *American Journal of Clinical Nutrition* 49: 151-155; Ummadi *et al.*, 1995. *Journal of Food Processing and Preservation* 19: 119-131; Abd El-Hady & Habiba, 2003. *LWT - Food Science and Technology* 36: 285-293). Este incremento de la absorción se podría deber al efecto positivo de la extrusión en la reducción de los factores antinutricionales (fitatos y taninos entre otros). A pesar de todo, los efectos de los procesos térmicos en la biodisponibilidad de los minerales no son muy claros (Camire *et al.*, 1990. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 29: 35-57) y dependen de las materias primas de partida y de las condiciones de extrusión.

Por otro lado, también hay que tener en cuenta la influencia de la fibra dietaria en la disponibilidad de minerales. No se tiene muy claro cual es su efecto ya que puede depender de muchos factores como la concentración del mineral, el pH o el tipo de fibra entre otros (Martin & Evans, 1987. *Journal of Inorganic Biochemistry* 29: 241 -248).

En la Tabla 5 y Figura 9 se observa que los “snacks” hechos con maíz tienen mayor contenido en hierro que los expandidos de arroz, y sin embargo, estos últimos presentan valores de disponibilidad de hierro mayores siendo el expandido de *V. lutea* subsp. *lutea* var. *hirta* con arroz el que tiene la mayor disponibilidad de hierro y se diferencia significativamente del resto, con la excepción del expandido de *L. clymenum* y maíz. Todo esto se puede deber a que el maíz presenta más fitatos y fibra que el arroz lo que puede disminuir la disponibilidad del hierro. Para la fibra, los estudios hechos en este trabajo corroboran esto ya que la harina de maíz tiene 9.3% de fibra frente al 4.6% que presenta la harina de arroz. En cuanto al contenido en fitatos también se ha visto que es mayor, ya que el maíz tiene contenidos en torno a 146-353 mg/100 g frente a 157-240 mg/100 g que se ha obtenido en el arroz (Fernández-Franzón *et al.*, 2006. Sustancias antinutritivas. En: Soriano del Castillo, J.M. (ed.), *Nutrición básica humana*. Universidad de Valencia, Servei de Publicacions. Valencia).

Por último en la Tabla 5 y Figura 9 también aparece la contribución de los expandidos realizados con legumbres silvestres a la ingesta diaria recomendada de hierro.

Zinc (Zn)

El contenido en Zn (ppm) de los diez expandidos estudiados se recoge en la Tabla 5 y Figura 10. El expandido de maíz es más rico en zinc que el de arroz y esta diferencia es estadísticamente significativa ($P<0.01$). Por otro lado, son los expandidos de *V. lutea* subsp. *lutea* var. *hirta* con maíz y *V. sativa* subsp. *sativa* con maíz los que presentan el contenido más alto en zinc y se diferencian de forma significativa de los expandidos de arroz, *L. annuus* con arroz y *L. clymenum* con arroz que presentan los valores más bajos. Como se observa en la Tabla 5, los “snacks” hechos con maíz presentan una disponibilidad de zinc más elevada que los de arroz ($P<0.01$) y es el expandido de *L. clymenum* con maíz el que presenta el valor más elevado y se diferencia significativamente del resto.

Por último en la Tabla 5 y Figura 10 también aparece la contribución de los expandidos realizados con legumbres silvestres a la ingesta diaria recomendada de zinc.

Contenido en polifenoles totales

En la Tabla 6 y Figura 11 se recoge el contenido en polifenoles totales de los diez expandidos estudiados y sus correspondientes harinas de partida. Se observa que las harinas de las legumbres silvestres presentan un mayor contenido en polifenoles ($P<0.01$) que las harinas de cereales, con la excepción de *Lathyrus clymenum* que no guarda diferencia significativa. Por otro lado, los expandidos hechos con maíz tienen un contenido en polifenoles totales mayor que los realizados con arroz y esta diferencia es estadísticamente significativa ($P< 0.01$). Las harinas de *L. annuus*, *V. lutea* subsp. *lutea* var. *hirta* y *V. sativa* subsp. *sativa* tienen un contenido mayor de polifenoles totales y se diferencian significativamente de todos los expandidos.

TABLA 6

Contenido en fenoles (mg/g de muestra) de los diez expandidos estudiados y las correspondientes harinas de partida (media \pm desviación típica de todas las determinaciones de cada muestra). Las letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre los valores de la misma columna (Test de Scheffe, $P < 0.01$)

	Harinas	n	Fenoles (mg/g de muestra)
	Arroz	2	1.07 \pm 0.04 ^{bc}
10	Maíz	2	1.6 \pm 0.03 ^c
	<i>L. annuus</i>	2	2.97 \pm 0.04 ^d
	<i>L. clymenum</i>	3	1.46 \pm 0.01 ^{bc}
15	<i>V. lutea</i> var. <i>hirta</i>	2	3.06 \pm 0.04 ^d
	<i>V. sativa</i> subsp. <i>sativa</i>	2	4.66 \pm 0.06 ^e
	Expandidos		
	Arroz	3	0.4 \pm 0.02 ^a
20	<i>L. annuus</i> y arroz	3	0.28 \pm 0.02 ^a
	<i>L. clymenum</i> y arroz	3	0.47 \pm 0.1 ^a
	<i>V. lutea</i> var. <i>hirta</i> y arroz	3	0.39 \pm 0.03 ^a
25	<i>V. sativa</i> subsp. <i>sativa</i> y arroz	3	0.42 \pm 0.03 ^a
	Maíz	3	1.20 \pm 0.03 ^{bc}
30	<i>L. annuus</i> y maíz	2	1.06 \pm 0.06 ^{bc}
	<i>L. clymenum</i> y maíz	3	1.04 \pm 0.09 ^b
	<i>V. lutea</i> var. <i>hirta</i> y maíz	3	1.39 \pm 0.18 ^{bc}
35	<i>V. sativa</i> subsp. <i>sativa</i> y maíz	3	1.39 \pm 0.18 ^{bc}

n = número de determinaciones realizadas.

En todos los casos el contenido en polifenoles de los expandidos es menor que en las harinas pero cabría esperar que al añadir la legumbre aumentara el contenido en polifenoles de los expandidos puesto que sus harinas son más ricas en estos compuestos, y sin embargo, no existen diferencias significativas entre los expandidos de sólo maíz y arroz con los de sus correspondientes mezclas con leguminosas.

En un trabajo realizado con *V. faba* se obtuvieron valores de polifenoles totales de 3.92 mg/g de muestra (Alonso *et al.*, 2000. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 68: 2286-2290) que son muy similares a los obtenidos para las especies de *Vicia* de este trabajo con 3.06 mg/g de muestra de *V. lutea* subsp. *lutea* var. *hirta* y 4.66 mg/g de muestra de *V. sativa* subsp. *sativa*. Por último concluir que no hay diferencias significativas al usar las legumbres silvestres *Lathyrus* y *Vicia* en el contenido de polifenoles totales.

Componentes antinutricionales

Las plantas que producen semillas ricas en compuestos energéticos como hidratos de carbono, lípidos o proteínas normalmente acumulan compuestos químicos de defensa. Este es el caso de las legumbres que poseen semillas ricas en proteínas y suelen tener también sustancias antinutritivas como lectinas, inhibidores de proteasas, aminoácidos no proteicos, glucósidos de pirimidinas y fitatos, entre otros (Bell & Charlwood, 1980. *Secondary plant products. Encyclopedia of plant physiology*. 8. Springer. Heidelberg; Bardocs & Pusztai, 1996. *Effects of antinutrients on the nutritional value of legume diets*. 2. Esse-Ec-Eaec. Brussels).

El ácido β -N-oxo-L- α , β -diaminopropiónico (β -ODAP) es un aminoácido no proteico principal componente antinutricional de las especies del género *Lathyrus*. Dos glucósidos de pirimidina, vicina y convicina, que son los componentes antinutricionales más frecuentes en las especies del género *Vicia*.

f.1 β -ODAP

El contenido de ODAP de los expandidos estudiados y de las correspondientes harinas de partida se puede ver en la tabla 7 y figura 12. El ODAP es un aminoácido no proteico característico del género *Lathyrus* por lo que sólo se ha estudiado en aquellas muestras que contenían harina de este género.

TABLA 7

Contenido en ODAP (%) de los expandidos estudiados y las correspondientes harinas de partida. Los valores son la media \pm desviación típica de 2 determinaciones de cada muestra. Las letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre los valores de la misma columna (Test de Tukey, $P < 0.05$). Tr = Trazas

Harinas	% ODAP
<i>L. annuus</i>	0.0038 \pm 0.0007 ^a
<i>L. clymenum</i>	1.1 \pm 0.05 ^c
Expandidos	
<i>L. annuus</i> y arroz	Tr
<i>L. clymenum</i> y arroz	0.112 \pm 0.006 ^b
<i>L. annuus</i> y maíz	Tr
<i>L. clymenum</i> y maíz	0.119 \pm 0.02 ^b

El contenido de ODAP en las harinas es mucho mayor que en los expandidos, es más, en éstos el contenido se puede considerar trazas lo que es muy interesante ya que con el proceso de la extrusión se han eliminado los componentes antinutricionales de las harinas de partida obteniendo un producto adecuado para el consumo desde el punto de vista nutricional.

Se han realizado algunos estudios sobre como afecta el contenido de ODAP en la alimentación animal. En el caso de burros, cerdos y ovejas cuando se usaban semillas de *L. sativus* con un contenido de ODAP de 0.08% no se observaban síntomas de "latirismo". Low *et al.* (1990. *British Poultry Science* 31: 615-625) expusieron que las semillas de *L. sativus* con bajo contenido en ODAP no producía ningún síntoma de la enfermedad en pollos. Se consideran semillas con bajo contenido en ODAP a las que poseen alrededor de 0.13% para los pollos (Rotter *et al.*, 1991. *British Poultry Science* 32: 1055-1067) y menos del 0.09% para los cerdos (Castell *et al.*, 1994. *Canadian Journal of Animal Sciences* 74: 529-539). El contenido de ODAP de las semillas silvestres de *L. sativus* estudiadas en este trabajo presentan un contenido del 0.03%, más bajo que el expuesto por otros autores por lo que sería interesante su uso para la alimentación animal.

Vicina y convicina

Se ha comparado de forma cualitativa la presencia o ausencia de los dos compuestos antinutricionales presentes en el género *Vicia*, vicina y convicina, usando como referencia el cromatograma de la harina de *V. faba* en el que se distinguen perfectamente estos dos compuestos (Marquardt & Frohlich, 1981. *Journal of Chromatography* 208: 373-379) y que se han conseguido separar perfectamente en este trabajo (figura 13).

Estos compuestos se encuentran en la mayoría de las especies del género *Vicia* pero donde se ven en mayores cantidades es en las semillas de *V. faba* y *V. sativa* (Pitz, 1981. *Dissertation Abstracts International* 42:1681; Griffiths & Ramsay, 1992. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 59: 463-468) y como se puede observar en las figuras 13 y 17, son las harinas de *V. faba* y *V. sativa* las que contienen mayores cantidades de compuestos antinutricionales.

La cantidad y la proporción entre vicina y convicina varía de unas especies estudiadas a otras. *V. faba* presenta casi el doble de vicina que de convicina (figura 13), lo mismo que observaron De Vincenzi *et al* 2006 (*Veterinary Research Communications* 30(1): 371-374). En el caso de *V. sativa* subsp *sativa* predomina claramente la vicina (figura 17) mientras que en la harina de *V. lutea* subsp. *lutea* var. *hirta* abunda la convicina (figura 14).

Consideraciones generales

Para el desarrollo de productos de expansión nutritivos, es esencial una composición nutricional equilibrada del producto final. Para ello, lo más importante es una selección adecuada del material de partida.

Entre las aportaciones de la presente invención está el uso de harinas de cereales y legumbres provenientes de grano entero, donde se conservan todos los elementos químicos. Hasta ahora se prefería realizar el proceso de extrusión con material descascarado porque daba mejores resultados desde un punto de vista sensorial y tecnológico pero la tendencia actual es usar el grano entero porque presenta muchas ventajas nutricionales y para la salud.

También hay que resaltar otras ventajas adicionales que presentan los expandidos descritos en esta invención. Por un lado, al incorporar legumbres se mejora la calidad proteica y mineral del producto. Por otro lado, al no llevar trigo en su composición hace que estos expandidos tengan gran importancia pues serían aptos para celíacos.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de obtención de un extrudido a partir de mezclas de harinas de cereales y harinas de leguminosas silvestres de la tribu *Fabeae*, con proporciones de vicina, convicina y ODAP inferiores al 0.15%, que comprende:
- a) obtener una composición base que comprende una mezcla de harinas procedentes de cereales y de leguminosas de la tribu *Fabeae*,
- 10 b) agregar un humectante a la composición base de (a), hasta lograr al menos un 10% de humectación.
- c) extrudir la mezcla de harinas humectada, dando como resultado un sólido expandido.
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación anterior, que además comprende:
- d) cortar el producto obtenido en el paso (c).
- 20 3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-2, que además comprende:
- e) condimentar el producto obtenido en cualquiera de los pasos (c) o (d), con al menos un aditivo.
- 25 4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que los cereales de la composición base del paso (a) son integrales.
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que los cereales de la composición base del paso (a) se seleccionan de la lista que comprende: maíz, arroz, o cualquiera de sus combinaciones.
- 30 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que las leguminosas de la tribu *Fabeae* del paso (a) pertenecen a los géneros que se seleccionan de la lista que comprende *Vicia*, *Lathyrus*, o cualquiera de sus combinaciones.
- 35 7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que la composición base del paso (a) comprende un porcentaje de harina de cereales de entre el 70% y el 95%.
8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que la composición base del paso (a) comprende un porcentaje de harina de cereales de entre el 80% y el 88%.
- 40 9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que la composición base del paso (a) comprende un porcentaje de harina de cereales de aproximadamente el 85%.
- 45 10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que el tamaño de las partículas de la mezcla de harinas del paso (a) es de entre 250 y 1200 μm .
11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en el que el tamaño de las partículas de la mezcla de harinas del paso (a) es de entre 420 y 1000 μm .
- 50 12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-11, en el que el tamaño medio de las partículas de la mezcla de harinas del paso (a) es de 700 μm .
13. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-12, en el que la composición base del paso (a) además comprende al menos un aditivo.
- 55 14. Procedimiento según la reivindicación 13, donde el aditivo es un promotor de la disponibilidad de los minerales.
15. Procedimiento según la reivindicación 14, donde el promotor de la disponibilidad de los minerales es el EDTA Na_2 .
- 60 16. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-15, donde los valores del porcentaje de humectación del paso (b) se encuentran comprendidos entre el 10% y el 30%.
17. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-16, donde los valores del porcentaje de humectación del paso (b) se encuentran comprendidos entre el 14% y el 18%.
- 65 18. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 13-17, donde los valores del porcentaje de humectación del paso (b) son de aproximadamente el 14% cuando la composición base del paso (a) del procedimiento de la invención comprende un porcentaje de harina de cereales de aproximadamente el 85%.

ES 2 364 106 B1

19. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-18, donde la temperatura del paso (d) es de entre 150°C y 250°C.

5 20. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-19, donde la temperatura del paso (d) es de entre 160°C y 180°C.

21. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-20, donde la presión del paso (d) es de entre 30 y 100 Kg/cm².

10 22. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-21, donde la presión del paso (d) es de entre 40 y 60 Kg/cm².

15 23. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-22, donde el tiempo de residencia promedio (d) es de entre 30 y 70 segundos.

24. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-23, donde el tiempo de residencia promedio (d) es de entre 45 y 60 segundos.

20 25. Producto extrudido obtenible por un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-24.

26. Producto extrudido según la reivindicación 25, donde la digestibilidad proteica es de entre 81.3 y 85.3%.

25 27. Producto extrudido según cualquiera de las reivindicaciones 25-26, donde el contenido de hierro es de entre 23 y 34 ppm.

28. Producto extrudido según cualquiera de las reivindicaciones 25-27, donde el contenido de zinc es de entre 25-29 ppm.

30 29. Producto extrudido según cualquiera de las reivindicaciones 25-28, donde la disponibilidad de hierro es de entre 6 y 13%.

30. Producto extrudido según cualquiera de las reivindicaciones 25-29, donde la disponibilidad de Zn es de entre 16 y 19%.

35 31. Producto extrudido según cualquiera de las reivindicaciones 25-30 donde los valores de expansión son de entre 2,50-3,50.

40 32. Producto extrudido según cualquiera de las reivindicaciones 25-21, donde los valores de densidad son de entre 0,130 y 0,280 g/cm³.

33. Composición base que comprende una mezcla de harinas procedentes de cereales y harinas inactivadas procedentes de leguminosas de la tribu *Fabeae*.

45 34. Composición base según la reivindicación 33, donde los cereales son integrales.

35. Composición base según cualquiera de las reivindicaciones 33-34, donde los cereales de la composición base se seleccionan de la lista que comprende: maíz, arroz, o cualquiera de sus combinaciones.

50 36. Composición base según cualquiera de las reivindicaciones 33-35, donde las leguminosas de la tribu *Fabeae* pertenecen a los géneros que se seleccionan de la lista que comprende *Vicia*, *Lathyrus*, o cualquiera de sus combinaciones.

55 37. Composición base según cualquiera de las reivindicaciones 33-36, donde el porcentaje de harina de cereales es de entre el 70% y el 95%.

38. Composición base según cualquiera de las reivindicaciones 33-37, donde el porcentaje de harina de cereales es de entre el 80% y el 88%.

60 39. Composición base según cualquiera de las reivindicaciones 33-38, donde el porcentaje de harina de cereales es de aproximadamente el 85%.

40. Composición base según cualquiera de las reivindicaciones 33-39, donde el que el tamaño de las partículas de la mezcla de harinas del paso (a) es de entre 250 y 1200 μm .

65 41. Composición base según cualquiera de las reivindicaciones 33-40, donde el tamaño de las partículas de la mezcla de harinas del paso (a) es de entre 420 y 1000 μm .

42. Composición base según cualquiera de las reivindicaciones 33-41, donde el tamaño medio de las partículas de la mezcla de harinas del paso (a) es de 700 μm .

5 43. Composición base según cualquiera de las reivindicaciones 33-42, que además comprende al menos un aditivo.

44. Composición base según la reivindicación 43, donde el aditivo es un promotor de la disponibilidad de los minerales.

10 45. Composición base según cualquiera de las reivindicaciones 43-44, donde el promotor de la disponibilidad de los minerales es el EDTA Na_2 .

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

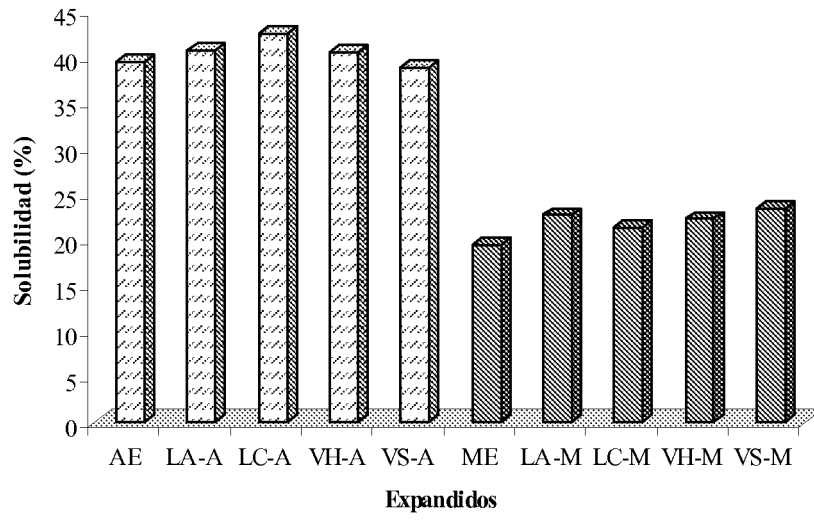


Fig. 1.

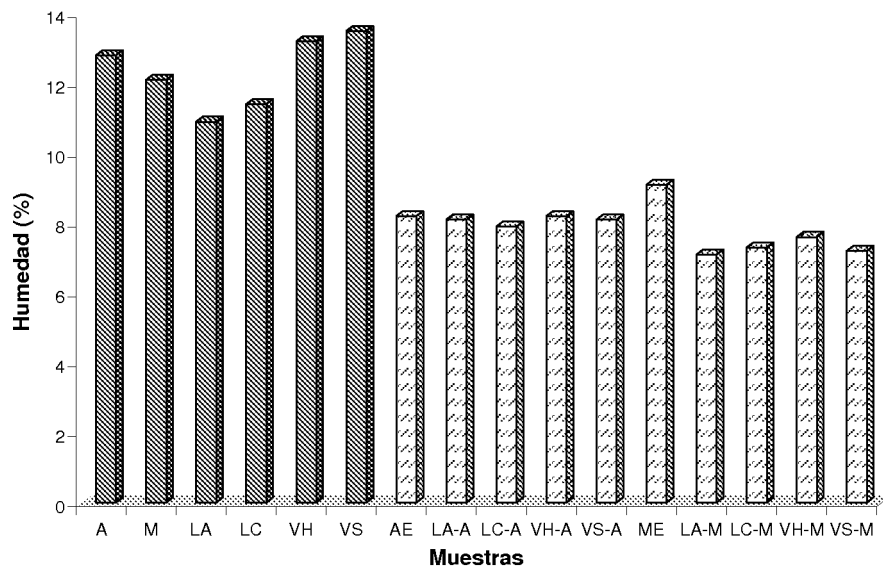


Fig. 2.

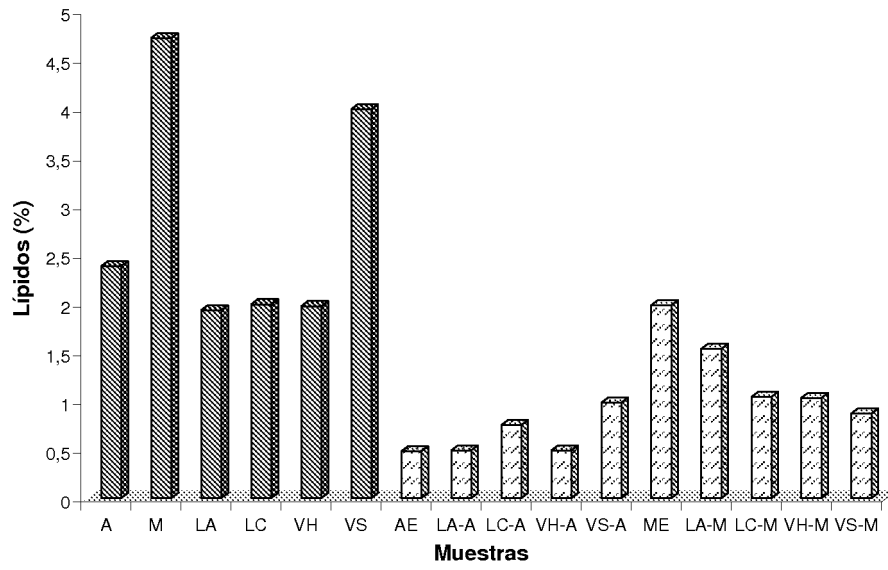


Fig. 3.

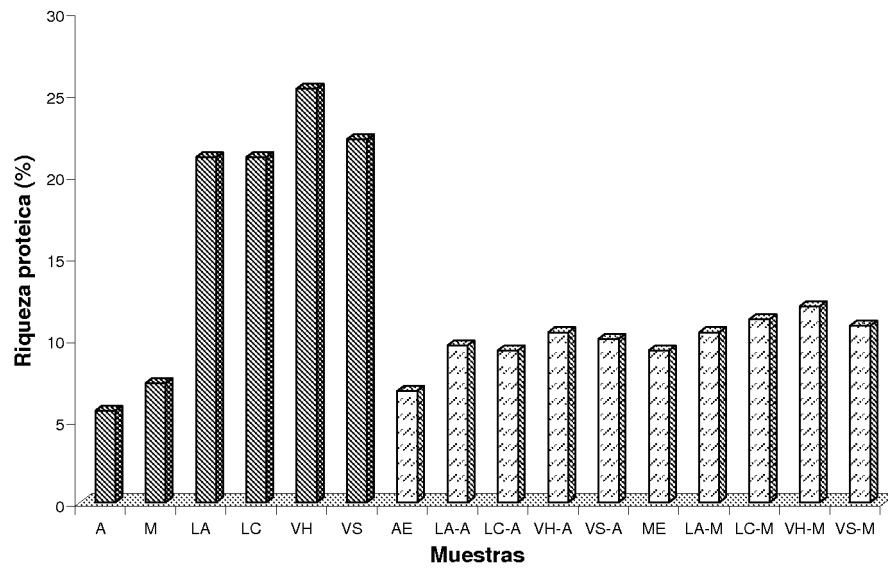


Fig. 4.

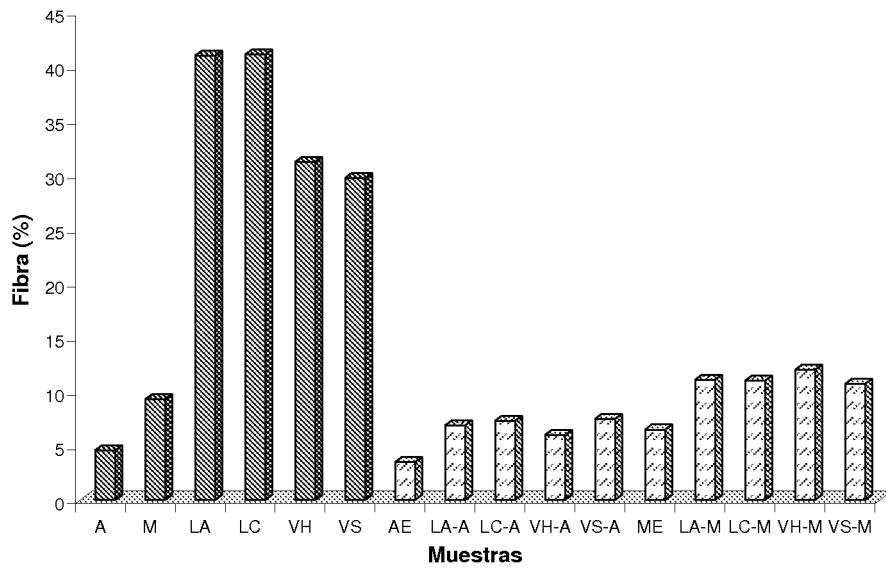


Fig. 5.

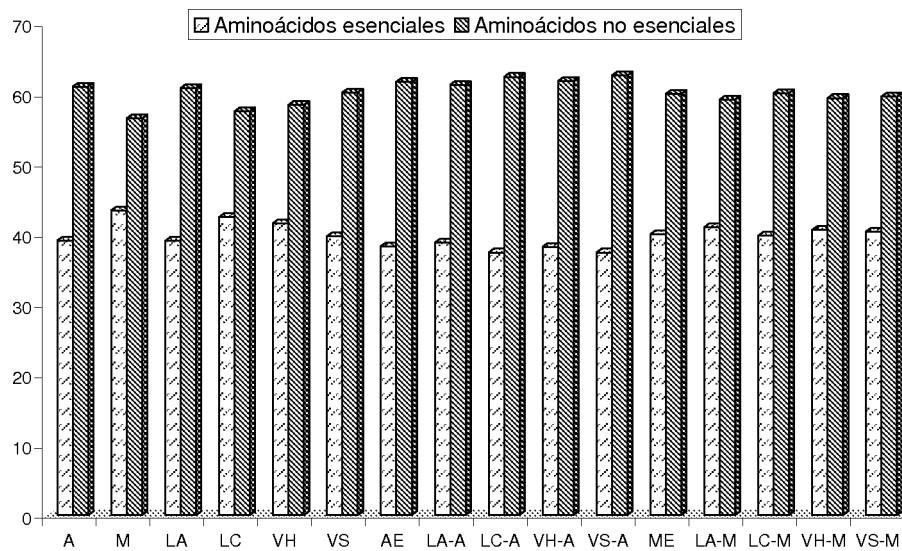


Fig. 6.

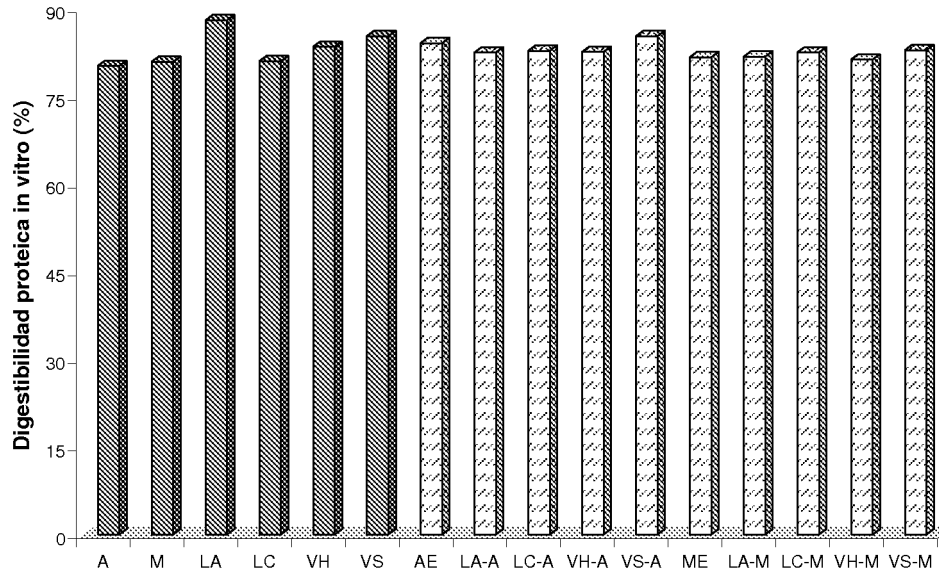


Fig. 7

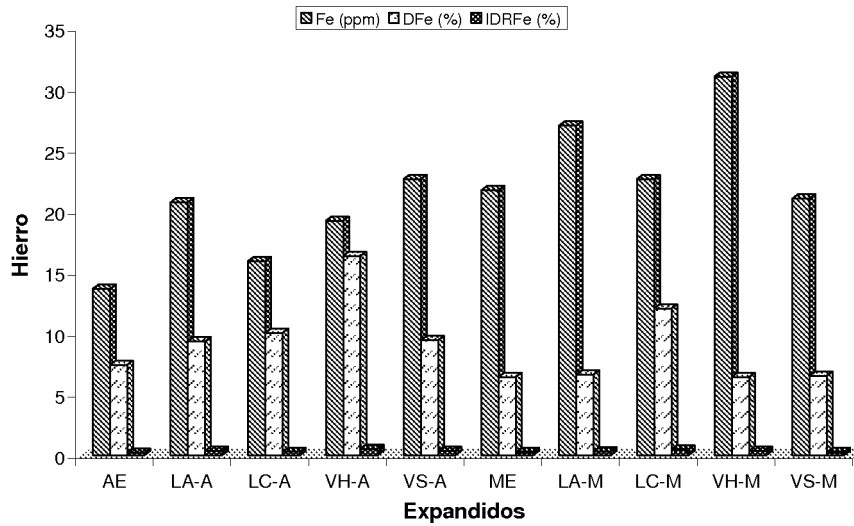


Fig. 8.

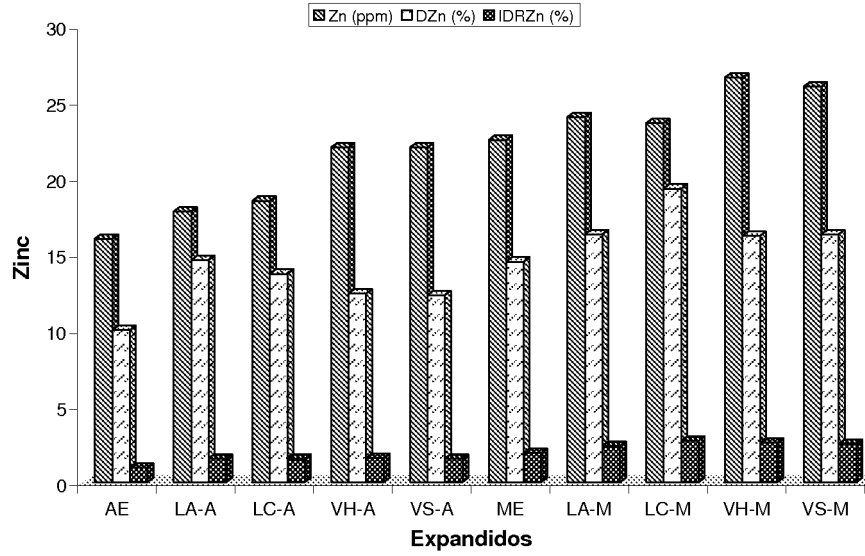


Fig. 9.

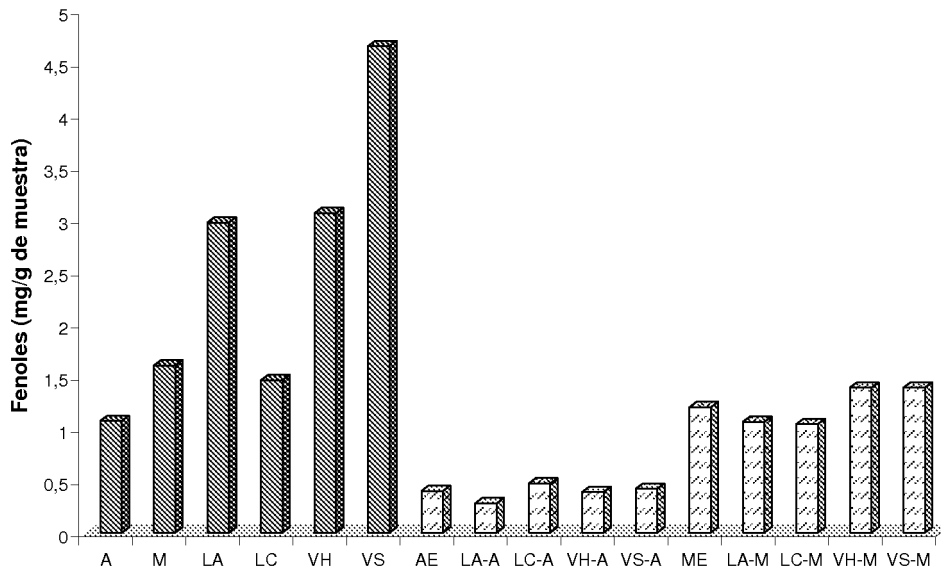


Fig. 10.

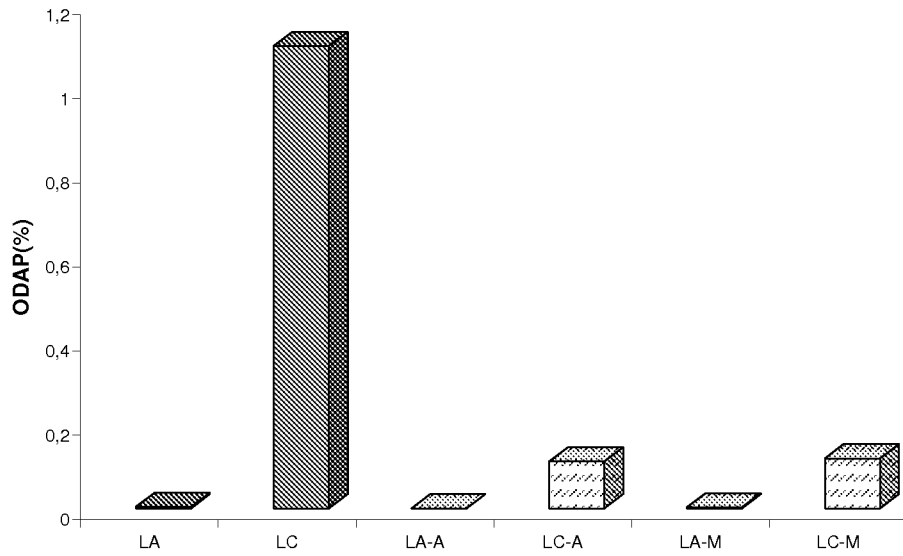


Fig. 11.

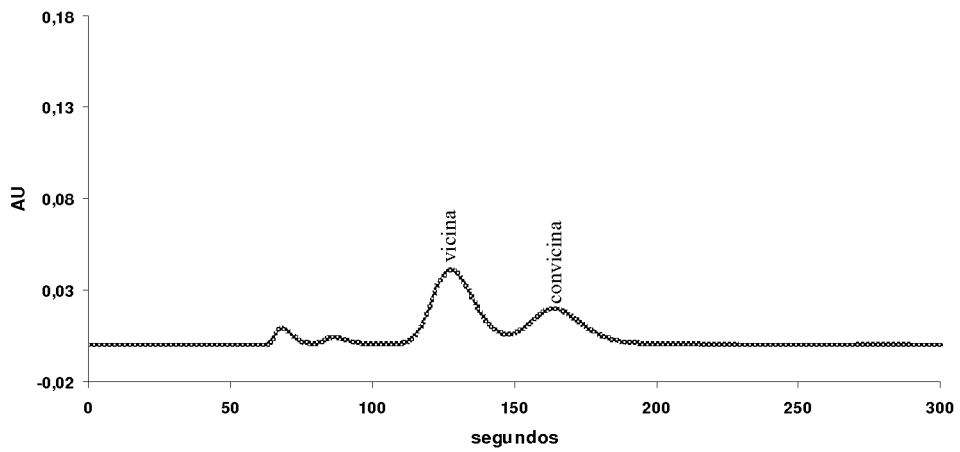


Fig. 12.

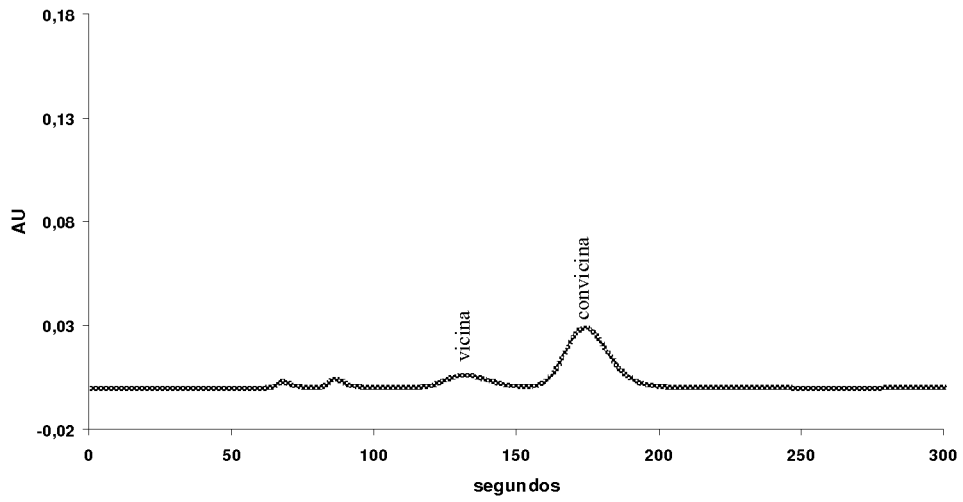


Fig. 13.

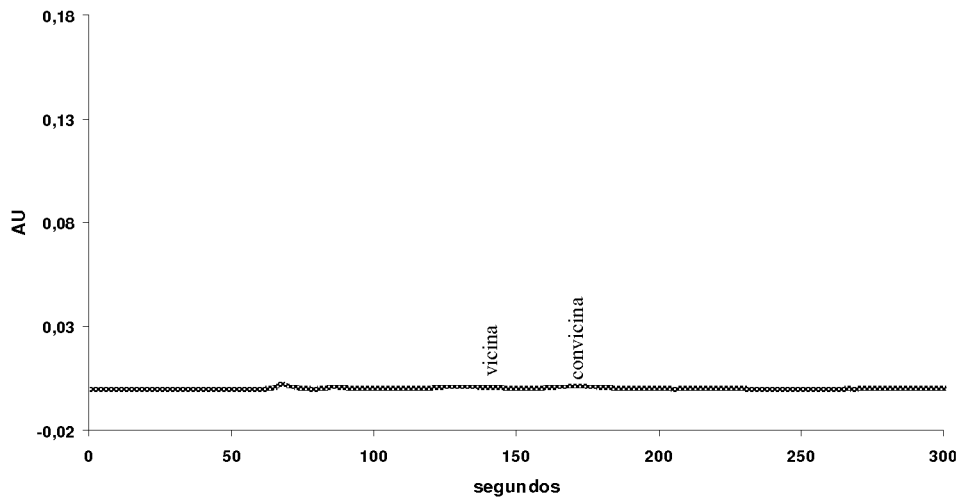


Fig. 14.

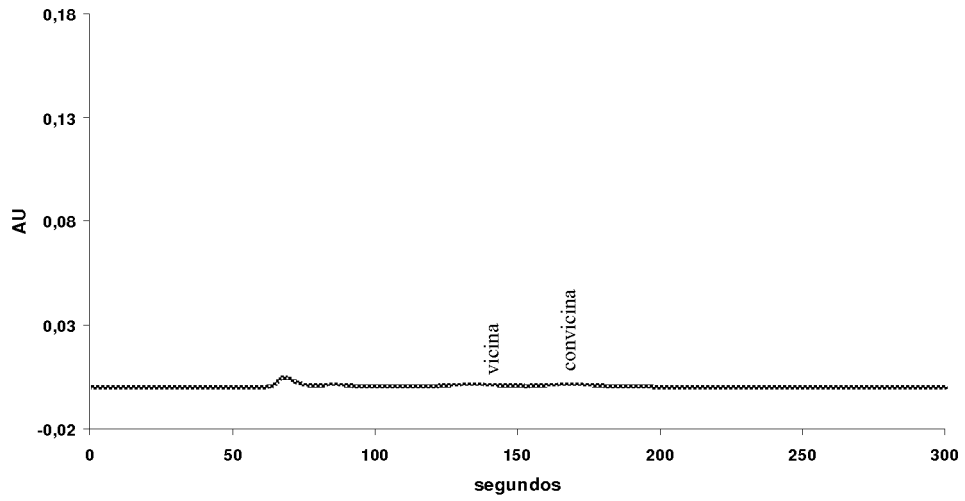


Fig. 15.

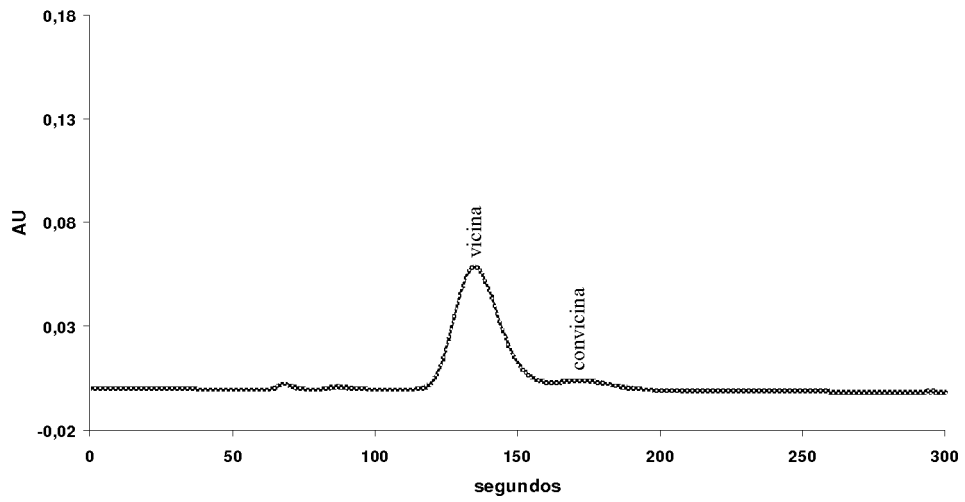


Fig. 16.

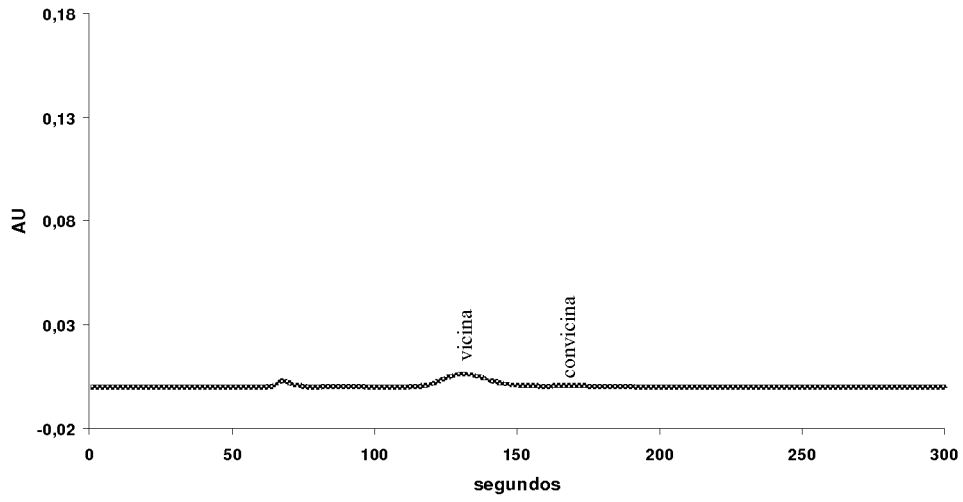


Fig. 17.

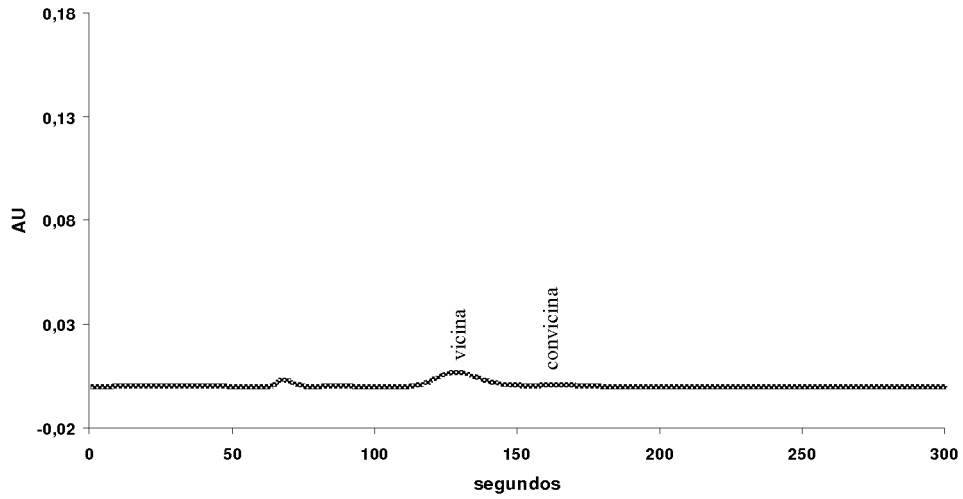


Fig. 18.



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201030091

②② Fecha de presentación de la solicitud: 26.01.2010

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	WO 2008124253 A1 (FRITO-LAY NORTH AMERICA, INC.) 16.10.2008, página 1; página 2, líneas 3-20; página 3, líneas 1-17; páginas 5,7,11,15; reivindicaciones 1,3,9-11,15	1-6,10-13,19-22, 25,33-36,40-43
Y		8,9,17,23,24,38,39
X	WO 2007044943 A1 (ARCHER-DANIELS-MIDLAND COMPANY) 19.04.2007, página 2, línea 17 – página 3, línea 27; página 4, líneas 16-32; páginas 5, líneas 16-29; página 8, líneas 4-13,23-24; páginas 11-16, ejemplos 1,5-9; reivindicaciones 1-6,8-27,30,31,36-38,43-46,48,52,57,58.	1-7,10,13,16,21,22, 25,33-37,40,43
Y		8,9,17,23,24,38,39
X	US 4124727 A (ROCKLAND, et al.) 07.11.1978, columna 1; columna 2, líneas 56-60; columnas 4,6,7; reivindicaciones 1,5.	1-5,13,25,33-37,43
X	US 4711786 A (SCHMIDT) 08.12.1987, columnas 3,4; columna 9, línea 65 – columna 10, línea 15; reivindicaciones 1,10,14.	1-5,16,25,33-36
A	RU 2276546 C1 (KORPACHEV ALEKSANDR BORISOVICH) 20.05.2006, (resumen, página 2) [en línea] [recuperado el 09.05.2011] Recuperado de EPO EPODOC Database.	

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
10.05.2011

Examinador
A. Sukhwani

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

A23L1/10 (2006.01)

A23L1/20 (2006.01)

A23P1/12 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

A23L, A23P

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, BIOSIS, X-FULL, NPL

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 16.05.2011

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 8,9,14,15,17,18,23,24,26-32,38,39,44,45	SI
	Reivindicaciones 1-7,10-13,16,19-22,25,33-37,40-43	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 14, 15, 18, 26-32, 44, 45	SI
	Reivindicaciones 1-13, 16, 17, 19-25, 33-43	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

Consideraciones:

La presente invención tiene por objeto un procedimiento de obtención de un extrudido a partir de mezclas de harinas de cereales y harinas de leguminosas silvestres de la tribu *Fabeae*, con proporciones de vicina, convicina y ODAP inferiores a 0,15% que comprende (reivindicación 1):

- Obtener una composición base que a partir de una mezcla de harinas procedentes de cereales y de leguminosas de la tribu *Fabeae*.
- Agregar un humectante a la composición base a) hasta lograr al menos un 10% de humectación.
- Extrudir la mezcla de harinas humectadas, dando un sólido expandido.
- Cortar el producto obtenido en el paso c) (reivindicación 2).
- Condimentar con al menos un aditivo (reivindicación 3).

Los cereales de a) son integrales (reiv. 4) y se seleccionan entre maíz, arroz o combinaciones (reiv. 5). Las leguminosas de la tribu *Fabeae* de a) pertenecen a los géneros *Vicia*, *Lathyrus* o sus combinaciones (reiv. 6). La composición comprende un porcentaje de harina de cereales de entre el 70 y el 95% (reiv. 7) o entre 80 y 88% (reiv. 8) o un 85% (reiv. 9).

El tamaño de las partículas de la mezcla de harinas de a) es de entre 250 y 1200 µm (reiv. 10), o entre 420 y 1000 µm (reiv. 11) o es de 700 µm (reiv. 12).

La composición de a) comprende un aditivo (reiv. 13). El aditivo es un promotor de la disponibilidad de los minerales (reiv. 14), siendo el promotor EDTA Na₂ (reiv. 15).

El porcentaje de humectación de b) están comprendido entre el 10 y el 30% (reiv. 16) o entre el 14 y el 18% (reiv. 17). El valor de humectación es del 14% cuando el porcentaje de harina de los cereales es del 85% (reiv. 18).

En la etapa c), la temperatura está entre 150 y 250°C (reiv. 19) o entre 160 y 180°C (reiv. 20) y la presión entre 30 y 100 Kg/cm² o 40 y 60 Kg/cm² (reivs 21-22). El tiempo de residencia promedio es de 30 a 70 segundos, o de 45 a 60 segundos (reivs. 23-24).

También es objeto de protección el producto extrudido obtenido por el procedimiento descrito (reiv. 25) donde la digestibilidad proteica es de 81,3 a 85,3% (reiv. 26); el contenido en hierro es de 23 a 24 ppm (reiv. 27), el de zinc de 25-29 ppm (reiv. 28); la disponibilidad de hierro es de 6 a 13% (reiv. 29) y la zinc de 16 a 19% (reiv. 30); los valores de expansión son de 2,50 a 3,50 (reiv. 31) y los densidad de 0,130 a 0,280 g/cm³ (reiv. 32).

Por último, es objeto de protección la composición base que comprende una mezcla de harinas procedentes de cereales y harinas inactivadas de leguminosas de la tribu *Fabeae* (reiv. 33), donde los cereales son integrales (reiv. 34) y se seleccionan entre maíz, arroz o sus combinaciones (reiv. 35). Las leguminosas de la tribu *Fabeae* pertenecen a los géneros *Vicia*, *Lathyrus* o sus combinaciones (reiv. 36).

La composición base donde la harina de cereales es de 70 a 95% (reiv. 37), o 80 a 88% (reiv. 38) o del 88% (reiv. 39). El tamaño de partículas de la mezcla de harinas está comprendido entre 250 y 120 µm, pudiendo ser de 420 a 1000 µm, o ser 700 µm (reivs. 40-42). La composición contiene un aditivo (reiv. 43) que es un promotor de la disponibilidad de los minerales (reiv. 44), en donde el promotor es EDTA Na₂ (reiv. 45).

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	WO 2008124253 A1 (FRITO-LAY NORTH AMERICA, INC.)	16.10.2008
D02	WO 2007044943 A1 (ARCHER-DANIELS-MIDLAND COMPANY)	19.04.2007
D03	US 4124727 A (ROCKLAND, et al.)	07.11.1978
D04	US 4711786 A (SCHMIDT)	08.12.1987
D05	RU 2276546 C1 (KORPACHEV ALEKSANDR BORISOVICH)	20.05.2006

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**NOVEDAD**

Los documentos citados **D01** a **D05** se refieren a productos extrudidos con harinas de cereales y de leguminosas, siendo el más relevante el documento **D01**. En efecto,

- **D01** se refiere a un alimento extrudido en forma de snack que lleva leguminosas (página 1), que pueden ser "fava o broad beans", es decir, *Vicia* entre otros (página 1, línea 23-25, reiv. 9). Para empezar la masa se emplea maíz o harina de arroz y se llega a un tamaño de la partícula es de 100 a 1200 micrones (página 2, líneas 3-20) y se somete a alta presión de 600 a 3000 psi y a 400°F de temperatura y se corta (página 3, líneas 1-17), características todas en los rangos de la invención reivindicada. Para humectar la mezcla se añade agua de un 15 a 30%, o 15 a 25% (página 7, líneas 9-12). El cereal es harina de arroz (página 11; reivindicación 3) estando las fases del procedimiento divulgado en la descripción y en las reivindicaciones 1, 10, 11, 15. Por ello, las principales características técnicas de las reivindicaciones 1-6, 10-13, 19-22, 25, 33-36, 40-43 de la solicitud en estudio están anticipadas en D01.

- **D02** divulga productos alimenticios con leguminosas deshidratadas que pueden estar en forma de harina y una harina que puede ser de arroz o de maíz produciendo una mezcla que se extrude (página 2, línea 17-página 3, línea 31). Una vez mezclada con agua y sometida a presión y temperatura (página 5, líneas 16-29) se obtiene un snack (página 8, líneas 4-13, 23-24). En los ejemplos de las páginas 11 a 16, se varían las cantidades de harina de arroz y de maíz que puede ser llegar hasta el 90% (ejemplos 5, 7, 8) o bajar de esa cantidad, en rangos comprendidos en la solicitud en estudio (ejemplos 1, 6, 9). La presión según estos ejemplos varía de 600 a 1000 PSI estado en el intervalo reivindicado en la solicitud de estudio. Entre las leguminosas que se puede utilizar en la composición está la fava (*Vicia*) (reivindicaciones 4, 26, 49). La descripción y las reivindicaciones 1-6, 8-27, 30, 31, 36-38, 43-46, 48, 52, 57, 58, del documento D02 anticipan las reivindicaciones 1-7, 10, 13, 16, 21, 22, 25, 33-37, 40, 43 del documento en estudio.

- **D03** se refiere a un snack equilibrado en proteínas preparado con semillas de leguminosas, que se cocinan y machacan y se mezclan con un material que contiene metionina y se añade agua a la mezcla, formando una masa que se extrude y corta en piezas (columnas 1, 6, 7). El material que contiene metionina puede ser granos de cereales como harinas entre otras de arroz y maíz (columna 2, líneas 56-60; columna 4; reivindicaciones 1,5) anticipando las características de las reivindicaciones 1-5, 13, 25, 33-37, 43.

- **D04** divulga productos extrudidos como puede ser un pan o un snack extrudido combinando granos de cereales y leguminosas (columna 3 y 4). Los cereales pueden ser harina de trigo y el de leguminosa harina de guisante pero también se contempla ejemplos de un snack que lleva harina de maíz (columna 9, línea 65- columna 10, línea 15; reivindicaciones 1, 10, 14) anticipando las características técnicas de las reivindicaciones 1-5, 16, 25, 33-35.

Por ello, a la vista de los documentos D01 a D04, se puede concluir que las reivindicaciones **1 - 7, 10 - 13, 16, 19 - 22, 25, 33 - 37, 40 - 43** carecen de novedad de acuerdo con el Artículo 6 LP 11/86.

ACTIVIDAD INVENTIVA

Los documentos citados **D01** a **D04** son relevantes no solo para la novedad sino también para la apreciar la actividad inventiva de las reivindicaciones afectadas. Pero además, algunas otras reivindicaciones resultarían obvias para el experto en la técnica como la variación de los porcentajes en reivindicaciones 8, 9, 17, 38, 39 y los tiempos de las reivindicaciones 23, 24.

Por ello, a la vista de los documentos citados D01 a D04, se puede concluir que las reivindicaciones **1-13, 16, 17, 19 - 25, 33 - 43** carecen de actividad inventiva según el Artículo 8 LP 11/86.