

Caracterización nutricional de la harina integral de algarroba (*Prosopis alpataco*) de la norpatagonia Argentina

Boeri, Patricia¹; Lucrecia Piñuel^{1,3}; Sandra Sharry^{1,2,4,5}; Daniel Barrio^{1,3}

¹Universidad Nacional de Río Negro-Sede Atlántica-departamento de Ciencias Exactas, Naturales y de Ingeniería. Don Bosco y Leloir (8500) Viedma, Río Negro, Argentina. pboeri@unrn.edu.ar; ²Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Calle 60 s/n. La Plata, Buenos Aires. Argentina. ssharry@agro.unlp.edu.ar; ³CONICET- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas; ⁴CIC- Comisión de Investigaciones Científicas, Provincia de Buenos Aires; ⁵ssharry@agro.unlp.edu.ar

Boeri, Patricia; Lucrecia Piñuel; Sandra Sharry; Daniel Barrio (2017) Caracterización nutricional de la harina integral de algarroba (*Prosopis alpataco*) de la norpatagonia Argentina. Rev. Fac. Agron. Vol 116 (1): 129-140.

La biodiversidad genética de los recursos regionales brinda la posibilidad de obtener productos derivados de la bioprospección, con el objeto de buscar nuevos alimentos con alto valor nutricional para el consumo humano. El objetivo del presente trabajo fue estudiar la composición química y nutricional de los frutos de *Prosopis alpataco* procedente de la Norpatagonia Argentina especie nativa de la zona árida. Para ello, se obtuvo una harina integral a partir de las chauchas. Para evaluar el valor nutricional de la harina integral (317,15 Kcal/100 g) se determinó la composición centesimal de la misma. La harina integral posee un alto contenido de proteínas e hidratos de carbonos (10 y 62% del peso seco, respectivamente) con lo cual, las vainas de esta especie constituyen un potencial recurso alimentario. El contenido de grasas determinado, nos indicó que la harina integral de *P. alpataco* constituye un producto de bajo contenido de lípidos (3,23%) y la relación entre grasas insaturadas/saturadas fue de 4:1. La presencia de polifenoles y factores antinutricionales como fitoaglutininas fueron evaluados en la harina (33,8 mg GAE/100 g Peso y 0,35 HA/mg ml de proteína total, respectivamente). En conclusión, los resultados sugieren que la harina integral podría utilizarse como suplemento dietario para la industria alimentaria, ya sea en la elaboración de alimentos para consumo humano o animal.

Palabras claves: leguminosas, valor nutricional, polifenoles

Boeri, Patricia; Lucrecia Piñuel; Sandra Sharry; Daniel Barrio (2017) Nutritional characterization of integral flour of *Prosopis alpataco* from the northern patagonia Argentina. Rev. Fac. Agron. Vol 116 (1): 129-140.

The genetic diversity of regional resources provides the ability to obtain products derived from bioprospecting, in order to find new foods with high nutritional value for human consumption. The aim of this work was to study the chemical and nutritional composition of the fruits of *Prosopis alpataco* from the Northern Patagonia Argentina, native species of the arid zone. For this, whole flour was obtained from the full pod. To assess the nutritional value of integral flour (317.15 Kcal / 100 g) the percentage composition was determined. Whole pod flour has a high content of protein and carbohydrates (10 and 62% of dry weight, respectively) which, pods of this species are a food resource potential. The content of fats, told us that the whole meal is a product *P. alpataco* low lipid content (3.23%) and the ratio of unsaturated / saturated fat was 4: 1. The presence of polyphenols and antinutritional factors as fitoaglutininas were evaluated flour (33.8 mg GAE / 100 g and 0.35 weight HA / mg ml total protein, respectively). In conclusion, the results suggest that integral flour could be used as a dietary supplement for the food industry, either in the preparation of food for human or animal consumption.

Key words: leguminosae, nutritional value, polyphenols

Recibido: 08/09/2016

Aceptado: 22/03/2017

Disponibile on line: 31/07/2017

ISSN 0041-8676 - ISSN (on line) 1669-9513, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Argentina

INTRODUCCIÓN

La biodiversidad genética de productos naturales es un elemento clave en el desarrollo económico de países como Argentina. Su biodiversidad específica, especialmente en ecosistemas áridos y semiáridos, brinda la posibilidad de obtener productos derivados de la bioprospección y de las biotecnologías simples.

Es indispensable profundizar el conocimiento sobre especies nativas como propiedades biológicas, fotoquímicas y ecológicas para el aprovechamiento exitoso en programas de conservación, biocomercio y uso sustentable. Existe por otra parte, un creciente interés por conocer los recursos silvestres regionales y su valor nutricional, con el objeto de buscar nuevos alimentos para el consumo humano (Figueiredo et al., 1993). En las comunidades del monte patagónico, las especies nativas son altamente valoradas como recurso alimenticio. Sin embargo, existe escasa información local o regional sobre la composición nutricional de las mismas.

El género *Prosopis* constituye un significativo recurso alimenticio para los humanos y animales de regiones áridas y semiáridas del mundo (Galán et al., 2008; Silva et al., 2000). El valor nutritivo de los Algarrobos reside principalmente en sus frutos, llamados bajo el nombre común de "algarrobos" "chauchas" o "vainas" las cuales poseen semillas de excelente calidad nutricional y constituyen una buena fuente de carbohidratos y de proteínas (13-60 g/100 g peso seco y 9-17 g/100g peso seco, respectivamente) (Andrade et al., 2009; Galán et al., 2008; Bernardi, et al., 2006; Prokopiuk, 2004; Felker et al., 2003). En relación a los metabolitos secundarios sintetizados por este género, los frutos de *P. alpataco* presentan lignanos y taninos que en algunos casos les otorgan a las vainas un sabor ligeramente amargo o agrio (Roig, 1993). También poseen alcaloides, flavonoides y esteroides con propiedades anti-inflamatorias y capacidad de eliminación de radicales libres (Barboza et al., 2009). Se conocen unas 25 especies de *Prosopis* con frutos y semillas comestibles en América, África y Sur de Asia. Rapoport et al. (2009) han descrito el valor comestible de algunas especies de *Prosopis* como: *P. alba* Griseb. (algarrobo blanco), *P. affinis* Spreng. (ñandubay), *P. ruscifolia* Griseb. (vinal), *P. nigra* Griseb. Hieron. (algarrobo negro) y *P. cineraria* L. (Khejri). La pulpa dulce de los frutos frescos es consumida directamente, mientras que las vainas secas se muelen para obtener una harina de sabor y aroma similar al café o cacao (Felker et al., 2003; Prokopiuk et al., 2000; Cruz, 1999). Los principales productos elaborados a base de harina de *Prosopis* que actualmente se comercializan en dietéticas, son tortas secas "patay" o "pan de algarrobo", budines y galletas (Hurrell et al., 2011; Burkart, 1952). En el Código Alimentario Argentino (1995), la ANMAT reconoce con el nombre de harina de fruto y de harina de algarroba (vaina completa con sus semillas) al producto de la molienda de los frutos completos limpios, sanos y secos, de los Algarrobos *P. alba*, *P. nigra*, *P. chilensis* y/o *P. flexuosa*. Sin embargo, *P. pallida* es una de las especies más utilizadas industrialmente, como sucedáneo del café, del cacao y como saborizante. Sus semillas han sido también aprovechadas para producir

concentrados proteicos y espesantes alimentarios (Ruiz et al., 1999).

Los frutos de los Algarrobos varían entre especies, entre sitios, y aún dentro de la misma especie tanto en tamaño, color, forma y características químicas, como así también en sus propiedades nutricionales (Burghardt et al., 2004; Brizuela et al., 2000; Prokopiuk et al., 2000; McCance & Winddson, 1992; Roig, 1987; Trobok, 1985). Entre los usos de *P. alpataco* se destacan básicamente dos formas: como forraje para el ganado doméstico, pudiendo incluso sustituir el maíz en la dieta animal y como recurso alimenticio humano (Ladio & Lozada, 2009; Rapoport et al., 2009; Karlin et al., 2006; Peñaloza et al., 2002; Silva et al., 2000; Schmeda et al., 1999).

En la actualidad, la industria alimentaria muestra un creciente interés en las leguminosas, no tanto por su valor nutritivo sino por las excelentes propiedades funcionales que presentan sus harinas, que constituye la base funcional de diversos productos. Si bien la harina de *Prosopis* es ampliamente utilizada en la elaboración de bebidas, dulces y sustitutos del café (Prokopiuk, 2004; Hieronymus, 1882) el conocimiento sobre el valor nutricional de *P. alpataco* es escaso, sin embargo, es una especie endémica de Argentina. El objetivo del presente trabajo fue estudiar la composición química y nutricional de los frutos de *Prosopis alpataco* procedentes de la Norpatagonia Argentina.

METODOLOGIA

Preparación de las muestras de *P. alpataco*

Los frutos maduros de *P. alpataco* fueron cosechados a mano entre los meses de enero y marzo de 2012 y 2013, en la Provincia Fitogeográfica del Monte, en el Distrito de Adolfo Alsina (Provincia de Río Negro), región denominada como Monte de Transición.

Se utilizaron vainas maduras de al menos 20 individuos seleccionados al azar sobre la base de su óptimo estado fitosanitario. Los frutos completos fueron secados en estufa SanJor a $30 \pm 2^\circ\text{C}$, durante 48 horas hasta peso constante. Luego, fueron molidos, procesados en molino de cuchillo y tamizados (tamiz de 500 micrones) hasta obtener una harina integral homogénea.

Para la determinación de polifenoles, actividad hemoaglutinante y actividad antioxidante se realizaron dos extractos de harina de *P. alpataco* (0,75 g) con una mezcla de metanol: agua (70:30 v/v) en una relación 1:10 p/v (Figura 1). Los extractos se prepararon de acuerdo a los siguientes procedimientos: se realizaron tres extracciones consecutivas en un baño de ultrasonido (40.000 Hz), cada extracción fue de 1 hora (Pérez et al., 2014). El segundo extracto se realizó con el mismo solvente, en agitación constante, durante 3 horas, a temperatura ambiente.

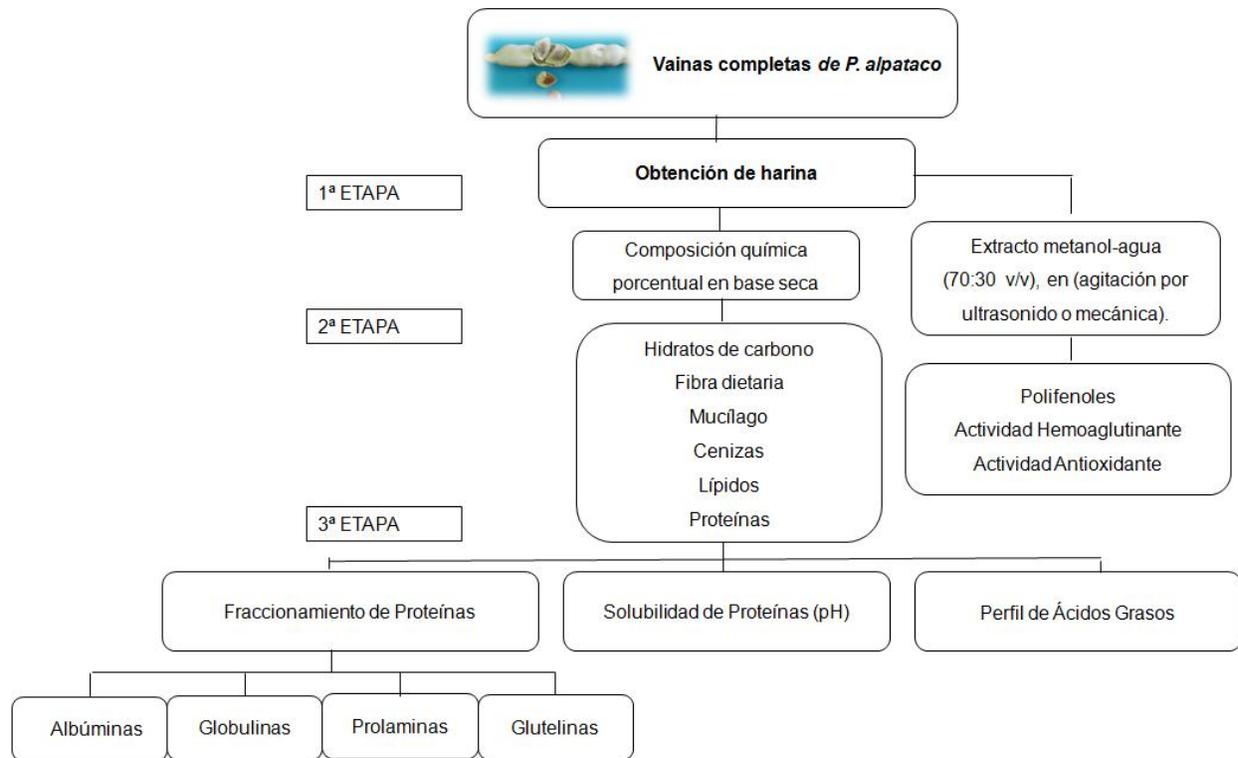


Figura 1. Procedimiento llevado a cabo para la caracterización química de la harina de *P. alpataco* y determinaciones realizadas en cada caso, según técnicas estándar (AOAC, 1990).

Evaluación de los componentes de interés nutricional de la harina integral de *P. alpataco*

Composición química

La determinación del contenido de humedad, hidratos de carbono, fibra dietaria, proteínas, extracto etéreo y cenizas se realizó de acuerdo con la metodología especificada por la AOAC (1990).

Determinación de Peso Fresco y Peso Seco.

La humedad se determinó mediante diferencia de peso de la muestra donde se utilizó estufa de vacío a 40 °C, hasta alcanzar peso constante.

Determinación de Hidratos de Carbono

El contenido total de hidratos de carbono se realizó según el método volumétrico de Fehling-Causse-Bonnans (AOAC, 1965). Brevemente, 10 ml de reactivo de Fehling-Causse-Bonnans (FCB) en 30 ml de agua destilada con trozos de porcelana porosa y 3 gotas de azul de metileno 1 % p/v se calentó a ebullición. Luego, se tituló el reactivo con la muestra sin interrumpir la ebullición, hasta alcanzar un color amarillo oro en la solución. Se utilizó glucosa 1% p/v como solución patrón.

Los carbohidratos solubles fueron determinados mediante el método colorimétrico de fenol-ácido sulfúrico (Dubois *et al.*, 1956) previa solubilización en agua y precipitación de proteínas con acetato de plomo. El exceso de plomo se eliminó con sulfato de sodio. Brevemente, 0,5 ml de muestra se sumergieron en baño de agua-hielo junto con 0,5 ml de fenol 5% p/v y

2,5 ml de H₂SO₄ concentrado. Se agitó en vórtex y llevó a baño María durante 15 min. Rápidamente se enfrió en agua-hielo y se realizó la lectura de la DO a 490 nm. Se utilizó glucosa 1% p/v para la curva de calibrado.

Para la determinación del contenido de azúcares reductores solubles se utilizó el método descrito por Somogyi-Nelson (Somogyi, 1952). La reacción se llevó a cabo en tubos de ensayo (16 mm x 150 mm) con 0,5 ml reactivo de sulfato de cobre y 0,5 ml de la solución muestra para azúcares solubles, se incubó a baño María durante 10 min. Luego se enfrió y se agregó 0,25 ml de reactivo de arsenomolibdato. El volumen final se ajustó de acuerdo a la intensidad del color obtenida y se midió la absorbancia a 520 nm.

Para las determinaciones se utilizó una curva patrón de glucosa (1% p/v). Los resultados se expresaron como gramos de glucosa /100 g de peso seco.

Fibra dietaria

La medición de la fibra dietaria se realizó a través de la determinación de fibra detergente neutro (FDN). La determinación de FDN se realizó siguiendo la metodología de Van Soest *et al.* (1991). Brevemente, se calentó a reflujo el material con una solución de detergente neutro conteniendo 0,5% (p/v) de sulfito de sodio durante 1 hora. Luego se filtró, se lavó con agua caliente y acetona, se secó y se pesó.

Mucílagos

La extracción de mucilago se realizó según la metodología propuesta por Kumar & Singh (2009).

Brevemente, la harina desgrasada se llevó a ebullición en etanol 96% durante 20 min. Luego se agregó agua y el pH se ajustó a 3,5. Esta mezcla se agitó mecánicamente durante 12 horas y después se filtró a través de papel de filtro. El filtrado se centrifugó (10.000 rpm) y el sobrenadante se concentró en vacío hasta el 50% de su volumen inicial. La solución resultante se mezcló con el mismo volumen de etanol 96 % y se almacenó en refrigerador durante 4 h donde los mucílagos precipitados se separaron por centrifugación (10.000 rpm). El mucílago obtenido se resuspendió en agua destilada, se agitó durante 20 min y re-precipitó una vez más para eliminar impurezas. Por último, el residuo se lavó con dietil-éter y acetona y se secó durante una noche a 45 °C, obteniéndose un polvo de color blanquecino.

Proteína total

El contenido proteico de la vaina de *P. alpataco* se determinó mediante el método Kjeldahl. El cálculo de proteína se realizó a partir de los datos de nitrógeno obtenidos de la muestra utilizando el factor de conversión 6,25.

Fraccionamiento secuencial de las proteínas

La extracción de las diferentes fracciones proteicas se realizó en harina desgrasada de vainas completas de *P. alpataco*. Las albúminas, globulinas, prolaminas y glutelinas se extrajeron secuencialmente de acuerdo a la solubilidad, según el protocolo descrito por Osborne & Mendel (1914). Luego, el contenido de proteínas de cada fracción se determinó por el método de Kjeldahl. Los resultados se expresaron en porcentaje en base seca.

Solubilidad de proteínas

La muestra utilizada para la determinación de la solubilidad de proteínas fue harina desgrasada. Se prepararon dispersiones de esta harina al 1% p/v en diferentes soluciones buffer de igual fuerza iónica: carbonato (pH 9, 10 y 11), fosfato (pH 6, 7 y 8), acetato (pH 4 y 5) y glicina (pH 2,2 y 3). Las dispersiones de harina se agitaron durante 2 horas a 50 rpm y se centrifugaron a 10.000 rpm durante 30 minutos, a temperatura ambiente. La proteína soluble se cuantificó mediante el método descrito por Bradford (1976) y se utilizó BSA 1 mg/ml como proteína patrón.

Extracto etéreo

Los lípidos totales se determinaron por extracción con éter de petróleo, en un equipo de tipo Soxhlet a partir de la harina tamizada y seca.

Determinación del perfil de ácidos grasos

El perfil de ácidos grasos del aceite extraído de la harina de algarroba se determinó por cromatografía gaseosa (Agilent Technologies 7890 A) en el Laboratorio de la Cámara de Cereales de Bahía Blanca, de acuerdo con la metodología Iram (5651:97-12-09).

Cenizas

Las cenizas se obtuvieron por mineralización de las muestras deshidratadas a una temperatura de 550 °C en mufla (AOAC, 1990).

Estimación del aporte calórico

El aporte calórico se determinó de acuerdo a la ecuación descrita por Indrayan *et al.* (2005), donde los lípidos aportan 9 Kcal/g y los carbohidratos y proteínas 4 Kcal/g.

Cuantificación de Polifenoles

El contenido de fenoles totales se determinó por el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu a partir del extracto metanólico (ver Figura 1) de la harina de *P. alpataco*. Brevemente, 50 µl de muestra fueron incubados con 200 µl el reactivo de Folin-Ciocalteu. Después de una incubación de 1 hora a temperatura ambiente y en oscuridad, se agregó una solución de carbonato de sodio (7,5% p/v) y se agitó mecánicamente durante 1 hora a temperatura ambiente en oscuridad. Luego se midió la absorbancia a 760 nm utilizando un espectrofotómetro SP Spectrum 2100 UV / SP. Se realizó una curva de calibración con ácido gálico (0 - 100 mg/l). La medida fue realizada por triplicado y el contenido fenólico total se expresó en mg de equivalentes de ácido gálico (GAE) / 100 g de peso seco.

Determinación de actividad antioxidante

La capacidad de capturar radicales libres mediante antioxidantes se analizó mediante el uso de la especie radical DPPH (Brand-Williams, *et al.*, 1995) siguiendo la disminución en la absorbancia de dicho compuesto a 517 nm espectrofotométricamente con el mismo instrumento que citado anteriormente para la determinación de polifenoles. Cada ensayo se realizó por triplicado y la actividad antioxidante fue expresada como mg equivalentes de vitamina E (eq Vit E) / 100 g de peso seco.

Fitoaglutininas

La actividad de hemoaglutinación fue determinada a partir de a) un extracto alcalino 0,5% p/v pH12 NaOH y b) un extracto en dimetilsulfóxido (DMSO) 50% v/v; con 4% p/v de harina de semillas. El extracto se obtuvo por agitación (500 rpm) durante 30 minutos a temperatura ambiente. El método utilizado fue el de Crowley & Goldstein (1982). Brevemente, se realizó un lavado y suspensión al 4% v/v de eritrocitos en solución fisiológica (sangre humana 0, Rh+). Se realizaron diluciones seriadas de los extractos en platos multipocillo (96 well), donde previamente se agregó la suspensión de glóbulos rojos. Luego de 1 h en incubación a 30 °C se observó si hay hemoaglutinación. Una unidad de hemoaglutinación se define como la mínima cantidad de lectina capaz de aglutinar células y es equivalente a una concentración de 2 µg/ml de lectina (Rinderle *et al.*, 1989). Los resultados fueron expresados en número de unidades hemaglutinantes (HA), que es calculado a partir del inverso del título de la mayor dilución, que aún presentó aglutinación visible.

Análisis estadístico

Todas las determinaciones realizadas fueron realizadas por triplicado, y los resultados se calcularon sobre base seca, expresándose como promedio y desviación estándar.

RESULTADOS

Evaluación de los componentes de interés nutricional de la harina integral de *P. alpataco*

Análisis proximal

Los frutos y semillas de diferentes especies de *Prosopis* son considerados como importantes recursos alimenticios para humanos y animales en regiones áridas y semiáridas del mundo. Se ha descrito el aporte nutricional de algunas especies de *Prosopis*. Sin embargo, no se conocen datos de *P. alpataco*. En la tabla 1, se muestra el análisis proximal de la harina de frutos enteros de *P. alpataco*, y a partir de los mismos se calculó el aporte nutricional.

Tabla 1: composición centesimal, expresada en g/100g peso seco (PS), de la harina del fruto de algarroba (*P. alpataco*).

Nutrientes	Contenido (g/100g PS)
Proteína total	10,2 ± 0,02
Fibra dietaria	25,5 ± 2
Lípidos	3,23 ± 0,05
Cenizas totales	3,33 ± 0,05
Mucilago	2,6 ± 0,3
Hidratos de Carbono totales	62,0 ± 3%

Los componentes mayoritarios de la harina integral de *P. alpataco*, obtenida a partir de frutos completos, son los hidratos de carbono (62,0 ± 3%) de los cuales el 13% corresponde a azúcares solubles y el 87% a azúcares insolubles. El 41% de los azúcares solubles están constituidos por azúcares reductores (Tabla 2), los cuales contribuirían con el sabor dulce de la harina. A partir de este análisis centesimal se pudo estimar que el aporte calórico de esta harina, es de 317,15 Kcal/100 g.

Tabla 2: Composición porcentual en base seca de carbohidratos de la harina integral de *P. alpataco* (g /100 g PS).

Azúcares totales	Solubles totales	Solubles Reductores	Solubles No reductores
62 ± 3	8,3 ± 0,5	3,4 ± 0,6	4,9 ± 0,6

Como se observa en la tabla 1, el porcentaje de fibra dietaria obtenido fue del 25,5 ± 2%. Para el caso de la alimentación humana, estas son importantes para mejorar el tránsito gastrointestinal y la eliminación de toxinas y colesterol por adsorción de las mismas (Escudero Álvarez & González Sánchez, 2006). Por otro lado, se evaluó la presencia de mucílagos dado

que ha sido descrito en otros *Prosopis*, el valor obtenido fue de 2,6 ± 0,3%, similar al encontrado por Ibañez & Ferrero (2003) en semillas de *P. flexuosa*. El valor del contenido proteico obtenido (10,2 ± 0,02%) se encuentra dentro del rango documentado para otras especies de *Prosopis* (8 - 11 g/100 g en peso seco) (Galán *et al.*, 2008). Dentro de los macrocomponentes el aceite está presente en forma minoritaria (3,2 ± 0,05% en base seca) sin embargo, la composición de ácidos grasos del mismo es importante dado que posee una alta proporción de ácidos grasos insaturados (81,6%) con un predominio del ácido linoleico (39,6 g/100 g de grasa total) y oleico (37,4 g/100 g de grasa total). De los ácidos grasos saturados presentes, el ácido palmítico fue el que se obtuvo en mayor cantidad (11,8 g/100 g de grasa total) (Tabla 3). La proporción identificada de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados en las muestras de harina integral de *P. alpataco* corresponde a un 18,47%; 38,8% y 42,7%, respectivamente. La relación entre grasas insaturadas/saturadas fue de 4:1.

Tabla 3: Perfil de ácidos grasos de la harina integral de *P. alpataco*, expresada en g/100 g grasa total.

Ácido graso	Cantidad (g/100 g de grasa total)
<i>Saturados</i>	
Mirístico	0,1 ± 0,01
Palmítico	11,8 ± 0,8
Esteárico	4,3 ± 0,3
Araquídico	1,4 ± 0,09
Behénico	0,8 ± 0,07
<i>Insaturados</i>	
Oleico	37,4 ± 3,36
Linoleico	39,6 ± 3,16
Linolénico	3,1 ± 0,18
Palmitoleico	0,6 ± 0,04
Gadoleico	0,8 ± 0,08

Fraccionamiento secuencial de proteínas

La determinación de cada una de las fracciones proteicas presentes en la harina permite obtener información de la calidad nutricional de las proteínas y de sus características físico-químicas y funcionales (Chan & Philips, 1994; Nikokyris & Kandylyis, 1997). A partir de la harina integral desgrasada de *P. alpataco* se determinó la composición de proteínas de reserva por el método de Osborne (1924). Las globulinas representaron la fracción más abundante (41,0 ± 1,2%), seguida de las albúminas (29,6 ± 1,5%), las prolaminas (19,6 ± 1,5%) y, por último, las glutelinas (9,8 ± 0,2%). Este patrón se corresponde con el descrito para otras especies de leguminosas (Nikokyris & Kandylyis, 1997).

Solubilidad de Proteínas en función del pH

La solubilidad de las proteínas depende de diversos factores como el pH, fuerza iónica y la presencia de sustancias anfipáticas. Con el objeto de conocer las condiciones para la obtención de proteínas y las potenciales propiedades funcionales de éstas se

estudió la solubilidad de las mismas en función del pH. La Figura 2 muestra el perfil de solubilidad de proteínas obtenido a partir de dispersiones de harina desgrasada de *P. alpataco*. Las proteínas presentes en la harina exhibieron la solubilidad más baja a pH 3,5 (5,36%, respecto del contenido de proteínas totales) y la mayor solubilidad se alcanzó a pH: 11,0 (35%, respecto del contenido de proteínas totales).

Polifenoles totales y actividad antioxidante *in vitro*

Los polifenoles son componentes bioactivos presentes en los alimentos que le confieren diferentes propiedades funcionales y contribuyen con la actividad antioxidante de los mismos. El contenido de polifenoles cuantificados en los extractos metanólicos de harina de *P. alpataco* se observan en la Figura 3. La cantidad de polifenoles extraídos con agitación mecánica fue 1,7 veces mayor que en el extracto obtenido con baño de ultrasonido.

Se determinó la actividad antioxidante de los extractos metanólicos utilizando el radical DPPH. La actividad antioxidante obtenida en el extracto por agitación fue 25 veces mayor que en el extracto realizado con baño de ultrasonidos (2255,17 y 88,53 mg Vit E/100 g PF respectivamente).

Fitoheмоaglutininas

Las fitoheмоaglutininas en los alimentos son consideradas factores antinutricionales, sin embargo, en los últimos años, han cobrado gran interés dado que las mismas presentan actividad antitumoral (Barrio & Añón, 2010; Li *et al.*, 2011; 2010; Chang *et al.*, 2007; Vasconcelos & Oliveira, 2004). Las fitoheмоaglutininas se extrajeron de la harina con DMSO al 50% v/v de acuerdo a lo descrito en materiales y métodos. La actividad hemoaglutinante específica, definida como la relación entre la máxima dilución del extracto que evidencia hemoaglutinación y la concentración total de proteína fue 0,35 HA/mg ml de proteína total.

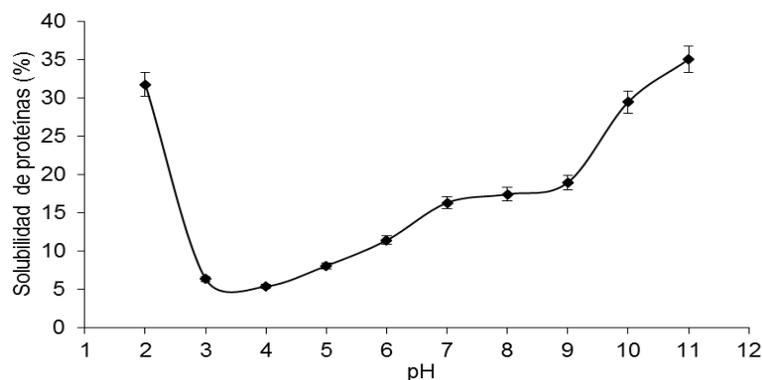


Figura 2. Variación de la solubilidad de las proteínas con el pH en la harina integral de *P. alpataco*.

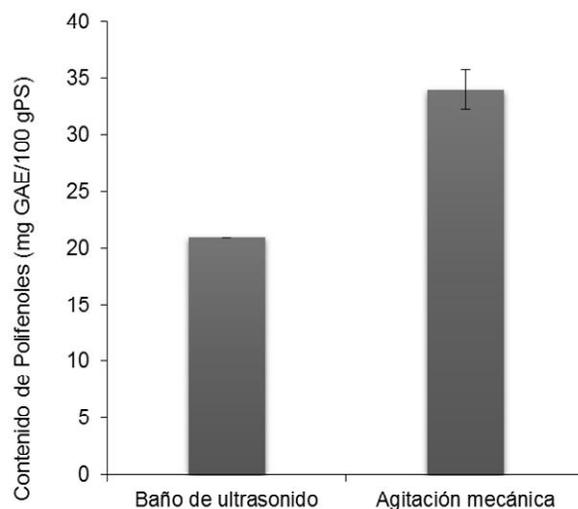


Figura 3. Contenido de polifenoles totales de extractos metanólicos de harina de *P. alpataco*, expresado en mg GAE/100 g en base seca.

DISCUSIÓN

Gran parte de las regiones áridas y semiáridas de los países en vías de desarrollo enfrentan en la actualidad un progresivo deterioro ambiental, ecológico y social, producto del uso intensivo de sus recursos naturales. El conocimiento generado a través de la bioprospección en especies nativas favorece la puesta en valor de estos recursos, aspecto fundamental para el futuro abordaje de las problemáticas de la región.

Históricamente, los algarrobos constituyen un significativo recurso alimenticio para los seres humanos y animales de diferentes comunidades del mundo (Demaio *et al.*, 2002; Villagra, 2000; Abraham & Prieto, 1999; Fagg & Stewart, 1994; Roig, 1993). *Prosopis alpataco* es una especie endémica de las regiones áridas y semiáridas de Argentina de la cual la información disponible es limitada. En este sentido, este trabajo contribuye a conocer las propiedades nutricionales de esta especie del monte patagónico. Para ello se evaluaron las propiedades nutricionales de los frutos, que son frecuentemente utilizadas entre las comunidades rurales de la región. El valor nutritivo de leguminosas como es el caso de *Prosopis*, se debe esencialmente a su contenido proteico, a que constituyen una fuente importante de carbohidratos complejos y a que poseen bajo contenido en lípidos, con excepción de las semillas oleaginosas (Zulet & Martínez, 2001). Los resultados obtenidos de la caracterización nutricional fueron comparables con los del algarrobo blanco (*P. alba*), especie reconocida por el Código Alimentario Argentino (CAA, 1960). Los registros bibliográficos reportan para *P. alba* valores de proteínas de 7,4-11,7%, grasas 1,8-4,32 %, fibra 12,5-21,2%, carbohidratos 35-66,7%, cenizas 3,4-4,8% y humedad 4-10% (Sciammaro *et al.*, 2015; Galán *et al.*, 2008; Prokopiuk *et al.*, 2000; Prokopiuk, 2004; Galera *et al.*, 1992; Oduol *et al.*, 1986). En general, nuestros resultados concuerdan con los valores publicados para *P. alba* y otras especies de *Prosopis*. El contenido proteico determinado ($10,2 \pm 0,02$ g/100 g PS) concuerda con los descriptos para esta especie y otras del mismo género. Por otra parte, este valor se encuentra dentro del rango documentado en cereales (7-15%) (Champagne *et al.*, 2004; Shewry, 1993; Zuber & Darrah, 1987) y supera el valor umbral de 8% considerado adecuado para la dieta de bovinos y equinos (Meglioli, 2009). En este sentido, las vainas de esta especie constituyen un potencial recurso tanto para forraje como para alimento humano.

La fibra alimentaria ha sido científicamente reconocida en la prevención de algunas enfermedades, tales como trastornos gastrointestinales y altos niveles de colesterol (Villanueva-Suarez *et al.*, 2003). La cuantificación de fibra proporcionó valores semejantes a los determinados para *P. alba* (Sciammaro *et al.*, 2015; Prokopiuk, 2004) e inferiores a los de *P. ruscifolia* (54,8 g/100g PS), *P. juliflora* (40,15 g/100 g PS) y *P. nigra* (45,93 g/100 g PS) (Freyre *et al.*, 2010; Galán *et al.*, 2008). Esta variación en el contenido de fibras podría deberse a la influencia que ejerce el medio ambiente en cada una de las especies, principalmente sobre la etapa de desarrollo. En general, las condiciones ambientales parecen tener mayor influencia que las diferencias genotípicas sobre la

composición de la pared celular (Kruse *et al.*, 2008). En cuanto al contenido de cenizas totales cuantificadas en este trabajo ($3,48 \pm 0,05\%$) se observó que duplica los valores establecidos en harinas convencionales como las de trigo integral, de maíz y de sorgo (1,7; 1,1 y 2,1 %, respectivamente) (Surco Almendras & Alvarado, 2010; Rosado *et al.*, 1999). Esto evidencia un mayor aporte de minerales de las harinas de *P. alpataco*, respecto de las harinas de uso más corriente en la elaboración de productos farináceos. La humedad que posee un alimento impacta sobre su calidad debido a que influye en la conservación y posible contaminación del mismo (Ureña & Encina, 2007). El código alimentario estipula valores de humedad específicos para la harina de la vaina de algarrobo europeo hasta el 10 %. El contenido de agua determinado en la harina integral de *P. alpataco* ($7,3 \pm 0,1\%$) se encuentra por debajo del sugerido. Por otra parte, se sabe que la presencia de mucílagos está relacionada con la capacidad de retención de agua de los productos elaborados. Dado que la cantidad de mucílagos determinada fue de $2,6 \pm 0,3$ g/100 g PS, la harina de *P. alpataco* podría ser utilizada para elaborar productos donde la retención de agua sea un factor a considerar, como por ejemplo en la elaboración de pan dulces, bocaditos y magdalenas.

El contenido de azúcares totales fue de 62,0% expresado como glucosa, si consideramos que el 53,7% de azúcares insolubles corresponde a almidón, el contenido total de azúcares fue de 56,6%, mayor al reportado para *P. nigra* (45,0%), *P. chilensis* (43,8%), *P. alba* (40,2%) e inferior a *P. juliflora* (57,3%) (Galán *et al.*, 2008; Meyer *et al.*, 1986). Estas diferencias podrían deberse a que *P. alpataco* crece en el monte xerofítico, bajo condiciones de estrés. Estudios ecológicos y agronómicos descriptivos han descubierto una fuerte correlación entre la concentración de azúcares solubles y la tolerancia al estrés (Mohammad Reza Bolouri Moghaddam & Wim Van den Ende, 2012). No obstante, se han encontrado también diferencias en la composición centesimal de las harinas integrales de frutos entre especies de *Prosopis* (Galán *et al.*, 2008).

El conocimiento de las proporciones de las fracciones proteicas descriptas por Osborne en la elaboración de productos alimenticios tiene gran importancia, debido a que permite explicar la contribución de cada una a la calidad nutricional y sus propiedades funcionales (Kwon *et al.*, 1996). Dependiendo de la proporción de cada una de las fracciones proteicas en los frutos será la calidad nutricional de su proteína total, así como las características fisicoquímicas y funcionales (Gallegos Tintore *et al.*, 2004). Por lo general, la mayor proporción de proteína en leguminosas se encuentra en forma de globulinas, seguida por albúminas y, en menor cantidad, glutelinas y prolaminas (Nikokyris & Kandyliis, 1997; Santos *et al.*, 1997; Chan & Phillips, 1994). Nuestros resultados concuerdan con estas afirmaciones ya que se encontró un 41% de globulinas y un 29,6% de albúminas y mientras que las prolaminas y glutelinas se encontraron presentes en forma minoritaria (19,6% y 9,8%, respectivamente). La presencia de prolaminas y glutelinas también han sido cuantificadas en otras especies de *Prosopis*, por ejemplo, Ezeagu & Gowda (2006) describieron que la fracción proteica mayoritaria en harinas de semillas de *P. africana* fue la de las

glutelinas (11,37%) y la minoritaria fue la de las prolaminas (0,30%). Gallegos-Infante *et al.* (2013) también hallaron prolaminas (5,39%) y glutelinas (27%) en pinole a base de vainas de *P. laevigata*. Las glutelinas y prolaminas generalmente son las responsables de las propiedades reológicas de los alimentos, como viscosidad y elasticidad (Herrera *et al.*, 2003). De acuerdo a Casey & Domenech (1984) una mayor proporción de globulinas estaría relacionada con altos contenidos de residuos de ácidos glutámico y aspártico. Las diferencias registradas con la bibliografía podrían deberse, entre otras razones, a que el contenido de proteína depende de diversos factores como la especie o variedad, la etapa de crecimiento y las condiciones climáticas (García *et al.*, 2011).

La solubilidad proteica constituye otro parámetro relevante para determinar la posibilidad de uso de una harina como aditivo gelificante, emulsionante y espumante (Mizubiti *et al.*, 2000). El patrón de solubilidad observado en función del pH, es comparable al documentado para otras especies de leguminosas (Morales *et al.*, 2012; Osman, 2004; Idouraine *et al.*, 1992; Sathe & Salunkhe, 1981). Silva (1997) describió un patrón similar en aislados proteicos de *P. juliflora*, donde observó la menor solubilidad (< 5%) a pH 4-5 y un aumento progresivo de la misma hasta alcanzar la máxima solubilidad a pH 10 (>95%). El valor de solubilidad proteica a pH ácido (2,0) y alcalino (11,0) sugiere que las proteínas de la harina de *P. alpataco* podrían tener numerosas aplicaciones en el campo de la industria alimentaria (Morales *et al.*, 2012).

Un alto contenido de lípidos en las harinas, pueden afectar la calidad y estabilidad de las mismas durante el almacenamiento y provocar la rancidez del producto (Cortés, 2002). El contenido de grasas determinado en este trabajo, nos indica que la harina integral de *P. alpataco* constituye un producto poco susceptible a procesos de oxidación lo cual está estrechamente relacionado con el tiempo de conservación del producto. A partir del análisis de la composición lipídica se determinó que los ácidos grasos insaturados (AGPI) predominan sobre los saturados, donde el ácido linoleico y el oleico aportaron prácticamente el 50% de ellos. Estos valores coinciden con los reportados previamente para *P. ruscifolia* (Freyre *et al.*, 2003). Los ácidos linoleico y linolénico, presentes en el perfil de aceites de *P. alpataco*, se consideran ácidos grasos esenciales porque no pueden ser biosintetizados. Debido a que son necesarios para la síntesis de muchas estructuras celulares y compuestos de importancia biológica (Lawson & Carballo García, 1999) deben ser consumidos en una proporción de 1 a 2% de los lípidos totales (Badui, 1996). Por otra parte, varios estudios han demostrado la existencia de una fuerte relación entre el consumo de grasa saturada, la presencia de niveles elevados de colesterol en plasma y la tasa de mortalidad asociada a enfermedades cardiovasculares (Rodríguez-Cruz *et al.*, 2005). Durante mucho tiempo la relación entre la dieta y la salud cardiovascular estuvo centrada en la proporción de ácidos grasos saturados y poliinsaturados, excluyendo a los ácidos grasos monoinsaturados. En los últimos años, se ha demostrado que el reemplazo en la dieta de ácidos grasos saturados por poliinsaturados y monoinsaturados reduce la colesterolemia y contribuye

a disminuir el riesgo de contraer enfermedades cardiovasculares. La acción hipolipémica del ácido linoleico en humanos ha sido confirmada por varios grupos de investigación (Björntorp, 1968; Nichaman *et al.*, 1967; Ahrens, 1957). La relación insaturados/saturados hallada para la harina de *P. alpataco* fue de 4:1. Debido a que los ácidos grasos insaturados poseen efectos beneficiosos para la salud, esta harina podría ser un producto alternativo en la dieta para el consumo humano. La proporción predominante de lípidos insaturados puede sugerir que los mismos tendrían un rol importante como sustratos precursores de los aromas característicos de los productos elaborados a partir de estas harinas. Estos resultados coinciden con lo expuesto para otras especies de *Prosopis* (Cruz, 1999; Lamarque *et al.*, 1994; Meyer, 1984; Figueiredo, 1975).

Proll *et al.* (1998) documentaron que las leguminosas en general, presentan factores antinutricionales que impiden a los organismos el aprovechamiento total del potencial nutritivo de los granos. En este sentido, los polifenoles han sido descritos como compuestos que podrían modificar el valor nutritivo de las leguminosas debido a que disminuye la ingesta de alimentos y el coeficiente de eficiencia proteica (Deshpande & Salunkhe, 1982). Sin embargo, la presencia de estos compuestos disminuye el riesgo de contraer enfermedades crónicas mediadas por estrés oxidativo; como cáncer, diabetes o desórdenes cardiovasculares (García Andrade *et al.*, 2013). Vasco *et al.* (2008) clasificaron los frutos frescos en tres categorías, de acuerdo al contenido de polifenoles: bajo (<100 mg GAE/100 Peso fresco), medio (100-500 mg GAE/100 g Peso fresco) y alto (>500 mg GAE/100 g Peso fresco). De acuerdo a esta clasificación, la harina de *P. alpataco* presentó bajo contenido en polifenoles. A partir del análisis de dos estrategias metodológicas de extracción con el mismo solvente (agitación mecánica y ultrasonidos) el contenido de polifenoles varió significativamente (33,8 mg GAE/100 g Peso fresco y 19,4 mg GAE/100 g Peso fresco, respectivamente). Esto sugirió que la agitación mecánica fue más efectiva como método de extracción de polifenoles en *P. alpataco*. Estos valores resultan inferiores a los informados por Cardozo *et al.*, (2010) para extractos de harina de *P. alba* (180 mg GAE/100 PS) y *P. nigra* (190 mg GAE/100 PS). Existe un consenso de que la capacidad antioxidante se correlaciona directamente con la cantidad de los compuestos fenólicos presentes (Connor *et al.*, 2002; Robards *et al.*, 1999; Yang *et al.*, 2002). En este caso los polifenoles extraídos por agitación mecánica mostraron 25 veces más de actividad antioxidante frente al radical libre DPPH que los polifenoles extraídos por ultrasonido. Esto podría deberse a que los polifenoles obtenidos por los distintos métodos se diferencian principalmente en su capacidad antioxidante. Otro componente capaz de disminuir el valor nutricional de la harina integral de *P. alpataco* podría ser la presencia de fitoaglutininas. Se detectaron niveles más bajos de aglutinación de eritrocitos humanos (0,35 HA/mg ml) que los publicados en harinas de frutos completos de las especies *P. juliflora*, *P. nigra* y *P. alba* (Galán *et al.*, 2008).

CONCLUSIONES

En conclusión, los resultados obtenidos del análisis nutricional de la harina de *P. alpataco* indican que este producto presenta importantes propiedades nutricionales y funcionales, alto contenido de fibra y bajos niveles de antinutrientes. Por otra parte, debido a la presencia mayoritaria de ácidos grasos insaturados, este producto podría utilizarse como suplemento dietario para la industria alimentaria, ya sea en la elaboración de alimentos para seres humanos como para animales.

BIBLIOGRAFIA

Abraham E.M & M.R. Prieto. 1999. Vitivinicultura y desertificación en Mendoza. En: Estudios de Historia y ambiente en América: Argentina, Bolivia, México, Paraguay. García Martínez, B. (Ed.) IPGH. Colegio de México 109-135.

Ahrens, E.H. 1957. Nutritional factors and serum lipid levels. The American Journal of Medicine 23(6): 928-952.

Andrade-Montemayor, H.M., F.S Alegría-Ríos, M. Pacheco-López, J.H. Aguilar-Borjas, J.L.O Villegas-Díaz, R. Basurto-Gutierrez, H. Jimenez-Severiano & H.R. Vera-Avila. 2009. Effect of dry roasting on composition, digestibility and degradability of fiber fractions of mesquite pods (*Prosopis laevigata*) as feed supplement in goats. Tropical and Subtropical Agroecosystems 11(1): 237-243.

AOAC International. 1965. Official Methods for Analysis 10th Ed. Association of Official Analytical Chemist. Washington DC.

AOAC International. 1990. Official Methods for Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th Ed. Washington, DC, Association of Official Analytical Chemists.

Badui, S. 1996. Diccionario de tecnología de alimentos. Editorial Alambra Mexicana. Estado de México, México. 648 pp.

Barboza, G.E., J.J. Cantero, C. Núñez, A. Pacciaroni & L. Ariza Espinar. 2009. Medicinal plants: A general review and a phytochemical and ethnopharmacological screening of the native Argentine Flora. Kurtziana 34(1-2): 7-365.

Barrio, D.A. & M.C. Añón. 2010. Potential antitumor properties of a protein isolate obtained from the seeds of *Amaranthus mantegazzianus*. European journal of nutrition, 49(2): 73-82.

Bernardi, C., S. Drago, N. Sabbag, H. Sanchez & M. Freyre. 2006. Formulation and sensory evaluation of *Prosopis alba* (algarrobo) pulp cookies with increased iron and calcium dialyzabilities. Plant Foods for Human Nutrition 61(1): 37-42.

Björntorp, P. 1968. Rates of oxidation of different fatty acids by isolated rat liver mitochondria. J. Biol. Chem. 243(9): 2130-2133.

Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry 72: 248-254.

Brand-Williams, W., M.E. Cuvelier & C.Berset. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Food Science Technology, 28, 25-30

Brizuela M., A. Burghardt, D. Tanoni & R. Palacios. 2000. Estudio de la variación morfológica en tres procedencias de *Prosopis flexuosa* y su manifestación en cultivo bajo condiciones uniformes. Multequina 9: 07-15.

Burghardt, A., S. Espert & R. Braun Wilke. 2004. Variabilidad genética en *Prosopis ferox* (Mimosaceae). Darwiniana 42(1-4): 31-36.

Burkart, A. 1952. Las Leguminosas Argentinas, Silvestres y Cultivadas. Ed. Acme Agency, Buenos Aires. 126-143.

Cardozo, M.L., R.M. Ordoñez, I.C. Zampini, A.S. Cuello, G. Dibenedetto & M.I. Isla. 2010. Evaluation of antioxidant capacity, genotoxicity and polyphenol content of non conventional foods: *Prosopis* flour. Food Research International 43(5): 1505-1510.

Casey, R. & C. Domeney. 1984. The genetics of legume storage proteins. Philosophical Transaction of the Royal Society London. 304: 349-358.

Champagne, E.T., D.F. Wood, B.O. Juliano & D.B. Bechtel. 2004. The rice grain and its gross composition. En: Rice: Chemistry and Technology. Champagne, E.T. (Ed.), 3^o Ed. AACCC, St. Paul, MN. pp. 77-107

Chan, C.W & R.D. Philips. 1994. Amino acid composition on subunit constitution of protein fractions from cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). Journal of Agricultural and Food Chemistry 42: 1857-1860.

Chang, C.P., M.C. Yang, H.S. Liu, Y.S. Lin & H.Y. Lei. 2007. Concanavalin A induces autophagy in hepatoma cells and has a therapeutic effect in a murine in situ hepatoma model. Hepatology 45 (2): 286-296.

Código Alimentario Argentino (CAA). 1960. Capítulo IX. Alimentos farináceos: Cereales, harinas y derivados. Harina de Trigo. NMX-F-007-1960.

Connor, A.M., J.J. Luby & C.B. Tong. 2002. Variation and heritability estimates for antioxidant activity, total phenolic content, and anthocyanin content in blueberry progenies. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 127 (1): 82-88.

Cortés, M. 2002. La harina de trigo. [Online] Disponible en: <http://www.molineriaypanaderia.com/técnica/harina/hariENG.html>. Último acceso: diciembre 2015.

Crowley, J.F. & I.J. Goldstein. 1982. *Datura stramonium* lectin. Methods in Enzymology 83: 368.

Cruz, G. 1999. Characterization and new food products from algarroba pods (*Prosopis pallida* and *Prosopis juliflora*). Tesis doctoral. Swiss Federal Institute of Technology, ETH Zurich, 1999. 118 pp.

Demaio, P., U.O. Karlin & M. Medina. 2002. Árboles nativos del centro de Argentina. L.O.L.A. (Literature of Latin America), Buenos Aires.

Deshpande, S.S. & D.K. Salunkhe. 1982. Interactions of tannic acid and catech in with legume starches. Journal of Food Science 47(6): 2080-2081.

Dubois, M., K.A. Gilles, J.K. Hamilton, P. Rebers & F.Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical Chemistry 28(3): 350-356.

Escudero Álvarez, E. & P. González Sánchez. 2006. La fibra dietética. Nutrición hospitalaria 21: 61-72.

Ezeagu, I.E. & L.R. Gowda. 2006. Protein extractability, fractionation and amino acid composition

- of some leguminous seeds found in Nigeria. *Journal of Food Biochemistry* 30: 1-11.
- Fagg, C.W. & J.L. Stewart.** 1994. The value of *Acacia* and *Prosopis* in arid and semi-arid environments. *J. Arid Environ.* 27: 3-25.
- Felker, P., N. Grados, G. Cruz & D. Prokopiuk.** 2003. Economic assessment of production of flour from *Prosopis alba* and *P. pallida* pods for human applications. *J. Arid Environ.* 53: 517-528.
- Figueiredo, A.** 1975. Lebensmittelchemisch relevante Inhaltsstoffeder Schoten der Algarrobeira (*Prosopis juliflora*), Tesis Doctoral, University of Würzburg.
- Figueiredo, G., F. Leitão-Filho & A. Begossi.** 1993. Ethnobotany of atlantic forest coastal communities: diversity of plant uses in Gamboa (Itacuruça Island, Brazil). *Human Ecology* 21: 419-430.
- Freyre, M., C. Bernardi, C. Baigorria, V. Rozycki, A. Piagentini, M. Presa & H.A. Taher.** 2010. Parámetros de Interés Nutricional en Semillas de Vinal (*Prosopis ruscifolia*). *FAVE Sección Ciencias Agrarias* 9(1/2): 89-96.
- Freyre, M., E. Astrada, C. Blasco, C. Baigorria, V. Rozycki & C. Bernardi.** 2003. Valores Nutricionales de frutos de vinal (*Prosopis ruscifolia*): Consumo humano y animal CYTA. *Journal of Food* 4(1): 41-46.
- Galán, A.G., A.D. Correa & M.D. Barcelos.** 2008. Caracterización química de la harina del fruto de *Prosopis* spp. procedente de Bolivia y Brasil. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 58 (3): 309.
- Galera, M.F., M. Trevisson, S.A. Bruno.** 1992. *Prosopis* in Argentina: Initial results on Cultivation in Greenhouses and Orchards, and Pod Quality for Food or Feed of Native *Prosopis* Species of Córdoba Province. *Prosopis* 205 Species Aspects of their Value, Research and Development-CORD: 145- 156.
- Gallegos Tintore, S., J. Pacheco Aguirre, D. Betancur Ancona & L. Chel Guerrero.** 2004. Extracción y caracterización de las fracciones proteínicas solubles del grano de *Phaseolus lunatus* L. *ALAN*. Vol. 54(1): 81-88 pp. [Online]. Disponible en: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000100012&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0004-0622. Último acceso marzo 2016.
- Gallegos-Infante, J.A., N.E. Rocha-Guzman, R.F. Gonzalez-Laredo & M.A. García-Casas.** 2013. Efecto del procesamiento térmico sobre la capacidad antioxidante de pinole a base de vainas de mezquite (*Prosopis laevigata*). *CyTA. Journal of Food* 11(2): 162-170.
- García Andrade, M., R.F. González-Laredo, N.E. Rocha-Guzmán, J.A. Gallegos-Infante, M. Rosales-Castro & L. Medina-Torres.** 2013. Mesquite leaves (*Prosopis laevigata*), a natural resource with antioxidant capacity and cardioprotection potential. *Industrial Crops and Products* 44: 336-342.
- García, D.E., M.G. Medina, D.A. Perdomo, P. Moratinos, L. Cova & T. Clavero.** 2011. Efecto de algunos factores que influyen en el rendimiento de proteína bruta de la morera (*Morus alba* L.) en el estado de Trujillo, Venezuela. *Zootecnia Trop.* 29(4): 411-420.
- Herrera, C.F., N. Bolaños & G. Lutz.** 2003. Química de alimentos: manual de laboratorio. Editorial de la Universidad de Costa Rica. 1º Ed. 37 pp.
- Hieronymus, G.** 1882. *Plantae diaphoricae florum Argentinae: Revista sistemática de las plantas medicinales, alimenticias o de alguna otra utilidad y de las venenosas, que son indígenas de la República Argentina*, Vol. 4(3-4).
- Hurrell J.A., E.A. Ulibarri, J.P. Puentes, F. Buet Costantino, M.P. Arenas & M.L. Pochettino.** 2011. Leguminosas medicinales y alimenticias utilizadas en la conurbación Buenos Aires-La Plata, Argentina. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 10(5): 443-455.
- Ibañez, M.C. & C. Ferrero.** 2003. Extraction and characterization of the hydrocolloid from *Prosopis flexuosa* DC seeds. *Food Research International* 36(5): 455-460.
- Idouraine A, C.W. Weber, S.K. Sathe & P. Kohlhepp.** 1992. Antinutritional factors in protein fraction of tepary bean. *Food Chem.* 45: 37-39.
- Indrayan, A.K., S. Sharma, D. Durgapal, N. Kumar & M. Kumar.** 2005. Determination of nutritive value and analysis of mineral elements for some medicinally valued plants from Uttaranchal. *Curr. Sci.* 89: 1252-1255.
- Karlin, U., M. Martínelli, O. Damiani, G. Díaz, C. Ordoñez, M. Gaviorno, C. Meglioli, M. Ojeda, R. Coirini, Y. Ribas, M. Hadad & V. Escobar.** 2006. Huellas de identidad: Uso y Conservación de las Plantas en las Localidades de Tudcum, Malimán y Angualasto. San Juan, Argentina. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales-UNSJ. ISBN 987-05-2006-05.
- Kruse, S., A. Herrmann, A. Kornher & F. Taube.** 2008. Evaluation of genotype and environmental variation in fiber content of silage maize using a model-assisted approach. *European Journal of Agronomy* 28(3): 210-223.
- Kumar, S. & N. Singh.** 2009. Micropropagation of *Prosopis cineraria* (L.) Druce - A Multipurpose Desert Tree. *Researcher* 1 (3): 28-32.
- Kwon, K., K. Park & K. Rhee.** 1996. Fractionation and characterization of proteins from coconuts (*Cocos nucifera* L.). *J. Agric. Food Chem.* 44:1741-1745.
- Ladio, A.H. & M. Lozada.** 2009. Human ecology, ethnobotany and traditional practices in rural populations inhabiting the Monte region: Resilience and ecological knowledge. *J. Arid Environ.* 73(2): 222-227.
- Lamarque, A.L; D.M. Maestri, N.R. Grosso, J.A. Zygadlo & C.A. Guzmán.** 1994. Proximate composition and seed lipid components of some *Prosopis* (Leguminosae) from Argentina. *Journal Science Food and Agriculture* 66: 323-326.
- Lawson, H. & F.J. Carballo García.** 1999. Food oils and fats. Aceites y grasas alimentarios: tecnología, utilización y nutrición, No. TP670. L3818.
- Li, L.N., H.D. Zhang, R. Zhi & S.J. Yuan.** 2011. Down-regulation of some miRNAs by degrading their precursors contributes to anti-cancer effect of mistletoe lectin-I. *Br. J. Pharmacol.* 162: 349-64.
- Li, C.Y., H.L. Xu B. Liu & J.K. Bao.** 2010. Concanavalin A, from an old protein to novel candidate anti-neoplastic drug. *Curr Mol Pharmacol* 3:123-8.
- McCance, R.A. & E.M. Winddson.** 1992. The composition of food 5th. En: *Royal Society of Chemistry and Ministry of Agriculture; Fisheries and Food* 240-253 pp.

- Meglioli, P.A.** 2009. Parámetros morfológicos y digestibilidad del fruto Lámar (*Prosopis alpacato* var. *alpacato* Philippi) y su importancia como recurso alimenticio. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de San Juan. 82 pp.
- Meyer, D.** 1984. Processing, Utilization and Economics of Mesquite Pods as a Raw Material for the Food Industry. Tesis Doctoral. Diss. ETH 7688, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich. 159 pp.
- Meyer, D., R. Becker, M.R. Gumbmann, P. Vohra, H. Neukom & R.M. Saunders.** 1986. Processing, composition, nutritional evaluation, and utilization of Mesquite (*Prosopis* spp.) pods as a raw material for the food industry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 34: 914-919.
- Mizubuti, I.Y., Biondo Júnior, O., de Oliveira Souza, L.W., dos Santos Ferreira da Silva, R. & E. Iouko Ida.** 2000. Propriedades funcionais da farinha e concentrado protéico de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). *Arch. latinoam. nutr.* 50(3), 274-280.
- Mohammad Reza Bolouri Moghaddam & Wim Van den Ende.** 2012. Sugars and plant innate immunity. REVIEW PAPER. *Journal of Experimental Botany* 1-10.
- Morales, J., D. Restrepo & D. Acevedo.** 2012. Revista ReCiTeIA: Revisiones de la Ciencia, Tecnología e Ingeniería de los Alimentos Vol 11 (2): 21-33
- Nichaman, M.Z., C.C. Sweeley & R.E. Olson.** 1967. Plasma fatty acids in normolipemic and hyperlipemic subjects during fasting and after linoleate feeding. *The American Journal of Clinical Nutrition* 20 (10): 1057-1069.
- Nikokyris, P.N. & K. Kandyliis.** 1997. Feed protein fractions in various solvents of ruminant feedstuffs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 75: 198-204.
- Oduol, P.A., P. Felker, C.R. Mckinley & C.E. Meier.** 1986. Variation among Selected *Prosopis* Families for Pod Sugar and Pod Protein Contents. *Forest Ecology and Management*. 16: 423-431.
- Osborne, T.B.** 1924. The vegetable proteins. En: *Monographs in Biochemistry*, 2ª Ed., Longmans Green and Co., London. 154-172 pp.
- Osborne T.B. & L.B. Mendel.** 1914. Nutritive properties of proteins of the maize kernel. *Journal of Biological Chemistry*, 18, 1.
- Osman, M.A.** 2004. Chemical and Nutrient Analysis of Baobab (*Adansonia digitata*). Fruit and Seed Protein Solubility. *Plant Foods for Human Nutrition* 59: 29-33.
- Peñaloza, A., F. San Martín & M. Ara.** 2002. Valor nutricional de la algarroba (*Prosopis pallida*) en la alimentación del caballo. *Rev. Inv. Vet. Perú* 13(1): 17-24.
- Pérez, M.J., A.S. Cuello, I.C. Zampini, R.M. Ordoñez, M.R. Alberto, C. Quispe, G. Schmeda-Hirschmann & M.I. Isla.** 2014. Polyphenolic compounds and anthocyanin content of *Prosopis nigra* and *Prosopis alba* pods flour and their antioxidant and anti-inflammatory capacities. *Food research international*, 64, 762-771.
- Prokopiuk, D.** 2004. Sucédáneo del café a partir de algarroba (*Prosopis alba* Griseb). Tesis doctoral. Universidad de Valencia, Departamento de Tecnología de Alimentos. 97 pp.
- Prokopiuk, D., G. Cruz, N. Grados, O. Garro & A. Chiralt.** 2000. Estudio comparativo entre frutos de *Prosopis alba* y *Prosopis pallida*. *Muldequina* 9(1): 35-45.
- Proll, J., Petzke, K.J., Ezeagu, I.E., & C.C. Metges.** 1998. Low nutritional quality of unconventional tropical crop seeds in rats. *The Journal of nutrition*, 128(11), 2014-2022.
- Rapoport, E.H., A. Marzocca & B.S. Drausal.** 2009. Malesas Comestibles Del Cono Sur y otras partes del Planeta. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Universidad Nacional del Comahue, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Fundación Normatil. pp. 141-143.
- Rinderle, S.J., I.J. Goldstein, K.L. Matta & R.M. Ratcliffe.** 1989. Isolation and characterization of amaranthin, a lectin present in the seeds of *Amaranthus caudatus*, that recognizes the T-(or cryptic T)-antigen. *Journal of Biological Chemistry* 264(27): 16123-16131.
- Robards, K., P.D. Prenzler, G. Tucker, P. Swatsitang & W. Glover.** 1999. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food Chem.* 66 (4): 401-436.
- Rodríguez-Cruz, M., A.R. Tovar, M. del Prado & N. Torres.** 2005. Mecanismos moleculares de acción de los ácidos grasos poliinsaturados y sus beneficios en la salud. *Revista de Investigación Clínica* 57(3): 457-472.
- Roig, F.A.** 1987. Árboles y Arbustos de *Prosopis flexuosa* y *P. alpacato*. *Parodiana* 5(1): 49-64.
- Roig, F.A.** 1993. Aportes a la etnobotánica del género *Prosopis*, en IADIZA. Contribuciones Mendocinas a la Quinta Reunión Regional para América Latina y el Caribe de la Red de Forestación del CIID. Conservación y Mejoramiento de Especies del Género *Prosopis*, 99-119 pp.
- Rosado, J.L., R. Camacho-Solís & H. Bourges.** 1999. Adición de vitaminas y minerales a harinas de maíz y de trigo en México. *Salud pública de México* 41(2): 130-137.
- Ruiz, W., G. Cruz & N. Grados.** 1999. Aprovechamiento integral de la algarroba (*Prosopis* sp) como medio para impulsar y promover el desarrollo sostenible de los bosques secos de la Región Grau. En: Cuba, A., Silva, A., Cornejo, C. (Eds). *Bosques Secos y Desertificación. Memorias del Seminario Internacional*, Lambayeque, Perú. pp 91-106.
- Santos, C., R. Ferreira & A. Teixeira.** 1997. Seed proteins of *Lupinus mutabilis*. *J. Agr. Food Chem.*, 45: 3821-3825.
- Sathe S. & K. Salunkhe.** 1981. Functional properties of great northern bean seed (*Phaseolus vulgaris*) proteins: emulsion, foaming, viscosity and gelation properties. *J Food Sci.* 46: 71-75.
- Schmeda-Hirschmann, G., I. Razmilic, M.I. Gutiérrez & J.I. Loyola.** 1999. Proximate composition and biological activity of food plants gathered by Chilean Amerindians. *Economic Botany* 53(2): 177-187.
- Sciammaro, L.P., C. Ferrero & M.C. Puppo.** 2015. Agregado de valor al fruto de *Prosopis alba*. Estudio de la composición química y nutricional para su aplicación en bocaditos dulces saludables. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata.* 114(1): 115-123.

- Shewry, P.R.** 1993. Barley seed proteins. En: Barley: Chemistry and Technology. MacGregor, A.W., Bhatti, R.S. (Eds.), AACC, St. Paul, MN. pp. 131-197.
- Silva, M., M. Martínez, R. Coirini, M. Brunetti, M. Balzarini & U. Karlin.** 2000. Valoración nutritiva del fruto del algarrobo blanco (*Prosopis chilensis*) bajo distintos tipos de almacenamiento. *Multequina*. 9: 65-74.
- Silva, S.** 1997. Algarobeira. Natal: SEBRAE-RN. 26 pp.
- Somogyi, M.** 1952. Determination of reducing sugars by Nelson-Somogyi method. *J. Biol. Chem.*, 200: 245.
- Surco Almendras, J.C. & J.A. Alvarado Kirigin.** 2010. Harinas Compuestas de Sorgo-Trigo para Panificación. *Rev. Bol. Quim.* vol.27, n.1 pp. 19-28 [Online] Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602010000100004&lng=es&nrm=iso. ISSN 0250-5460. Último acceso febrero 2016.
- Trobok, B.** 1985. Morfología de frutos y semillas de *Prosopis* (Fabaceae-Mimosoideae) Chilenos. En: Estado actual del conocimiento sobre *Prosopis tamarugo*. Arica, Chile. Panel 3.
- Ureña M., Encina, C.** 2007. Determinación de la máxima retención de ácido ascórbico de la conserva de Aguaymanto en almíbar aplicando el método Taguchi. Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria. Lima, Perú.
- Van Soest, P., J. Robertson & B. Lewis.** 1991. Methods for dairy fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Sci.* 74: 3586-3597.
- Vasco, C., J. Ruales & A. Kamal-Eldin.** 2008. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. *Food Chemistry* 111(4): 816-823.
- Vasconcelos, I.M. & J.T.A. Oliveira.** 2004. Antinutritional properties of plant lectins. *Toxicon* 44(4): 385-403.
- Villagra, P.E.** 2000. Aspectos ecológicos de los algarrobales argentinos. *Multequina* 9(2): 35-51.
- Villanueva-Suarez, M.J, A. Redondo-Cuenca, M.D. Rodríguez-Sevilla & M. de las Heras.** 2003. Characterization of nonstarch polysaccharides content from different edible organs of some vegetables, determined by GC and HPLC: comparative study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 5950-5955.
- Yang, C. M., C.N. Lee, & C.H. Chou.** 2002. Effects of three allelopathic phenolics on chlorophyll accumulation of rice (*Oryza sativa*) seedlings: I. Inhibition of supply-orientation. *Botanical Bulletin of Academia Sinica* 43 pp.
- Zuber, M.S. & L.L. Darrah.** 1987. Breeding, genetics and seed corn production. In: Watson, S.A. & Ramstad, P.E. (Eds.), *Corn: Chemistry and Technology*. AACC, St. Paul, MN, 31-51 pp.
- Zulet, M.A. & J.A. Martínez.** 2001. Dieta mediterránea: legumbres y colesterolemia. *Rev. Chil. Nutr.* 28: 312-320.