

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE PELLETS EXTRUÍDOS DE TORTA DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L) VISANDO SU USO EN ALIMENTOS BALANCEADOS

*Physico-Chemical Characterization of Extruded Pellets From Castor Beans (*Ricinus communis* L) Cake for using in animal feed.*

José Luis Ramírez Ascheri¹
Carlos Wanderlei Piler de Carvalho²
Arturo Meléndez Arévalo³
Olga Lima Tavares Machado⁴
Marília Penteado Stephan⁵

Dirección de contacto: Av. da Américas 29501 – Guaratiba –Rio de Janeiro – RJ, – CEP 23020-470 – Brasil
Tel.:+55(21)3622-9796 – Fax: +55(21)3622-5555. e-mail: jose.ascheri@embrapa.br

Abstract

Detoxification of cake from castor beans work with satisfactory results were achieved using the combination of chemicals and extrusion procedures. Thus the resulting products were used experimentally in dairy goats with satisfactory results. But currently little is known about the physical and chemical characteristics of this product for actual use productive sector. The objective of this study was the characterization physical and chemical properties of the pellets obtained by extruding a mixture of cake castor beans, corn meal and lime. Was used a twin screw extruder with a capacity of 80 kg/h. The samples made with 73% defatted castor beans flour, 20% corn grits meal, 7% lime (CaO) were prepared using the extrusion system processing moisture about 20%. The extrudates were characterized as to proximate composition, density, hardness, degree of starch gelatinization (DSG), Water Absorption Index (WAI). The results showed adequate extrudability samples formulated in the proportions. The proximate composition analysis showed an average of 33.1% protein, 2.4% fat, ash and moisture 9.96 6.7. Concerning average physical properties, density reached 455 g L⁻¹; WAI, 558%, DSG, 91% and hardness of the pellets to 8.11 Kg f. These properties are quite close to those determined with balanced food for dogs made with soybean meal as the main protein source. As a result of the study was conclude that the solid residue obtained from castor oil extraction has characteristics suitable for use as a supplement in the diet of farm animals species, in this way you can consider this material to be processed as a new form of add value to the producer or processor of castor beans.

KeyWords: animal feed, castor beans, cake, extrusion, physic-chemical

¹ Embrapa Agroindustria de Alimentos, Investigador científico .Laboratorio de Tecnología de Cereales y Extrusión de Alimentos.- Av. das Américas 29501, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. e-mail: jose.ascheri@embrapa.br.

² Embrapa Agroindustria de Alimentos, Investigador científico. Laboratorio de Tecnología de Cereales y Extrusión de Alimentos.- Av. das Américas 29501, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. e-mail: carlos.piler@embrapa.br.

³ Estudiante de Maestría, Programa de Posgrado en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad Federal Rural de Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁴ Prof^a do Laboratorio de Química, Función de Proteínas y Péptidos - LQFPP Universidad Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

⁵ Embrapa Agroindustria de Alimentos, Investigador científico .Laboratorio de Bioquímica e Análisis de Alimentos.- Av. das Américas 29501, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. e-mail: marilia.stephan@embrapa.br.

CARACTERIZACIÓN FÍSIO-QUÍMICA DE PELLETS EXTRUÍDOS DE TORTA DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L) VISANDO SU USO EN ALIMENTOS BALANCEADOS

Resumen

El caso de la higuierilla está bastante difundida en la producción de aceite para biocombustible en Brasil. El problema surge que la resultante de la extracción es una torta, que en el caso de la higuierilla, esta es tóxica y alergénica. Trabajos de destoxificación con resultados satisfactorios fueron realizados utilizando la combinación de agentes químicos y la extrusión. De esta forma los productos resultantes fueron utilizados, experimentalmente, en cabras lecheras con resultados bastante satisfactorios. Pero actualmente se conoce poco sobre las características físicas y químicas de este producto para su real aprovechamiento por el sector productivo. El objetivo de este trabajo fue caracterizar cuanto a propiedades físicas y químicas de los pellets obtenidos por extrusión de una mezcla de higuierilla, maíz y cal. Se utilizó un extrusor de doble tornillo, con capacidad de 80 k/h. Las muestras formuladas con 73% de harina de higuierilla; 20% grits de maíz; 7% de cal (CaO) fueron dispuestas al sistema de extrusión utilizando humedad de proceso de aproximadamente 20%. Los extruidos fueron caracterizados cuanto a la composición proximal, su densidad, dureza, grado de gelatinización del almidón (GGA), Índice de Absorción de Agua (IAA). Los resultados mostraron una adecuada extrusabilidad de las muestras en las proporciones formuladas. El análisis de composición centesimal, mostró un promedio de 33.1% de proteína, 2.4% de lípidos, 9.96 de cenizas y humedad de 6,7. Referente a las propiedades físicas promedio, la densidad alcanzó a 455 g L⁻¹; IAA de 558%; GGA, 91% y la dureza de los pellets a 11.08 Kg f. Estas propiedades, están bastante cercanas a los determinados con alimentos balanceados para perros elaborados con torta de soya como principal fuente de proteína. En consecuencia del estudio podemos concluir que el residuo sólido obtenido de la extracción del aceite de higuierilla posee características apropiadas para su uso como complemento en la alimentación de especies animales en las granjas,; de esta forma se puede considerar este material procesado como una nueva forma de agregar valor para el productor o procesador de higuierilla.

Palabras clave: alimentos balanceados, extrusión, fisicoquímica, higuierilla, torta,

Introducción

Es de consenso mundial la diversificación de fuentes energéticas para substituir total o parcialmente el petróleo, bien como la de materias primas para uso en programas de biodiesel con la utilización de oleaginosas regionales con la intención de estimular la agricultura familiar, incorporar el hombre al campo, aumentar la renta familiar, entre otros. Por otro lado, una serie de productos resultantes de la extracción de aceite generan sólidos en forma de tortas que en muchos casos son descartados al medio ambiente o no son utilizados adecuadamente. Dependiendo de la origen botánica esas tortas pueden tener características favorables para su aprovechamiento en alimentos balanceados. Algunas podrán poseer en su composición agentes anti nutricionales y tóxicos. Estas limitantes impiden su uso directo como componente en la elaboración de alimentos balanceados. En el caso de la torta de soya, resultante de la extracción de aceite se tiene conocimiento que existen factores nutricionales conocidos como inhibidores de tripsina, por ese motivo existen tratamientos, en algunos casos por extrusión, que eliminan la acción de este factor anti nutricional a través del calor. Por otro lado existen tortas que poseen altos tenores de fibras y materiales amiláceos y proteicos. En tales condiciones esos materiales sólidos, según sus características podrían ser sometidos al proceso de extrusión. El objetivo de este trabajo fue encontrar alternativas de destoxificación y desalergización de la torta de higuierilla para uso como complemento en alimentos balanceados. Las tortas de higuierilla no pueden ser utilizadas directamente como ingredientes para alimento balanceado por su toxidez y alergenicidad, pues poseen en su composición ricina, ricinina, y complejos alergénicos. (MACIEL et al., 2009; MARTINEZ-HERRERA et al., 2006). Existen diversos métodos para promover la destoxificación y desalergización de las tortas. Entre ellos, los métodos físicos con tratamientos térmicos y con alta presión. Son relatados en la literatura experimentos realizados en autoclave en fajas de temperatura entre 60 a 205 °C y presiones de hasta 103 MPa (15 psi). Entre los métodos mixtos, químicos/físicos, la adición de ácidos (H₂SO₄), sales (NaCl,

NaOCl), óxidos (CaO) y bases (NaOH, CaOH) han sido aplicados, (FURTADO et al., 2012, KATOLE et al., 2012, CAI et al., 2005). Sin embargo, cuando se asocia agentes químicos a un proceso físico, por ejemplo, el uso de autoclaves o cocimiento convencional, el rendimiento es considerablemente pequeño, lo que normalmente compromete su aplicación en larga escala. De esta forma, el uso de métodos continuos de procesamiento, tales como la extrusión termoplástica, presentan gran potencial de uso en el tratamiento de las tortas, particularmente en el caso de la higuierilla, o que es presentado en este trabajo.

El gobierno brasileño ha estimulado proyectos de investigación que viabilicen el cultivo y utilización de oleaginosas no sólo en áreas ya cultivadas, mas también en regiones más carentes como en el Nor Este del país. En consecuencia de este estímulo miles de hectáreas de higuierilla han sido plantadas y consecuentemente su posterior procesamiento para uso en el aceite resultante para biodiesel. Esto implica, también, grandes cantidades de residuo sólido en forma de torta, conteniendo aproximadamente 40% de proteína. En muchos casos sub utilizado o simplemente descartado al medio ambiente. En trabajos anteriores (ASCHERI et al, 2007) estudiaron preliminarmente una forma de destoxificar la torta desgrasada de higuierilla utilizando hasta con 3% de cal y con esta mezcla sometida al proceso de extrusión considerando parámetros de extrusión de alta tasa de cizallamiento. Los resultados mostraron que hubo una notable caída de la toxicidad por ricina, pero no totalmente a lo que se refiere a la alergenicidad. Los trabajos bioquímicos y de bioensayos realizados por MACHADO, et al, mostraron que aun había indicios de la presencia de toxicidad en la torta lo que implicó en la necesidad de nuevas aplicaciones para su aprovechamiento como complemento en alimentos balanceados. Con base en trabajos anteriores (Ascheri et al, 2007; Santos, 2009), fueron utilizados parámetros de extrusión que permitan un mejor grado de destoxificación de la torta de higuierilla, visto que los resultados de esa investigación indicaron que la torta de mamona extruida con maíz y cal, de acuerdo a nuestro experimento puede substituir en 100% el salvado de soja en la dieta de cabras lecheras sin algún perjuicio en su producción o en su composición físico-química de la leche (SANTOS, et al, 2009).

Materiales y Métodos

En el presente estudio fue utilizado la extrusión, asociados a tratamientos químicos con el objetivo de inactivar la proteína tóxica y simultáneamente desactivar los epítomos alergénicos. Fue utilizado como materia prima: Torta de higuierilla desgrasada procedente de la Empresa Bom Brasil Óleo de Mamona Ltda., grits de maíz, procedente de Caramuru alimentos, Cal (CaO) comercial utilizada en la industria de la construcción. El proceso de extrusión de la torta de higuierilla fue realizado utilizando una extrusora de doble tornillo co-rotativo, de tasa de cizallamiento intermediario, modelo GT II Extruder, Shandong Saibainuo Machinery Co., Ltda. Equipado con 30 dados de salida de 5 mm. y cuchillas de corte de velocidad regulable. Sistema de calentamiento eléctricos de 3 zonas.

Procedimiento de extrusión.- En los ensayos de extrusión se utilizó harina de higuierilla 73%; grits de maíz 20% y 7% de cal homogenizados y colocados al sistema de alimentación. El acondicionamiento de humedad del proceso fue ajustado a 20%, con temperaturas de 60, 85 y 160°C en la primera, segunda y tercera zonas del cañón, respectivamente. Velocidad de alimentación de aproximadamente 80kg/h. Los extruidos fueron recogidos en forma de pellets y sometidos a secado hasta adquirir aproximadamente 5% de humedad y empacados. Muestras de estos pellets fueron utilizados para los diferentes análisis físicos y químicos.

Las materias primas y producto final fueron caracterizadas cuanto a su composición centesimal: proteínas, lípidos y cenizas, según metodologías descritas: a) humedad (AOAC, 2005, método 934.01); b) extracto etéreo (AOAC, 2005, método 945.38), utilizando éter de petróleo y extractor Soxhlet; c) nitrógeno total (AACC, 1995, método 46-13), método tradicional Kjeldahl, modificado, utilizando mezcla de catalizador Na_2SO_4 , CuSO_4 e Se. Utilizándose como titulante H_2SO_4 , 0.1N. d) cenizas (AOAC, 2005, método 923.03), con incineración en mufla.

Fueron determinados las principales características físicas de los extruidos:

Granulometría de la materia prima.- Para la clasificación granulométrica de las materias primas se utilizó la metodología de Ascheri e Carvalho (2008). Se clasificaron 100 g de materia-prima cruda, durante 10 minutos, en un conjunto de siete mallas arredondeadas, para el dispositivo vibratorio da marca RO-TAP modelo RX-29-10 con aberturas en las mallas de 1200, 1000, 853, 710, 422, 354, 297 μm , respectivamente. En seguida, las cantidades retenidas en cada malla, fueron pesadas en balanza digital de la marca Mettler Toledo, modelo SB 12001 los valores expresos en porcentaje.

En las muestras extruidas, fueron determinados el índice de absorción de agua (IAA), segundo HOLAY & HARPER (1982), grado de gelatiniza    del almid    (CHIANG & JOHNSON, 1977) la densidad y dureza, en dur   metro electr   nico. Todas as an   lisis fueron realizados por triplicado y repetidas cuando variaron m   s de 5%.

Resultado y Discusi   

En la tabla 1 son presentados los resultados de granulometr    de las muestras de grits de ma    y harina de torta de higuera    utilizada en el proceso de extrusi   . El tama    das part   culas ha sido tambi   n apuntado como un factor importante en la expansi    y cocimiento , principalmente cuando se utiliza extrusores con tornillo    nico. Las part   culas peque   as son m   s r   pidamente fundidas y la masa resultante, de baja viscosidad, no es transportada apropiadamente. Este problema puede, en esos casos, ser eliminada por la reducci   n de humedad. En contraste, cuando se utiliza un extrusor de doble tornillo, como el caso del experimento realizado, el tama   o de part   cula parece no ser de significativa importancia.

Tabla 1: distribuci    granulom   trica de grits de ma    degerminado y harina de higuera    desgrasada

Grist de ma���		Harina de higuera���	
Malla ABNT	Retenci��� %	Malla ABNT	Retenci��� %
16 (1.19 mm)	0.0	30 (0.59 mm)	0.01
20 (0.84 mm)	m���x. 0.5	40 (0.42mm)	0.06
25 (0.71 mm)	10 a 25	60 (0.25mm)	0.52
30 (0.59 mm)	20 a 30	70 (0.21mm)	2.10
40 (0.42 mm)	45 a 65	100 (0.14mm)	18.72
50 (0.297 mm)	m���x. 1.0	-----	-----
Base	m���x. 0.5	Base	78.59

Con base en los trabajos anteriores (Ascheri et al, 2007; Santos, 2009), fueron utilizados los par   metros de extrusi    que permitan un mejor grado de detoxificaci   n de la torta de higuera   , en este experimento, visto que los resultados de esa investigaci   n indicaron que la torta de mamona extruida con ma    y cal, de acuerdo a nuestro experimento (Santos, 2009) puede substituir en 100% el salvado de soja en la dieta de cabras lecheras sin alg   n perjuicio en su producci   n o en su composici   n f   sico-qu   mica de la leche. Las caracter   sticas de los extruidos pueden ser observados en las Figura 1, (a) y (b) . En la figura 1. pueden ser observados los pelles resultantes de la mezcla de harina desgrasada de higuera    y ma    conteniendo 7% de cal.

Tabla 2: Resultados da composici    proximal de la materia prima y de los pellets extruidos.

Componente	Prote���na bruta	L���pidos	Cenizas	Carbohidratos	humedad
Torta de higuera���	36.5 $\pm$ 0.33	2.62 $\pm$ 0.36	9.96 $\pm$ 0.29	44.90 $\pm$ 0.27	6.70 $\pm$ 0.38
Pellets extruidos formulados*	33.1 $\pm$ 0.28	2.40 $\pm$ 0.12	7.50 $\pm$ 0.21	53.2 $\pm$ 0.18	5.00 $\pm$ 0.19

Mezcla de 73% de harina de higuera   ; 20% grits de ma   ; 7% de cal (CaO)

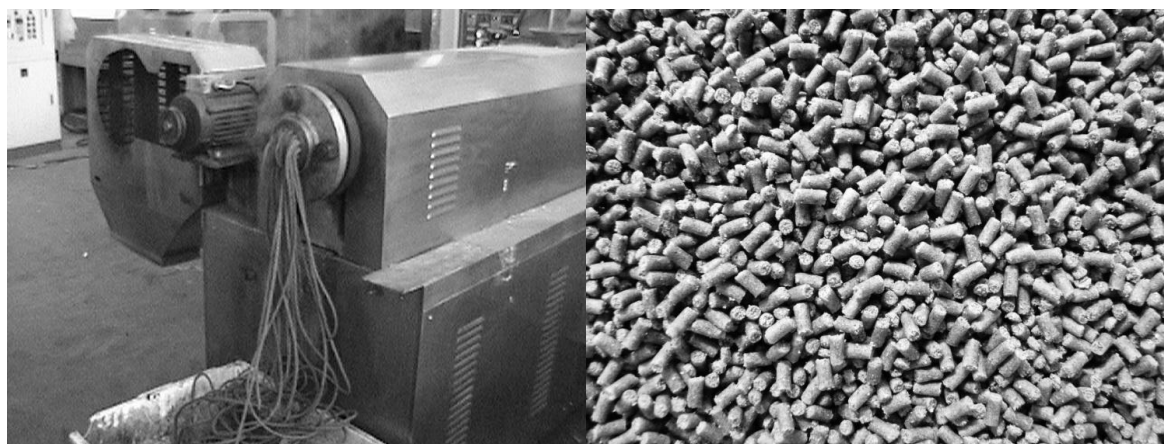


Figura 1: Pellets resultantes de la extrusión de harina de higuera extruida con maíz y 7% de cal. (A) Sistema de corte abierto para visualizar el extruido. (B) pellets cortados.

Los resultados de las propiedades físicas son presentados en la Tabla 3. De acuerdo a los resultados la densidad estuvo cerca de los valores de pellets elaborados con torta de soya como fuente principal de proteína y grits de maíz como fuente de carbohidratos. Considerando que esta torta posee un tenor mayor de fibras es un dato importante por el hecho de haber conseguido una buena expansión. Probablemente atribuida al tenor de grits de maíz inserido en la formulación, el porcentaje de cocimiento del almidón alcanzó un nivel considerable lo que es favorable para una mejor digestibilidad.

Tabla 3: Propiedades físicas y de cocimiento de pellets extruidos de mezclas de harina de higuera, maíz y cal.

Densidad (g L ⁻¹)	455 ± 0.20
IAA (%)	558 ± 0.23
GGA (%)	91 ± 0.45
Dureza Kgf	11.08 ± 0.20

Mezcla de 73% de harina de higuera; 20% grits de maíz; 7% de cal (CaO)

Conclusión

Los resultados mostraron que la aplicabilidad del proceso de extrusión fue altamente satisfactorio y sus propiedades físicas, dentro de los parámetros estudiados fueron semejantes a de los pellets producidos con proteína de soya.

Agradecimientos

Agradecemos a las instituciones: "Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)", "Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ)" e "Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)", por el apoyo financiero y las becas concedidas.

Referencias bibliográficas

Anandan, S.; Anil Kumar, G.K.; Ghosh, J.; Ramachandra, K.S. (2005) Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. *Animal Feed Science and Technology*, v.120, p. 159-168.

- Ascheri, J. L.R.; Maciel, F. M.; Machado, O. L. T. (2007) Destoxificação de torta de mamona por extrusão termoplástica: Estudo Preliminar. In: **II Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel**, 2007, Brasília. II Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel.
- Azevedo, D. M. P.; Lima, E. F. (ed.). (2001) **O Agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão,. 350 p.
- Bomfim, M.A.D., Fernandes, M.F., Oliveira, L.S. (2008) Viabilidade dos co-produtos do biodiesel na alimentação de ruminantes: Mitos e Realidades. In: **Reunião da Sociedade Nordestina de Produção Animal**, 5, Aracaju-SE,.
- Chiang, B.Y.; Johnson, J.A. (1977) Measurement of total and gelatinized starch by glucoamylase and o-toluidine reagent. *Cereal Chemistry*, v.**54**, p.429-435.
- Santos, Dos, S.F; Bomfim, M.A.; Cândido, M.J.D.; Ascheri, J.L.R.; Oliveira, L.S.; Fernandes, M.F.; Fonteles, N.L.De.O.; Mapurunga, P.A.; Gonçalves, J. De L. (2009) Efeito da torta de mamona extrusada na dieta de cabras leiteiras sobre a produção e a composição físico-química do leite. In: Anais do 4º **Simpósio Internacional Sobre Caprinos e Ovinos de Corte**. João Pessoa, Brasil.
- Holay, S.H., Harper, J.M. (1982) Influence of extrusion shear environment on plant texturization. *Journal of Food Science*, v.**47**(6), p.1869-1874,.
- Félix, A.P.; Brito De, C. B. M. De; Ferrarini, H.; Rodriguez, M. I. G.; Oliveira, S.G. De; Maiorka, A (2010) Características físico-químicas de derivados protéicos de soja em dietas extrusadas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.**40**(12) p.2568-2573.