

Aprovechamiento de los residuos de extracción del aceite de la nuez de Brasil (*Bertholletia excelsa*) en productos alimenticios ricos en proteínas, lípidos y fibras*

Aproveitamento dos resíduos de extração de óleo da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) em produtos alimentícios ricos em proteínas, lipídios e fibras

The use of residues of extraction from Brazil nut oil (*Bertholletia excelsa*) in food products high in proteins, lipids and fibers

Amanda Larissa Garça de Souza
Faculdade de Nutrição, Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil

Nádia Cristina Fernandes Corrêa
Faculdade de Engenharia de Alimentos, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil

Maria Caroline Rodrigues Ferreira
Faculdade de Engenharia de Alimentos, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil

Orquídea Vasconcelos dos Santos
Faculdade de Nutrição, Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil

RESUMEN

OBJETIVO: Analizar las composiciones nutricionales, minerales y aminoacídicas del material resultante de la extracción del aceite de la nuez de Brasil. **MATERIALES Y MÉTODOS:** La metodología siguió el estándar internacional y la legislación brasileña vigente, así, la harina desgrasada se obtuvo por extracción en prensa hidráulica. Para la caracterización físico-química se siguió la metodología de la *Association of Official Analytical Chemists*, el tenor de fibras totales siguió la metodología del Instituto Adolfo Lutz. En la composición en macro y micro minerales las muestras se prepararon por digestión ácida asistida en horno microondas con posterior lectura de los elementos en espectrometría; y el perfil de aminoácidos se obtuvo por cromatografía líquida de alta eficiencia y a través del score químico de cada aminoácido, enseguida fueron comparados al estándar de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura/Organización Mundial de la Salud. **RESULTADOS:** Los resultados muestran que el material resultante de la extracción del aceite de la nuez de Brasil se configura como una harina con alta relevancia nutricional, con media de 502,08 kcal por 100 g. Además, se destaca el valor proteico con media de 37,54%, el tenor lipídico alrededor de los 35,68% y de fibras con 9,65 g/100 g. En lo que se refiere a los micronutrientes la harina presentó una considerable riqueza mineral, con destaque para el selenio y el magnesio, con valores próximos o superiores a las recomendaciones diarias de referencia. Su perfil de aminoácido mostró la calidad de los componentes estructurales, evidenciando los aminoácidos azufrados, como la metionina y la cisteína, con valores medios de 25,3 y 7,5 mg/g, respectivamente, además de la presencia de los aminoácidos de cadena ramificada. **CONCLUSIÓN:** En la conclusión queda evidente que la calidad nutricional y funcional torna este subproducto apto para aplicación como materia prima de base o en sustituciones parciales, como compuesto de enriquecimiento nutricional en el sector alimentario.

Palabras clave: Análisis de Alimentos; Valor Nutritivo; Control de la Contaminación Ambiental.

* Artículo presentado al I Seminario de Pesquisa en Medio Ambiente y Conservación (I SPMAC), promovido por el Programa de Posgrado en Ciencias y Medio Ambiente (PPGCMA) y el Laboratorio de Simulación Computacional en Medio Ambiente (LSCMAM) de la Universidad Federal de Pará (UFPA), realizado de 4 a 8 de mayo de 2015 en la Ciudad Belém, Estado de Pará, Brasil. Los Editores agradecen la colaboración del PPGCMA/UFPA y LSCMAM/UFPA y por haber elegido la Revista Pan-Amazónica de Saúde para publicar los excelentes trabajos presentados en el evento.

Correspondencia / Correspondência / Correspondence:

Orquídea Vasconcelos dos Santos
Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências da Saúde,
Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto,
Campus Profissional III – Complexo Saúde – Faculdade de Nutrição
Rua Augusto Corrêa, 01. Bairro: Guamá
CEP: 66075-900 Belém-Pará-Brasil
Tel.: +55 (91) 3201-8452
E-mail: orquideavs@usp.com.br

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del sector agroindustrial brasileño es de fundamental importancia para el País. Por otro lado, se constata que la intensificación del procesamiento de frutas ha generado un gran excedente de residuos en las diversas etapas de la cadena productiva. Hay desperdicio desde la producción en el campo hasta el mercado consumidor, tanto por desconocimiento del potencial nutricional de diversas partes de algunos géneros alimenticios, como los residuos descartados, como por el preparo y el almacenamiento inadecuado pos-adquisición del producto.

Según datos de la Organización de Alimentación y Agricultura de las Naciones Unidas (Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO)¹, Brasil se sitúa entre los tres mayores productores mundiales de frutas, con una producción aproximada en torno a los 40 millones de toneladas anuales. Se constata que una gran parcela de esas frutas es procesada por las industrias de pulpas y jugos, siendo que cerca de 40% de esas materias primas se vuelven residuos industriales.

El crecimiento industrial, en paralelo al aumento del descarte de los residuos del procesamiento de las frutas, representa un factor agravante para el sector, ya que esos materiales son propensos a la degradación microbiológica y la contaminación ambiental si no se tratan correctamente. Sin embargo, la aplicación de técnicas de secado, almacenamiento y utilización de esos subproductos requiere recursos económicos, lo que puede representar un obstáculo a su aprovechamiento.

En virtud de esos factores, esos subproductos industriales son, todavía, predominantemente utilizados como alimento animal, fertilizantes o descartados en el medio ambiente. De esa forma, la aplicación de técnicas y el avance de las investigaciones en busca de una utilización eficiente, que amplíe positivamente la relación costo-beneficio y que sea ambientalmente correcta, se ha vuelto foco de diversos estudios^{2,3}.

Como alternativa, se han intensificado investigaciones en los más diversos sectores industriales con el objetivo de minimizar ese problema. En el área alimenticia, se busca obtener el máximo aprovechamiento de las materias primas beneficiadas junto a la disminución de residuos del procesamiento agroindustrial. Se trata, por lo tanto, de contribuir a la reducción de los costos con alimentación, además de ofrecer alternativas para el aprovechamiento de esos residuos, obteniendo beneficios ambientales, sociales y económicos y con el objetivo de maximizar el aprovechamiento de los recursos naturales con el mínimo de desperdicio y daños ambientales^{2,4}.

En este sentido, cabe destacar que las industrias de frutas y verduras tienen en las diferentes etapas de la cadena de producción, pérdidas considerables pueden ser mayores o menores, dependiendo de la industria en cuestión.

En el caso de la transformación industrial de las almendras de la nuez de Brasil, la generación de residuos se hace mayor porque el fruto se encuentra dentro de un erizo y del desecho de las cáscaras leñosas de la almendra y su respectiva película. Además de los granos quebrados que no se ajustan a la exportación de tipo estándar, el residuo puede ser aún mayor cuando se extrae su contenido de aceite, lo que genera una gran cantidad de lo que se llama pasta desgrasada o parcialmente desgrasada, dependiendo de la forma de extracción de lípidos aplicada^{3,5,6}.

La nuez del Brasil, también conocida como "castaña de Pará", proviene de la *Bertholletia excelsa*, árbol originario de la Región Amazónica, que pertenece al género *Bertholletia* de la familia Lecythidaceae. Su estructura fructífera se compone de erizos, semillas y almendras^{7,8}.

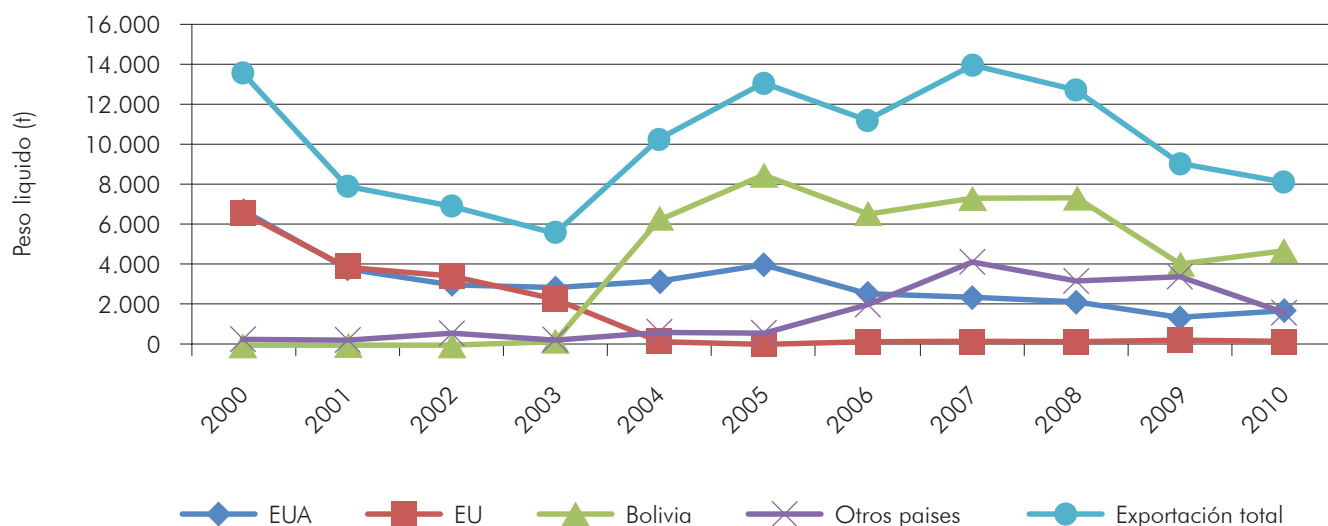
Para atender a la universalidad del conocimiento científico, se adoptó la denominación "castaña del Brasil", que sigue el patrón internacional, de acuerdo a las normas de la legislación brasileña para exportación^{8,9}.

Brasil se mantiene como líder del segmento productivo con 35.000 toneladas, en un área media de 325 millones de hectáreas. Se destacan además, Bolivia y Perú en la pauta de exportación de ese fruto en América del Sur¹⁰. Actualmente, aún con un área plantada con poco más de 3%, Bolivia surge como líder de mercado en el segmento de exportación de las almendras, en virtud de la implantación de tecnologías más avanzadas de procesamiento y adecuación a las exigencias de la Unión Europea⁸.

La demanda productiva de la fruticultura brasileña aún se sitúa predominantemente en el mercado interno, pero la castaña del Brasil aparece como un diferencial, y es uno de los destaques en la pauta de exportación brasileña. Según datos del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística, los años de 2008 y 2009 presentaron una producción promedio que osciló en torno a las 34.000 t, con una gran parcela destinada a la exportación^{11,12}.

Los datos estadísticos presentados por los organismos oficiales de estudio muestran que las almendras de castaña del Brasil siguen a contramano en relación al aspecto comercial, cuando comparadas a la mayoría de los frutos. En la figura 1, se puede verificar el volumen en toneladas de exportación de castaña del Brasil con cáscara para diversos países^{8,12}.

El aumento del consumo interno y las aplicaciones en diversos segmentos – como el sector alimenticio y los ramos farmacéuticos, dermocosméticos, y cosméticos, entre otros – promueven oscilaciones y reducciones en las exportaciones (Figura 1). En paralelo a su incremento en el sector industrial, existe la generación de una gran cantidad de desechos, una vez que uno de los más importantes compuestos aplicados por la industria ha sido su contenido lipídico. Ese desarrollo ha generado un factor de considerable impacto ambiental, tornándose un contaminante cuando es incinerado por las industrias^{1,8,12}.



Fuente: Sistema de Análisis de las Informaciones de Comercio Exterior.

Figura 1 – Volumen de exportaciones brasileñas de la Castaña de brasil con cáscara de 2000 a 2010

Frente a lo expuesto, el objetivo de este estudio fue el de obtener y analizar la composición y las propiedades físicas, nutricionales, mineralógicas y aminoacídicas del residuo agroindustrial post extracción lipídica de la castaña del brasil, con la finalidad de potenciar la aplicación de ese producto como materia prima de base o como sustitución parcial en diversas formulaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIA PRIMA

Fueron adquiridos 10 Kg. de pasta parcialmente desgrasada de castaña del brasil, provenientes de una empresa localizada en la ciudad de Belém, Estado de Pará (zafra de abril de 2014). Las muestras se almacenaron a la temperatura de -18°C .

PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA HARINA DESENGRASADA

Para facilitar la extracción lipídica residual, se realizó el secado del material en estufa (Fabbe®, modelo 170), con circulación forzada de aire en las condiciones de operación de 50°C por 24 h. El método de elección de la extracción fue el prensado hidráulico (Schwing Siwa-15 t, Brasil), con capacidad de 15 t de presión, un tiempo promedio de 5 min. de presión constante sobre cada carretada de la muestra.

El compuesto resultante, denominado pasta desgrasada, fue posteriormente uniformizado en molino tipo Willye (Tecnal, modelo TE650), pasando a ser entonces denominado de harina desgrasada de castaña del brasil (Figura 2).

GRANULOMETRÍA

La granulometría de la harina desgrasada de la castaña del brasil se hizo siguiendo la metodología del Instituto Adolfo Lutz (IAL)¹³ en un conjunto de cribas serie Granulotest (n° 14, 28, 35, 48, 65 y 100) y un agitador de cribas (Bertel Ltda., Brasil, modelo 0701, tipo magnético).

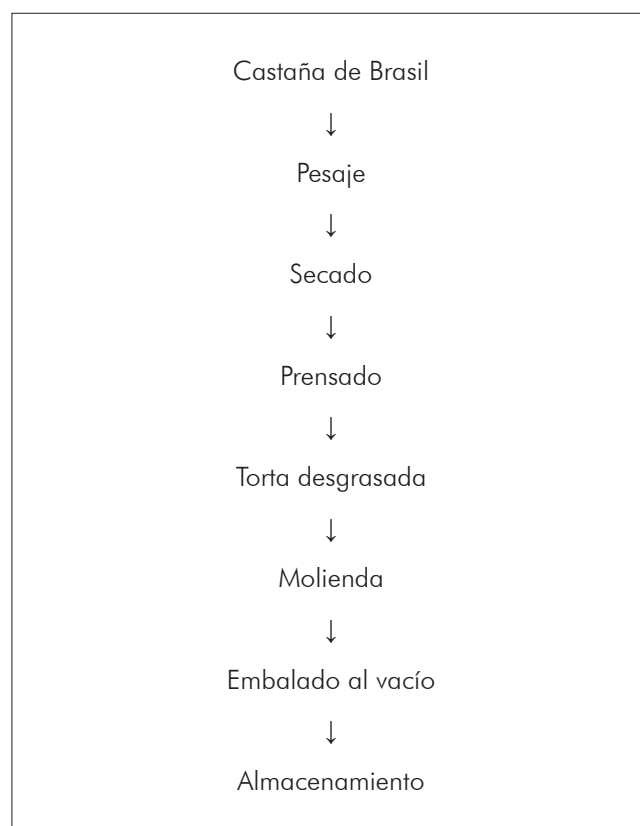


Figura 2 – Flujo de obtención de harina desgrasada de la Castaña de brasil

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LA HARINA PARCIALMENTE DESENGRASADA

Los análisis físico-químicos de la harina parcialmente desgrasada de la castaña del Brasil evaluados fueron: humedad, según el método n° 920.151; proteína bruta, según el método de micro Kjeldahl n° 950.48; lípidos totales, de acuerdo con el método n° 948.22; residuo mineral fijo determinado por incineración, de acuerdo al método n° 930.05. Todos los análisis se realizaron según la metodología de la Association of Official Analytical Chemists¹⁴. El tenor de fibras totales se

determinó por el método de hidrólisis ácida sobre flujo, siguiendo la metodología del IAL¹³. Los carbohidratos totales fueron calculados por diferencia (100 g totales de humedad, proteínas, lípidos y cenizas). El cálculo del valor energético total (VET) se obtuvo aplicando los factores de Atwater 4-9 – 4 kcal/g para los valores de proteínas, lípidos y carbohidratos totales^{15,16}.

DETERMINACIÓN EN MACRO Y MICROMINERALES EN LA HARINA DESGRASADA

El análisis de la composición en macro y micronutrientes se realizó para determinar los valores de calcio, magnesio, hierro, cobre, zinc, selenio, sodio y potasio. Las muestras se prepararon por digestión ácida, asistida en horno microondas marca *Multiwave 3000 Microwave Sample Preparation System* (Anton Paar, Graz, Austria). La lectura de los elementos se hizo por espectrometría de emisión atómica por plasma con argón inducido (ICP-AES), acoplado al *SPECTRO Smart Analyser Vision Software* del propio equipamiento de ICP-AES (Spectro Genesis-SOP, EUA).

ANÁLISIS DEL PERFIL DE AMINOÁCIDOS DE LA HARINA PARCIALMENTE DESGRASADA

El análisis del perfil de aminoácidos presentes en la harina desgrasada de la castaña del Brasil se realizó en el Laboratorio de Fuentes Proteicas del Departamento de Planeamiento Alimentario y Nutrición de la Universidad Estatal de Campinas, Estado de São Paulo. Los aminoácidos liberados durante la hidrólisis ácida reaccionan con el fenilisotiocianato (PITC) y son separados por cromatografía líquida de alta eficiencia (*Thermo Separation Products*, modelo A53000) en fase reversa (columna AP-18, fabricante Phenomenex) y cuantificados por la capacidad de absorber UV a 254 nm. La cuantificación se hace por calibrado interno multinivel, con el auxilio del ácido alfa-aminobutírico (AAAB), como estándar interno. Los resultados se evaluaron calculándose el cómputo químico (CQ) de cada aminoácido. Los valores encontrados fueron comparados al patrón de la FAO/World Health Organization (WHO)¹⁷.

$$EQ = \frac{\text{mg de aminoácidos/g de proteína}}{\text{Padrão FAO/WHO}}$$

RESULTADOS

ANÁLISIS FÍSICOS DE LA HARINA PARCIALMENTE DESGRASADA DE CASTAÑA DEL BRASIL

En la tabla 1 se exhiben los valores medios de la granulometría de la harina parcialmente desgrasada de la castaña del Brasil. Esos datos expresan la distribución entre las mallas de las cribas, con mayor prevalencia de las cribas 14, 28 y 35.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA HARINA PARCIALMENTE DESGRASADA

En la tabla 2 se presentan los valores medios, con los respectivos desvíos estándar, de la composición

nutricional de la harina parcialmente desgrasada de la castaña del Brasil. Esa composición se muestra como un compuesto con alto valor energético y nutricional.

Tabla 1 – Análisis de la distribución granulométrica de la harina parcialmente desgrasada de la Castaña de Brasil

Cribas n°	Muestra retenida* (%)
14	18,33
28	27,03
35	45,54
48	6,35
65	2,73
100	0,03
Residuo	0,02

* Los datos representan el promedio del triplicado.

Tabla 2 – Composición nutricional de la harina desgrasada de Castaña de Brasil

Composición	Valores medios
VET (kcal)	502,08
Carbohidrato* (g/100 g)	7,70 ± 0,46
Proteínas† (g/100 g)	37,54 ± 0,51
Lípidos (g/100 g)	35,33 ± 0,27
Fibras totales (g/100 g)	9,65 ± 0,63
Humedad (g/100 g)	5,35 ± 0,85
Cenizas (g/100 g)	4,08 ± 0,34

Los datos de la tabla se expresan con base seca (b.s.) representando el promedio de los triplicados ± desviación estándar; * Proporción de carbohidratos calculados por diferencia; † Proteína (Nx 5,46).

CARACTERIZACIONES EN MACRO Y MICROMINERALES EN LA HARINA PARCIALMENTE DESGRASADA

Los resultados de los análisis de los principales macro y microminerales presentes en la harina desgrasada de castaña del Brasil (Tabla 3), muestran su relevancia, cuando comparados con los patrones establecidos por la FAO/WHO (1991).

ANÁLISIS DEL PERFIL DE AMINOÁCIDOS DE LA HARINA DESGRASADA

Los datos obtenidos con base en el perfil de aminoácidos se presentan en la tabla 4. Los resultados indican el alto patrón de las proteínas que componen la harina desgrasada de castaña del Brasil.

Tabla 3 – Análisis de los componentes inorgánicos de la harina parcialmente desgrasada de Castaña de Brasil

Minerales	Valores	FAO/WHO (1991)
Macrominerales		
Sodio	0,34 ± 0,15 mg/100 g	2.400 mg
Potasio	1953,60 ± 4,22 mg/100 g	3.500 mg
Calcio	565,20 ± 55,03 mg/100 g	1.000 mg
Magnesio	798,50 ± 43,80 mg/100 g	400 mg
Microminerales		
Hierro	6,22 ± 0,23 mg/100 g	18 mg
Cobre	1,90 ± 0,35 mg/100 g	2 mg
Zinc	11,80 ± 0,42 mg/100 g	15 mg
Selenio	113,70 ± 0,29 µg/g	70 µg/hombres 55 µg /mujeres

Tabla 4 – Perfil de aminoácidos de la harina desgrasada de la Castaña de Brasil

Aminoácidos	Tenor de aminoácidos (mg/g de proteína)	Estándar FAO/WHO*	Puntuación química
Histidina	6,40	16	0,40
Treonina	8,70	9	0,97
Lisina	10,30	16	0,64
Metionina [†]	25,30	17	1,93
Cisteína	7,50	ND	ND
Isoleucina [§]	11,30	13	0,87
Leucina [§]	24,70	19	1,30
Valina [§]	15,20	13	1,17
Fenilalanina [‡]	13,60	19	1,17
Tirosina	8,70	ND	ND
Triptófano	4,40	5	0,88

* Proporción de aminoácidos recomendados para adultos con edad superior a 18 años¹⁷; [†] Metionina + Cisteína; [‡] Fenilalanina + Tirosina; [§] Aminoácidos de la cadena ramificada. ND – No determinado..

DISCUSIÓN

ANÁLISIS FÍSICOS DE LA HARINA PARCIALMENTE DESGRASADA

El análisis granulométrico suministró los diámetros de las partículas, a través del cribado en mallas, previamente definidos – parámetros estipulados según la legislación brasileña¹⁸.

La granulometría analítica obedeció a los criterios oficiales definidos por el Ministerio de Agricultura y

Abastecimiento¹⁸, tomando como base para fuente de clasificación la harina de mandioca.

Analizando los resultados obtenidos, fue posible verificar que son compatibles con la harina de mandioca del grupo seca y subgrupo harina fina. Esos datos muestran las posibilidades de aplicaciones de ese material como sustitución proporcional en otros tipos de harinas tradicionales, promoviendo la agregación de funcionalidad y valor al producto.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA HARINA PARCIALMENTE DESGRASADA

En el análisis de los resultados obtenidos, se destaca el VET de la harina, con un promedio de 502,08 kcal/100 g. Cuando se compara a la dieta estándar en términos nutricionales, estipulada para una media diaria de 2.000 kcal, se constata que, en 100 g de consumo de ese material, se suple cerca de 25,10% de la ingesta calórica total diaria.

Los principales macronutrientes responsables por ese alto contenido energético recaen sobre su contenido lipídico con media de 35,33%, y proteína con 37,54%. Esos parámetros muestran su potencialidad de aplicación alimenticia, destacándose como una de las principales fuentes proteicas. Fue posible verificar, también por el alto valor de lípido "residual" encontrado en el material, que la forma de extracción del contenido lipídico no fue eficiente, lo que promueve, consecuentemente, una retención mayor de lípido y menos cuantificación de proteínas.

La composición lipídica de ese material es un destaque cuando comparada con otras harinas. Llevando en consideración la potencialidad de su tenor lipídico basado en el perfil de ácidos grasos esenciales, la extracción "total" disminuiría su funcionalidad lipídica, reduciendo el valor energético y nutricional del residuo (pasta o harina).

En comparación con otras harinas derivadas de oleaginosas, la de la castaña del Brasil se presenta superior a la harina desgrasada de cupuaçu, con un valor medio de 3,25% de lípidos en su constitución; a la harina de soja, con media de 1,67%; y a la harina de mandioca, la más consumida en el País, con medias de 0,21 a 1,91% de lípidos^{19,20,21,22}.

El porcentaje proteico de la harina de castaña del Brasil (37,54%) se mostró superior a la harina de cupuaçu desgrasada (27,65%) y superior a una de las tres variedades de harina de altramuz (medias de 33,70, 40,76 y 46,03%). En relación a la harina de soja, su valor fue inferior; vale destacar que la soja es una de las más grandes fuentes proteicas, presentando valor medio de 46,7%^{19,20,21,22,23,24}.

La fibra fue otro macronutriente funcional encontrado en ese material que mostró un considerable valor, con un promedio de 9,65%, clasificándose, basado en la Resolución n° 27 de la Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (ANVISA)²⁵, como un producto con alto tenor de fibras.

La humedad de la harina de castaña del Brasil, con media de 5,35%, aparece como un producto por debajo de los límites establecidos por la legislación en vigor en Brasil, definido por la Resolución RDC/ANVISA n° 263²⁶ y por la Instrucción Normativa n° 8 del Ministerio de Agricultura²⁷, que estipula un valor máximo de 15% para humedad en harina de trigo. Se presenta también en conformidad con el Decreto n° 554¹⁸, el

que establece patrones para la harina de mandioca, con tenores máximos de humedad tolerable de 13%. Ese nivel es adecuado para un buen estado del material en términos de conservación, lo que minimiza los riesgos de reacciones de deterioro por actividades enzimáticas y/o crecimiento microbiano acelerado, entre otros.

La composición nutricional de ese material lo habilita como una posibilidad de inclusión en productos alimenticios, en sustitución parcial o total, por su alto contenido de macronutrientes, con destaque para proteínas, lípidos y fibras. Ese agregado de valor a nivel de sustitución depende esencialmente de la calidad y cantidad nutricional del material presente.

CARACTERIZACIONES EN MACRO Y MICROMINERALES DE LA HARINA PARCIALMENTE DESGRASADA

El análisis de la tabla 3, expresado en macrominerales, toma como base el contenido en miligramos por 100 g; y los microminerales, los elementos con tasas inferiores a ese valor, son también considerados, en algunos casos, como elementos trazas²⁸.

Los principales macronutrientes observados fueron el sodio y el potasio, con resultados en tenores medios de 0,34 mg/100 g y 1953,50 mg/100 g, respectivamente, siendo comparados con las recomendaciones de la FAO/WHO²⁹. La función de esos minerales está relacionada a los procesos de contracción y relajamiento muscular, componentes primordiales al equilibrio y polaridad de la membrana muscular y a la transmisión de los impulsos nerviosos. Se considerados electrólitos, ya que mantienen la permeabilidad de las membranas plasmáticas y el equilibrio ácido-básico de los líquidos corporales³⁰.

Uno de los más importantes elementos es el calcio, que presentó un promedio de 565,20 mg/100 g. Los resultados presentan alta relevancia de ese micronutriente, con porcentuales medios de 65,6% de la Ingestión Dietética de Referencia (*Dietary Reference Intakes*) estipulada por la FAO/WHO²⁹. La relevancia de ese mineral en el organismo humano se sitúa en la formación de los huesos y los dientes, representando aproximadamente 75% del contenido mineral total del organismo^{30,31}.

Los micronutrientes con mayor destaque encontrados en la harina fueron: el hierro, con media de 6,31 mg/100 g; el cobre, con media de 1,90 mg/100 g; y el zinc, con 11,43 mg/100 g. Esos resultados son considerables en términos porcentuales con valores proporcionales de 35%, 95% y 76,2% de relevancia, cuando comparados con las recomendaciones diarias de ingestión establecidas por la FAO/WHO²⁹.

Esos elementos tienen sus funciones de destaque en la formación de hemoglobina y hematíes y de mioglobinas en las fibras musculares, bien como en la producción energética mitocondrial, en la producción de antioxidantes y en la formación de radicales libres^{30,31}.

El gran destaque entre los micronutrientes presentes en la harina desgrasada de la castaña del Brasil es el selenio, debido a su acción funcional; cuando en presencia con la vitamina E, se considera uno de los mayores elementos antioxidantes. El promedio en esta investigación fue de 113,70 $\mu\text{g}/100\text{ g}$, superior a las recomendaciones diarias de ingesta³² tanto para hombres, de 75 μg , como para mujeres, de 55 μg .

La reducción porcentual lipídica promueve el aumento del tenor proteico, como consecuencia del proceso de extracción para la obtención del aceite. El tenor proteico se eleva, promoviendo la unión del selenio asociado a los aminoácidos metionina y cisteína, formando el complejo selenometionina y selenocisteína, además de la liga de otros minerales como el cobre y el hierro³³.

El selenio y el magnesio tienen acciones importantes en el sistema de defensas inmunológicas, antioxidantes y acción en el metabolismo de las glándulas tiroideas, por su acción enzimática con la yodotironina deiodinasa, que convierte la tiroxina (T_4) en triyodotironina (T_3). Así se comprueba que la hormona más actuante de la tiroidea es una selenoproteína³³.

Frente a esos datos, el aprovechamiento de subproductos de oleaginosas, como la harina desgrasada de la castaña del Brasil, tiene un alto contenido nutricional en macro y micronutrientes, lo que puede llevar al empleo para fines alimenticios, con informaciones detalladas sobre su composición nutricional, comparación con las recomendaciones diarias, valores biológicos y la calidad y cantidad de minerales presentes en esa y en otras materias primas.

ANÁLISIS DEL PERFIL DE AMINOÁCIDOS DE LA HARINA DESGRASADA

La calidad biológica de las diversas proteínas alimentares está relacionada directamente a su constitución en aminoácidos esenciales, bloques formadores de las estructuras proteicas (Tabla 4). La esencialidad de los aminoácidos y la calificación química son parámetros de relación entre el aminoácido de la muestra test y el aminoácido correspondiente tomado como referencia, considerando como patrón el de la FAO/WHO¹⁷. El aminoácido limitante es el que presenta la menor calificación química entre los aminoácidos analizados. Por otro lado, se observa que todos los aminoácidos con calificación química mayor a 1,0 son proteínas de alto valor biológico^{33,34}.

Los resultados mostrados en la tabla 4 indican que el aminoácido triptófano es un aminoácido limitante de menor valor, con calificación química de 0,88, seguido de la histidina, con 0,40, y de la leucina, con 0,64. Los aminoácidos sulfurados metionina e cisteína tienen los valores superiores con media de 25,30 y 7,50 mg/g , respectivamente, siendo computados sumados, en virtud de que la cisteína es formada

a partir de la metionina, con la mayor calificación química, 1,93 mg/g , mostrándose muy superior a la referencia, con valor 1,0 para las proteínas de alto valor biológico¹⁷.

Los aminoácidos de cadena ramificada isoleucina, leucina y valina presentan destaque en la industria alimentaria deportiva. Su desempeño local se diferencia por actuar en los músculos esqueléticos como camino primordial de acción. Los valores hallados fueron 11,30, 24,70 y 15,20 mg/g , con calificaciones químicas de 0,87, 1,30 y 1,17, respectivamente.

En estos datos se observa otra funcionalidad de esa materia prima, su aplicación en la elaboración de productos para practicantes de actividad física, con el objetivo de aprovechar su potencial funcional en aminoácidos esenciales y, en destaque, los aminoácidos de cadena ramificada, base de muchos productos aplicados con fines de hipertrofia muscular^{30,31}.

CONCLUSIÓN

El aprovechamiento agroindustrial del residuo desengrasado de la castaña del Brasil presenta gran valor nutricional, basado en sus elevados valores en lípidos y proteínas. E el aspecto funcional presente en ese material, como el tenor en fibras, la alta calificación química en aminoácidos sulfurados y de cadena ramificada, muestran las posibilidades de sustitución y de agregar valor en lo más diversos segmentos del sector alimenticio.

La composición de micronutrientes, con destaque para el tenor de selenio y manganeso, reafirma su riqueza nutricional y funcionalidad orgánica en la prevención de agravamientos a la salud humana. Su estándar de calidad biológica, expresada por el perfil de aminoácidos, muestra la potencialidad de la composición proteica de esa harina, principalmente como fuente de aminoácidos sulfurados y de aminoácidos de cadena ramificada.

El aprovechamiento de residuos agroindustriales, y el valor agregado a esos productos, se torna una considerable herramienta para la reducción de la contaminación ambiental, causada por el descarte inadecuado de esos materiales en el ambiente, paralelo al proseguimiento de la cadena agroindustrial y el valor agregado a esos compuestos.

La harina presenta potencial para ser aplicada en el enriquecimiento de diversos alimentos, como panificación, barras proteicas, etc. Además, hay productos oriundos de las almendras de la castaña del Brasil, como el aceite, la leche y demás derivados que son ampliamente utilizados, no solamente en el área alimenticia, sino también en diversos ramos industriales, como los cosméticos y los productos farmacéuticos, entre otros.



Aproveitamento dos resíduos de extração de óleo da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) em produtos alimentícios ricos em proteínas, lipídios e fibras

RESUMO

OBJETIVO: Analisar as composições nutricionais, minerais e aminoácidas do material resultante da extração do óleo da castanha-do-brasil. **MATERIAIS E MÉTODOS:** Seguiu-se o padrão internacional e a legislação brasileira vigente, obtendo-se a farinha desengordurada por extração em prensa hidráulica. Para a caracterização físico-química, usou-se a metodologia da *Association of Official Analytical Chemists*; para o teor de fibras totais utilizou-se a metodologia do Instituto Adolfo Lutz. Na composição em macro e microminerais, as amostras foram preparadas por digestão ácida assistida em forno micro-ondas com posterior leitura dos elementos por espectrometria; e o perfil de aminoácidos foi obtido por cromatografia líquida de alta eficiência e calculando-se o escore químico de cada um deles, em seguida comparado ao padrão da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura/Organização Mundial da Saúde. **RESULTADOS:** O material resultante da extração do óleo da castanha-do-brasil configura-se como uma farinha com alta relevância nutricional, com média de 502,08 kcal por 100 g. Além disso, destaca-se o teor proteico com média de 37,54%, o teor lipídico em torno de 35,68% e de fibras com 9,65 g/100 g. No que se refere aos micronutrientes, a farinha apresentou considerada riqueza mineral, com destaque para o selênio e o magnésio, com valores próximos ou acima das recomendações diárias de referência. Seu perfil de aminoácido mostrou a qualidade dos componentes estruturais, evidenciando os aminoácidos sulfurados, como a metionina e a cisteína, com valores médios de 25,3 e 7,5 mg/g, respectivamente, além da presença dos aminoácidos de cadeia ramificada. **CONCLUSÃO:** Evidencia-se que a qualidade nutricional e funcional torna esse subproduto apto para aplicação como matéria-prima de base ou em substituições parciais como composto de enriquecimento nutricional no setor alimentício.

Palavras-chave: Análise de Alimentos; Valor Nutritivo; Controle da Contaminação Ambiental.

The use of residues of extraction from Brazil nut oil (*Bertholletia excelsa*) in food products high in proteins, lipids and fibers

ABSTRACT

OBJECTIVE: Analyzing nutritional, mineral and amino acid compositions of resulting material of oil extraction from Brazil nut oil. **MATERIALS AND METHODS:** International standard and current Brazilian laws were used, so the defatted Brazil nut flour was obtained by extraction in hydraulic press. For the physicochemical characterization it was used the methodology from *Association of Official Analytical Chemists*, the methodology from the Instituto Adolfo Lutz was used for the contents of total fibers. In the composition of macro and microminerals, the samples were prepared by acid digestion in microwave with further reading of the elements by spectrometry; and amino acid profile was obtained by high performance liquid chromatography and by chemical score of each amino acid, after that was compared to the Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization. **RESULTS:** The material resulting from Brazil nut oil is flour with a high nutritional quality with an average of 502.08 kcal per 100 g. In addition, the protein content showed an average of 37.54%, the lipid content around 35.68% and fibers with 9.65 g/100 g. About micronutrients, flour presented mineral richness, especially selenium and magnesium, with values close to or above the daily recommendations of references. Its amino acid profile showed the quality of structural components, evidencing sulfur amino acids such as methionine and cysteine, with mean values of 25.3 and 7.5 mg/g, respectively, besides the presence of branched-chain amino acids. **CONCLUSION:** It is evidenced that nutritional and functional quality makes this by-product suitable for application as a basic raw material or in partial substitutions as compound of nutritional enrichment in the food industry.

Keywords: Food Analysis; Nutritional Value; Control of Environmental Contamination.



REFERENCIAS

- 1 Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT [Internet] Rome: FAO; 2010 [cited 2010 Mar 12]. Available from: <http://faostat.fao.org/beta/en/#home>.
- 2 Kobori CN, Jorge N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais. *Cienc Agrotec*. 2005 set-out;29(5):1008-14.
- 3 Santos OV, Lopes AS, Azevedo GO, Santos AC. Processing of Brazil-nut flour: characterization, thermal and morphological analysis. *Cienc Tecnol Aliment*. 2010 May;30 Suppl 1:S264-9.
- 4 Thassitou PK, Arvanitoyannis IS. Bioremediation: a novel approach to food waste management. *Trends Food Sci Tech*. 2001 May-Jun;12(5-6):185-96.

- 5 Santos OV. Desenvolvimento de barras de alto teor proteico a partir da castanha-do-Brasil [dissertação]. Belém (PA): Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia; 2008.
- 6 Yang J. Brazil nuts and associated health benefits: a review. *Food Sci Technol*. 2009 Dec;42(10): 1573-80.
- 7 Enríquez G, Silva MA, Cabral E. Biodiversidade da Amazônia: usos e potencialidades dos mais importantes produtos naturais do Pará. Belém: NUMA/UFPA; 2003.
- 8 Santos OV, Corrêa NCF, Soares FASM, Gioielli LA, Costa CEF, Lannes SCS. Chemical evaluation and thermal behavior of Brazil nut oil obtained by different extraction processes. *Food Res Int*. 2012 Jul;47(2):253-8.
- 9 Brasil. Decreto lei nº 51.209, de 18 de agosto de 1961. Aprova as novas especificações para a classificação e fiscalização da exportação da "Castanha do Brasil". *Diário Oficial da União, Brasília (DF)*, 18 ago 1961; Seção 1:7523.
- 10 Tonini H, Costa P, Kaminski PE. Estrutura e produção de duas populações nativas de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* O. Berg) em Roraima. *Rev Floresta*. 2008 jul-set;38(3):445-57.
- 11 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Programa SIDRA: Bancos de Dados Agregados [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; 2010 [citado 2012 jan 5]. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>.
- 12 ALICEweb: Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior [Internet]. Brasília: Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços; 2010 [citado 2012 jan 5]. Disponível em: <http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br>.
- 13 Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; 1985.
- 14 Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of AOAC International [Internet]. 17th ed. Gaithersburg: AOAC; 2000 [cited 2014 Nov 12]. Available from: http://www.aoac.org/iMIS15_Prod/AOAC/Home/AOAC_Member/Default.aspx?hkey=8fc2171a-6051-4e64-a928-5c47dfa25797.
- 15 Anderson L, Dibble MV, Turkki PR, Mitchell HS. Nutrição. 17. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1988.
- 16 Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional e Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. *Diário Oficial da União, Brasília (DF)*, 2003 dez 26; Seção 1:33.
- 17 World Health Organization. Energy and protein requirements [Internet]. Geneva: WHO; 1985 [cited 2011 Apr 13]. (WHO Report series; no. 724). Available from: <http://www.fao.org/docrep/003/aa040e/aa040e00.htm>.
- 18 Brasil. Ministério de Estado da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Portaria nº 554, de 30 de agosto de 1995. Estabelece a norma de identificação e qualidade, acondicionamento e transporte de farinhas de mandioca para fins de comercialização. *Diário Oficial da União, Brasília (DF)*, 1995 set 1; Seção 1:13515.
- 19 Carvalho AV. Extração, concentração e caracterização físico-química e funcional das proteínas de semente de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum) [tese]. Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, 2004.
- 20 Silva MS, Naves MMV, Oliveira RB, Leite OSM. Composição química e valor proteico do resíduo de soja em relação ao grão de soja. *Cienc Tecnol Aliment*. 2006 jul-set;26(3):571-6.
- 21 Miamoto JBM. Obtenção e caracterização de biscoito tipo cookies elaborado com farinha de inhame (*Colocasia esculenta* L.) [dissertação]. Lavras (MG): Universidade Federal de Lavras; 2008.
- 22 Souza JML, Negreiros JRS, Álvares VS, Leite FMN, Souza ML, Reis FS, et al. Variabilidade físico-química da farinha de mandioca. *Cienc Tecnol Aliment*. 2008 out-dez;28(4):907-12.
- 23 Bueno ROG. Características de qualidade de biscoito e barras de cereais ricos em fibra alimentar a partir de farinha de semente e polpa de nêspera [dissertação]. Curitiba (PR): Universidade Federal do Paraná; 2005.
- 24 Ribeiro AG. Desenvolvimento de produto tipo shake utilizando farinha de tremçoço doce (*Lupinus albus*) cv Multolupa, decorticada e desengordurada [dissertação]. Araraquara (SP): Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Farmacêuticas; 2006. 71 p.
- 25 Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico referente a informação nutricional complementar. *Diário Oficial da União, Brasília (DF)*, 1998 jan 16; Seção 1:1.
- 26 Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro 2005. Aprova o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. *Diário Oficial da União, Brasília (DF)*, 2005 set 23; Seção 1:368.

- 27 Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 8, de 2 de junho de 2005. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo. Diário Oficial da União, Brasília (DF), 2015 jun 3; Seção 1:91.
- 28 Dutra-de-Oliveira JE, Marchini JS. Ciências nutricionais: aprendendo a aprender. 2. ed. São Paulo: Sarvier; 2008.
- 29 Food Agriculture Organization of the United Nations. Dietary protein quality evaluation in human nutrition: report of an FAO expert [Internet]. Rome: FAO; 2013 [cited 2012 Mar 23]. (FAO Food and nutrition paper; nº 92). Available from: <http://www.fao.org/ag/humannutrition/35978-02317b979a686a57aa4593304ffc17f06.pdf>.
- 30 Macdle WD, Katch IF, Katch LV. Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003.
- 31 Mahan LK, Escott-Stump S. Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia. 10. ed. São Paulo: Roca; 2002. 1157 p.
- 32 Kannamkumarath SS, Wrobel K, Wuilloud RG. Studying the distribution pattern of selenium in nut proteins within formation obtained from SECUV- ICP-MS and CE -ICP-MS. Talanta. 2005 Mar;66(1):153-9.
- 33 Waitzberg DL. Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica. 3. ed. São Paulo: Atheneu; 2000.
- 34 Pires CV, Oliveira MGA, Rosa JC, Costa NMB. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes proteicas. Cienc Tecnol Aliment. 2006 jan-mar;26(1):179-87.

Recibido en / Recebido em / Received: 6/7/2015
Aceptado en / Aceito em / Accepted: 19/8/2016

Se refiere al doi: 10.5123/S2176-62232016000400003, publicado originalmente en portugués.

Traducido por: Lota Moncada

Cómo citar este artículo / How to cite this article:

Souza ALG, Ferreira MCR, Corrêa NCF, Santos OV. Aprovechamiento de los residuos de extracción del aceite de la nuez de Brasil (*Bertholletia excelsa*) en productos alimenticios ricos en proteínas, lípidos y fibras. Rev Pan-Amaz Saude. 2016 oct-dic;7(4):1-10. Doi: <http://dx.doi.org/10.5123/S2176-62232016000400003>