

Potencial agroindustrial de cáscaras de mango (*Mangifera indica*) variedades Keitt y Tommy Atkins

Agro industrial potential of peels of mango (*Mangifera indica*)
Keitt and Tommy Atkins

Liliana Serna Cock y Cristian Torres León

Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, Facultad de Ingeniería y Administración. Carrera 32 Chapinero, Vía Candelaria, Bloque 25, 3° piso, oficina 3170. Palmira, Valle del Cauca, Colombia. Autora para correspondencia: lserna@unal.edu.co

Rec.:20.05.2014 Acep.:09.09.2014

Resumen

En el estudio se evaluó el potencial agroindustrial de las cáscaras de mango de las variedades Keitt y Tommy Atkins, por sus características de rendimientos, contenidos en compuestos fenólicos totales y composición proximal (materia seca, proteína, extracto etéreo, cenizas, fibras dietéticas y energía bruta). Las cáscaras se liofilizaron con el fin de preservar sus compuestos antioxidantes. Se utilizó un diseño unifactorial con dos niveles (variedades) y los datos se presentan como media \pm desviación estándar ($P \leq 0.05$). Con el procesamiento artesanal se produjeron $13.5 \pm 0.48\%$ de cáscaras para la variedad Tommy Atkins y $16.1 \pm 0.5\%$ para la variedad Keitt, con materia seca de 18 y 17%, respectivamente. Por sus contenidos de materia seca, estos residuos agroindustriales tienen un alto potencial para desarrollar productos de valor agregado. Ambas variedades presentaron cáscara con alto contenido de fibras soluble e insoluble (Keitt 22.1%bs y Tommy Atkins 19.9% bs). Se concluye que las cáscaras de mango de estas variedades tienen potencial como ingrediente o suplemento alimentario y en la formulación de alimentos funcionales prebióticos, ya que son una excelente fuente de fibra dietética y de compuestos fenólicos (> 3000 mg/100 g de MS).

Palabras clave: Antioxidantes, caracterización, fibra dietética, frutas, subproductos.

Abstract

According to yield contents of total phenols and their proximate composition (dry matter, protein, ether extract, ash, dietary fiber, and gross energy) the agro-industrial potential of the peels from the mango varieties Keitt and Tommy Atkins was evaluated. The peels were lyophilized in order to preserve its antioxidant compounds. A univariate design with two levels was used, data were presented as mean \pm standard deviation ($p \leq 0.05$). The artisanal processing generated $13.5 \pm 0.48\%$ of peels for variety Tommy Atkins and $16.1 \pm 0.5\%$ for the Keitt variety, dry matter of 18 and 17% respectively. The contents of dry matter make these agro-industrial wastes are potential to develop value-added products. The contents of soluble and insoluble fiber coincided with the classification of high fiber content (22.1% db Keitt and Tommy Atkins 19.9% bs., It was concluded that the mango peels and Tommy Atkins variety Keitt have potential as a food ingredient, dietary supplement, and the formulation of functional foods prebiotics, because they are excellent source of dietary fiber and phenolic compounds (> 3000 mg.100g-1 D.M.).

Keywords: Antioxidants, characterization, dietary fiber, fruits, Subproducts.

Introducción

Los residuos de la agroindustria de frutas son utilizados con frecuencia para la generación de productos de valor añadido, lo que permite mitigar problemas ambientales como propagación de plagas, malos olores, contaminación de suelos y de cuerpos de agua, entre otros. Los residuos del procesamiento de guayaba han sido utilizados para la producción de etanol, compuestos antimicrobianos, biomasa ácido láctico y ácido láctico (Serna *et al.*, 2013), además, las semillas de algunas frutas son empleadas para la extracción de ácidos grasos (Sogi *et al.*, 2013). Los residuos de banano son útiles en las formulaciones para alimentación animal (Dormond *et al.*, 2011) y los de piña se utilizan como sustrato para la síntesis de ácido láctico (Araya *et al.*, 2010); las cáscaras de varias frutas han sido utilizadas para la extracción de pectina (Prakash *et al.*, 2014). Las semillas de uvas son utilizadas para extraer antioxidantes naturales y aceites con altos contenidos de ácidos grasos insaturados (Maier *et al.*, 2009). De los subproductos vegetales es posible obtener fibras dietéticas de alto valor prebiótico (O'Shea *et al.*, 2012) y compuestos antioxidantes (Fernández *et al.*, 2012). Los estudios de Kim *et al.* (2012) muestran que los extractos etanólicos de cáscara de mango variedad Irwin ayudan a la prevención del cáncer de cuello uterino. Los compuestos bioactivos y la fibra dietética presentes en residuos agroindustriales de frutas se utilizan ampliamente como ingredientes de alimentos funcionales, debido a sus beneficios potenciales para la salud; sin embargo, para encontrar el uso potencial de los residuos agroindustriales es necesario hacer su caracterización como punto de inicio para el desarrollo de productos de valor añadido.

Aunque un porcentaje mínimo de la cáscara generada en el procesamiento del mango se utiliza actualmente para la fabricación de concentrados, la mayor parte es considerada como un residuo y termina siendo una fuente de contaminación ambiental. El objetivo de este trabajo fue evaluar el potencial agroindustrial de las cáscaras de mango de las variedades Keitt y Tommy

Atkins, de acuerdo con sus rendimientos, contenidos en compuestos fenólicos totales y composición proximal (extracto etéreo, grasa, proteína, cenizas, fibra dietética soluble e insoluble celulosa, hemicelulosa, lignina y energía bruta).

Materiales y métodos

Materia prima. Se utilizaron mangos de las variedades Keitt y Tommy Atkins en estado de madurez 3 (Icontec, 2003) provenientes de la empresa frutícola Barahonda, localizada en Palmira, Colombia. Para el estudio se tomaron 14 mangos de la variedad Keitt con peso por unidad de $564.19 \pm 10,72g$ y 15 mangos de la variedad Tommy Atkins con un peso por unidad de $518.42 \pm 10.95g$ que fueron lavados con agua potable y posteriormente sumergidos en agua clorada (100 ppm de hipoclorito de sodio) durante 10 min. Seguidamente se les removió la cáscara con un pelador previamente desinfectado con una solución de 200 ppm de hipoclorito de sodio. Las cáscaras fueron depositadas en bolsas de polietileno estériles para proceder a su pesaje. El rendimiento porcentual se determinó dividiendo el peso de la cáscara retirada sobre el peso total de cada fruto.

Medición de compuestos fenólicos totales. Para la medición de los compuestos fenólicos totales las cáscaras se congelaron a $-20^{\circ}C$ por 24 h. Posteriormente se liofilizaron (Labconco Freezone 4.5 USA) a presión de vacío de 133×10^{-3} mBar. Transcurrido el tiempo de liofilización se pesaron en una balanza analítica Mettler Toledo (AE200, Suiza) y se almacenaron en bolsas de PE resellables a $5^{\circ}C$. De cáscaras liofilizadas de cada variedad se prepararon extractos etanólicos de 1 g y se adicionaron en 20 ml de etanol a 80% antes de centrifugar a 5000 r.p.m. (Eppendorf centrifuge 5804R, Alemania) durante 30 min. A partir de una solución madre de 0.2 mg/ml de AG (ácido gálico) se realizó una curva de calibración con diluciones para obtener finalmente lecturas en concentraciones de AG de 0.12, 0.1, 0.08, 0.06, 0.04 y 0.02 mg/ml. La concentración de compuestos fenólicos totales en extractos se midió mediante espectrofotometría, con base en una reacción colorimétrica de óxido-reducción.

El agente oxidante utilizado fue el reactivo de Folin-Ciocalteu, según el método descrito por Ajila *et al.* (2008), con ligeras modificaciones, como se describe a continuación: de cada variedad se tomó una alícuota de 1 ml de extracto etanólico que se llevó a un balón volumétrico de 25 ml, se adicionaron 9 ml de agua destilada, y 1 ml de reactivo Folin-Ciocalteu, se agitó y se colocó en reposo por 5 min y posteriormente se adicionaron 10 ml de Na₂CO₃ (7%), el volumen se completó con agua destilada. Los balones fueron agitados y colocados en reposo en condiciones de oscuridad por 90 min., a 23°C. Transcurrido este tiempo se tomó la lectura de absorbancia a 725 nm utilizando un espectrofotómetro (Thermo-Genesis 10 uv). Los resultados fueron expresados como equivalentes de ácido gálico (GAE) en mg/100g de muestra seca y se calcularon con la ecuación obtenida por la curva de calibración.

Análisis de la composición proximal.

La materia seca se determinó por el método AOAC 934.01 (1990), el contenido de proteína bruta (PB) por titulación (Kjeldahl, 1883), los contenidos de cenizas y grasa de acuerdo con el método AOAC 942.05 (1990), los de fibras soluble e insoluble según los métodos enzimáticos gravimétricos (AOAC 991.43, 1993), los de celulosa, hemicelulosa y lignina fueron calculados determinando la fibra detergente neutra (FDN) y la fibra detergente ácida (FDA) por el método de VanSoest (1991) modificado con la metodología de Ankom 200/220. Los carbohidratos totales fueron obtenidos por la ecuación $Ct = 100 - \% \text{ proteína} + \% \text{ extracto etéreo} + \% \text{ cenizas}$. El contenido de energía se determinó con bomba calorimétrica y el rendimiento porcentual dividiendo el peso de la cáscara retirada/peso total de cada fruto.

Análisis estadístico. Los análisis se presentan como media \pm desviación estándar. Para evaluar el potencial agroindustrial de los residuos de cáscaras de mango se utilizó un diseño unifactorial con dos niveles. Factor variedad de mango, y niveles variedad Keitt y variedad Tommy Atkins. Las variables de respuesta fueron rendimiento, contenido de compuestos fenólicos totales, materia seca, celulosa, hemicelulosa, lignina, fibra die-

tética soluble e insoluble, extracto etéreo, grasa, proteína, cenizas y energía bruta. Los resultados se analizaron a través del software SAS 9.3. ($P \leq 0.05$).

Resultados y discusión

Rendimientos

Los rendimientos en porcentajes para cáscara fueron 16.1 ± 0.5 para la variedad Keitt y 13.5 ± 0.5 para la variedad Tommy Atkins ($P < 0.05$), valores que se encuentran dentro de los rangos para estas variedades (Ajila *et al.*, 2007).

Compuestos fenólicos totales

Los valores para los compuestos fenólicos totales en las cáscaras se presentan en el Cuadro 1 y concuerdan con los encontrados por Sogi *et al.* (2013) para la variedad Tommy Atkins cultivada en los Estados Unidos (3185 mg/100 g) y por Ajila *et al.* (2007) en variedades asiáticas (3331 y 4631 mg/100 g), aunque fueron inferiores que los reportados en la variedad mexicana Ataulfo (6813 mg/100 g) (García *et al.*, 2013) y en la variedad Keitt cultivada en España (Dorta *et al.*, 2012). Con base en estos resultados se puede deducir que las cáscaras de mango pulverizadas, en especial de la variedad Keitt, es una buena fuente de compuestos antioxidantes o compuestos fenólicos totales. Las coloraciones rojizas de las cáscaras son un indicativo indirecto del alto contenido de antioxidantes en mango. No obstante, en el presente estudio el contenido (mg/100 g) de compuestos fenólicos totales fue más bajo que el encontrado en algunas frutas frescas: 138-179 en guayaba, 75 en naranja y 28 en papaya (Lim *et al.*, 2007).

Cuadro 1. Compuestos fenólicos totales (mg/100 g -AG) en cáscara de mango.

Variedad	Compuestos fenólicos totales (mg/100 g)^a
Tommy	3587.71 \pm 100.46
Keitt	4671.02 \pm 162.74

a. Valores están expresados en peso seco. Los datos son la media \pm desviación estándar de tres repeticiones. Los compuestos fenólicos se expresaron como mg de ácido gálico.

Contenido de nutrientes

Las composiciones nutritivas de las cáscaras de mango de las variedades Tommy Atkins y Keitt se incluyen en el Cuadro 2. Los valores de proteína fueron similares a los reportados en la literatura para este compuesto en cáscaras de mango (entre 1% y 4.2%) (Stefanello y Rosa, 2012). Los contenidos en carbohidratos y proteína en las cáscaras de mango variedad Tommy Atkins indican que

este residuo de la agroindustria podría ser utilizado como fuente de carbono y nitrógeno en sustratos de fermentación de origen orgánico; como se sabe, en la industria de las fermentaciones se utilizan fuentes inorgánicas de nitrógeno, las cuales tienden a ser costosas en los medios de cultivo, lo que se ha convertido en un limitante para la elaboración de productos orgánicos obtenidos por fermentación.

Cuadro 2. Composición en macronutrientes (%) de cáscaras de mango.

Variedad	MS total	Proteína	Extracto etéreo	Ceniza	Carbohidratos totales
Tommy Atkins	17.19 ± 0.01	3.88 ± 0.07	1.78 ± 0.34	2.93 ± 0.02	91.41 ± 0.41
Keitt	18.41 ± 0.01	1.66 ± 0.04	1.87 ± 0.16	3.20 ± 0.18	93.27 ± 0.20

Los valores se encuentran expresados en peso seco. Los datos son la media ± desviación estándar.

El contenido de extracto etéreo fue similar en ambas variedades, aunque menor que el encontrado por Ajila *et al.* (2008) y las variaciones pueden ser debidas a factores climáticos, de cultivo y de variedad. Los contenidos de cenizas fueron mayores que los hallados previamente en cáscaras de mango por Stefanello y Rosa (2012). Por tanto, se pueden considerar como fuentes potenciales de minerales. Ribeiro y Schieber (2010) reportaron la presencia de potasio, calcio, cobre, zinc, manganeso, hierro y selenio en cáscaras de mango; las

diferencias en los resultados están directamente relacionadas con las condiciones de cultivo y las diferencias genéticas de las variedades utilizadas.

Contenido de fibras

Los contenidos de fibras soluble e insoluble se muestran en el Cuadro 3. Ambas variedades de mango presentaron mayor contenido de fibra dietética insoluble, lo que coincide con lo encontrado en México por Vergara *et al.* (2007) trabajando con mango Tommy Atkins (14.25%).

Cuadro 3. Fibra dietética (%) de cáscara de mango.

Variedad	FDS	FDI	FDT	Lignina	Hemi-celulosa	Celulosa
Tommy Atkins	3.53 ± 0.78	16.43 ± 0.45	19.96 ± 0.33	6.97 ± 0.36	2.01 ± 0.18	4.32 ± 1.07
Keitt	4.20 ± 0.98	18.17 ± 0.70	22.18 ± 0.28	4.71 ± 0.65	3.83 ± 0.45	7.79 ± 0.07

Los valores se encuentran expresados en peso seco. Los datos son la media ± desviación estándar. FDS=fibra dietética soluble, FDI=fibra dietética insoluble, FDT= fibra dietética total.

Según la Comisión Europea (2006) para que un alimento sea considerado como fuente de fibra debe contener > 3% de este nutriente y cuando este valor es > 6%, el alimento se estima alto en fibra. En consecuencia, las cáscaras de mango de las

variedades estudiadas se clasifican dentro de la categoría alimento alto en fibra, así que pueden ser utilizadas para preparar concentrados funcionales y en formulaciones prebióticas por sus propiedades anticancerígenas (Sánchez *et al.*, 2013) y reguladoras

del nivel de colesterol en sangre (Elleuch *et al.*, 2011; Nawirska, 2005). La fibra dietética en mango, especialmente la soluble, tiene la capacidad de retener agua, y de disminuir el tiempo de absorción de nutrientes (Yuyama *et al.*, 2002)

La fibra dietética total está compuesta por fibras soluble e insoluble. La primera está constituida por pectinas y gomas; y la insoluble por celulosa, lignina y una parte de hemicelulosa. Según estos contenidos se pueden identificar futuras funcionalidades de las fibras, por ejemplo, la fibra soluble se asocia a la disminución de riesgos como el colesterol, el estreñimiento y la glucosa en la sangre. El contenido alto de fibra insoluble está directamente relacionado con el mejoramiento en el tránsito digestivo. Aunque la fibra de mango no se propone como producto para consumo directo, al comparar su contenido de fibra en cáscara con el contenido de fibra de productos procesados, se puede inferir que esta fibra es de superior calidad que la de productos tradicionales como pan integral y de trigo (Hollmann *et al.*, 2013; Dodevska *et al.*, 2013).

Los contenidos de energía bruta en las cáscaras de mango de las variedades Keitt y Tommy Atkins presentaron valores de 3504.432 cal/g de MS y 3813.550 cal/g de MS, respectivamente, los cuales son inferiores a los encontrados en pulpa de mango (61510 cal/g) por Ribeiro y Schieber (2010). Las diferencias son debidas a que en la pulpa de la fruta se concentra el mayor contenido de carbohidratos, los cuales representan mayor contenido de energía. Los contenidos de energía de las materias primas usadas comercialmente para obtener fibras dietéticas en la industria de alimentos es un factor importante a la hora de diseñar productos. Teniendo en cuenta el alto contenido de fibra insoluble (Cuadro 3), se sugiere la realización de pruebas de digestibilidad para establecer la cantidad de energía que puede ser retenida en el organismo.

Conclusiones

- Las cáscaras de mango de las variedades Keitt y Tommy Atkins tienen potencial en la agroindustria, como componentes de

alimentos procesados en formulaciones prebióticas debido a que son fuente potencial de antioxidantes y de fibra dietética, especialmente celulosa.

- Los contenidos de fibra de las cáscaras de mango de las variedades estudiadas, fueron mayores que los contenidos de fibra de productos procesados considerados como buena fuente de fibra.
- La cáscara de mango utilizada en forma pulverizada es una fuente potencial para la elaboración de alimentos funcionales que mejoran los contenidos nutritivos.

Agradecimientos

Al Programa Jóvenes Investigadores e Innovadores Virginia Gutiérrez de Pineda del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colciencias.

Referencias

- Ajila, C.; Leelavathi, K.; y Rao, P. 2008. Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *J. Cereal Sci.* 48: 319-326.
- Ajila, C.; Bhat, S.; y Rao, P. 2007. Valuable components of raw and ripe peels from two Indian mango varieties. *Food Chem.* 102 (4):1006 - 1011.
- AOAC 934.01. 1990. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists 15 Ed., Method 934.01. Virginia, EE.UU.
- AOAC 942.05. 1990. Official methods of analysis of the Association of official Analytical chemists. 15 Ed., Arlington , Virginia, USA. Metodo número 942.05.
- AOAC 991.43. 1993. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International. Methods of analysis for nutrition the being chapter Method 991.43. Dietary fiber. (Virginia) EE.UU..
- Araya, C.; Rojas, C.; y Velázquez, C. 2010. Síntesis de ácido láctico, a través de la hidrólisis enzimática simultánea a la fermentación de un medio a base de un desecho de piña (*Ananas comosus*), para su uso como materia prima en la elaboración de ácido poliláctico. *Rev. Iberoam. Pol.* 7(11):407 - 416.
- Dodevska, M.; Djordjevic, B.; Sobajic, S.; Miletic, I.; Djordjevic, P.; y Dimitrijevic. V. 2013. Characterisation of dietary fibre components in cereals and legumes used in Serbian diet. *Food Chem.* 141(3):1624 - 1629.

- Dormond, H.; Rojas, A.; Boschini, C.; Mora, G.; y Sibaja, G. 2011. Evaluación preliminar de la cáscara de banano maduro como material de ensilaje, en combinación con pasto King Grass (*Pennisetum purpureum*). Revista electrónica de las sedes regionales de la Universidad de Costa Rica 23(12):17 - 31.
- Dorta, E.; Lobo, G.; y González, M. 2012. Using drying treatments to stabilise mango peel and seed : Effect on antioxidant activity. Food Sci. Techn. 45(2):261 - 268.
- Elleuch, M.; Bedigian, D.; Roiseux, O.; Besbes, S.; Blecker, C.; y Attia, H. 2011. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. Food Chem. 124(2):411 - 421.
- European Commission (2006) Regulation (EC) No 1924/2006 of the European Parliament and of the Council of 20 December 2006 on nutrition and health claims made on foods. Official Journal of the European Union L404. 2006. p. 9 - 25.
- Fernández, T.; Casas, L.; Mantell, C.; Rodríguez, M.; y Martínez, E. 2012. Extraction of antioxidant compounds from different varieties of *Mangifera indica* leaves using green technologies. J. Supercritical Fluids 72:168 - 175.
- García, M; García, H; Bello, L; Sáyago, S.; y Doca, M. 2013. Functional properties and dietary fiber characterization of mango processing by-products (*Mangifera indica* L., cv. Ataulfo and Tommy Atkins). Plant Foods Human Nutr. 68(3):254 - 8.
- Hollmann, J.; Themeier, H.; Neese, U.; y Lindhauer, M. 2013. Dietary fibre fractions in cereal foods measured by a new integrated AOAC method. Food Chem. 140(3):586 - 589.
- Icontec 2003. Norma Técnica Colombiana 5210. Frutas frescas. Mango variedades mejoradas. Especificaciones.
- Kim, H.; Kim, H.; Mosaddik, A.; Gyawali, R.; Ahn, K.; y Kim, S. 2012. Induction of apoptosis by ethanolic extract of mango peel and comparative analysis of the chemical constituents of mango peel and flesh. Food Chem. 133(2):416 - 422.
- Kjeldahl, J.1883. Neue Methode Zúr Bestimmung der Stickstoffs in organischen Körpern. Z. Anal. Chem. 22:366 - 382.
- Lim, Y.; Lim, T.; y Tee, J. 2007. Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study. Food Chem. 103(3):1003 - 1008.
- Maier, T.; Schieber, A.; Kammerer, D.; y Carle, R. 2009. Residues of grape (*Vitis vinifera* L.) seed oil production as a valuable source of phenolic antioxidants. Food Chem. 3(112):551 - 559.
- Nawirska, A. 2005. Binding of heavy metals to pomace fibers. Food Chem. 90(3):395 - 400.
- O'Shea, N.; Arendt, E.; y Gallagher, E. 2012. Dietary fibre and phytochemical characteristics of fruit and vegetable by-products and their recent applications as novel ingredients in food products. Inn. Food Sci. Emerging Technol. 16:1-10.
- Prakash, J.; Sivakumar, V.; Thirugnanasambandham, K; y Sridhar, R. 2014. Microwave assisted extraction of pectin from waste *Citrullus lanatus* fruit rinds. Carboh. Pol. 101:786-791.
- Ribeiro, S.; y Schieber, A. 2010. Bioactive Compounds in Mango (*Mangifera indica* L.). Bioactive Foods Prom. Health. 34:507 - 523.
- Sánchez, S.; Lizárraga, D.; Miranda, A.; Vinardell, M.; y García, F. 2013. Grape antioxidant dietary fiber inhibits intestinal polyposis in ApcMin/+ mice: relation to cell cycle and immune response. Carcinogenesis 8(34):1881 - 1888.
- Serna, L.; Mera, J.; y Angulo, J. 2013. Guava *Psidium* guajava seed flour and dry *Aspergillus niger* mycelium as nitrogen sources for the production of biomass and antimicrobial compounds produced by *Weissella confusa*. Electr. J. Biotech. 16(6):1-9.
- Sogi, D.; Siddiq, M.; Greiby, I.; y Dolan, K. 2013. Total phenolics, antioxidant activity, and functional properties of Tommy Atkins mango peel and kernel as affected by drying methods. Food Chem. 141(3):2649-55.
- Stefanello, C. y Rosa, C. 2012. Composición aproximada de las cáscaras de diferentes frutas. Rev. Ciencia Tecnol. 17:34-37.
- Van Soest, P. J.; Robertson J. B.; y Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74:3583 - 3597.
- Vergara, N.; Granados, E.; Agama, E. ; Tovar, J.; y Ruales, J. 2007. Fibre concentrate from mango fruit: Characterization, associated antioxidant capacity and application as a bakery product ingredient. Food Sci. Techn. 40(4):722-729.
- Yuyama, L.; Barros, S.; Aguiar, J.; Yuyama, K.; y Filho, D. 2002. Quantificacao de fibra alimentar em algumas populacoes de Cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal), Camu Camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh) e Acai (*Euterpe oleracea* Mart). Acta Amazónica. 32(3):491 - 497.