



Harinas de lupino blanco (*Lupinus albus*) y andino (*L. mutabilis*) aptas para consumo: características físico-químicas y funcionales

White lupine (*Lupinus albus*) and Andean lupine (*L. mutabilis*) flours suitable for consumption: physico-chemical and functional characteristics

Dra. Curti Carolina Antonela¹ , Lic. Alcócer Jimena Cecilia¹ , Dra. Rivas Marisa Ayelén² ,
Dr. Vinderola Gabriel⁴ , Mgtr. Ramón Adriana Noemí³ .

¹Instituto de Investigaciones para la Industria Química (INIQUI), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); ²Facultad de Ciencias de la Salud; ³Laboratorio de Alimentos, Facultad de Ciencias de la Salud; Universidad Nacional de Salta, Salta, Argentina. ⁴Instituto de Lactología Industrial (ILAIN), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.

Resumen

Introducción: los lupinos son legumbres fuente de nutrientes y fitoquímicos con propiedades beneficiosas para la salud. Sin embargo, presentan alcaloides que deben ser eliminados previos al consumo. El objetivo del estudio fue obtener y caracterizar harinas de lupino blanco y andino, aptas para el consumo.

Materiales y método: los granos se desamargaron por método acuoso tradicional que incluyó remojo por 18 horas, cocción por 1 hora y lavado por 5 días. Luego, se secaron en estufa, se molieron y tamizaron. Se determinó alcaloides, proteínas, grasas, fibra dietaria total, sodio, fósforo, color, índice de absorción y solubilidad en agua, polifenoles totales, flavonoides, carotenoides y perfil de fenoles en semillas crudas y harinas tratadas.

Resultados: el contenido de alcaloides en las harinas tratadas se encontró entre los límites establecidos para la ingesta segura (<0,07 g/100g). Las proteínas se encontraron entre 25-39 g/100g, grasas entre 12-23 g/100g, fibra dietaria total 35-50 g/100g y cenizas 1,5-3,3 g/100g. El calcio se encontró entre 210-323 mg/100g, fósforo 140-202 mg/100g y sodio 38-44 mg/100g. El color correspondió al amarillo con tendencia al rojo. La harina de lupino andino tratada presentó mayor índice de absorción de agua (7,8 g/g) y solubilidad en agua (78,8%). Los productos tratados presentaron polifenoles (13,4 y 20,8 mg/100g), flavonoides (275 y 8,7 mg/100g) y carotenoides (0,3 y 0,9 mg/100g). El perfil de fenoles correspondió a 3 flavonas y 3 isoflavonas en lupino blanco. En el lupino andino, se detectaron 5 flavonas y 3 isoflavonas.

Conclusiones. Las harinas tratadas presentan características físico-químicas y funcionales que podrían representar ingredientes alternativos a las tradicionales como trigo y soja, para la formulación de alimentos saludables.

Palabras clave: lupinos; harinas; proteínas; fibra; flavonoides

Abstract

Introduction: lupins are legumes that are a source of nutrients and phytochemicals with beneficial properties for health. However, they present alkaloids that must be eliminated prior to consumption. The objective of the work was to obtain and characterize White and Andean lupine flours suitable for consumption.

Materials and method: the grains were debittered using traditional aqueous method that included soaking for 18 hours, cooking for 1 hour and washing for 5 days. Then, they were dried in an oven, ground and sieved. Alkaloids, proteins, fats, total dietary fiber, sodium, phosphorus, color, absorption rate and water solubility, total polyphenols, flavonoids, carotenoids and phenol profile in raw seeds and treated flours were determined.

Results: the alkaloid contents of treated flours were within the limits established for safe intake (less than 0.07 g/100g). Proteins were found between 25-39 g/100g, fats between 12-23 g/100g, total dietary fiber 35-50 g/100g and ash 1.5-3.3 g/100g. Calcium was found between 210-323 mg/100g, phosphorus 140-202 mg/100g and sodium 38-44 mg/100g. The color corresponded to yellow with a tendency to red. The treated Andean lupine flour presented a higher rate of water absorption (7.8 g/g) and solubility in water (78.8%). The treated products presented polyphenols (13.4 and 20.8 mg/100g), flavonoids (275 and 8.7 mg/100g) and carotenoids (0.3 and 0.9 mg/100g). The phenolic profile corresponded to 3 flavones and 3 isoflavones in white lupine. In Andean lupine, 5 flavones and 3 isoflavones were detected.

Conclusion: the treated flours could represent alternative ingredients to the traditional ones such as wheat and soy for the formulation of healthy foods.

Key words: lupins; flours; proteins; fiber; flavonoids



AADYND

DIAETA es propiedad de la Asociación Argentina de Dietistas y Nutricionistas Dietistas y mantiene la propiedad intelectual.

ISSN 0328-1310
ISSN 1852-7337 (En línea)

Contacto:

Carolina A. Curti,
carolinaacurti@gmail.com

Recibido: 12/02/2022. Envío de revisiones al autor: 23/03/2022. Aceptado en su versión corregida: 02/12/2022

Declaración de conflicto de intereses:

los autores declaran no presentar conflicto de intereses.

Fuente de financiamiento:

Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Salta, Proyecto tipo A N° 2362 y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) a través de beca interna doctoral.

Este es un artículo open access licenciado por Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Licencia Pública Internacional – CC BY-NC-SA 4.0. Para conocer el alcance de esta licencia, visita <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.es>



Indizada en LILACS, SciELO y EBSCO; catálogo del sistema LATINDEX. Incorporada al Núcleo Básico Revistas Científicas Argentinas, CONICET

Introducción

En la actualidad existe un creciente interés por la obtención de ingredientes alternativos. Esto se debe a la tendencia hacia una mayor población mundial, la preocupación por la seguridad alimentaria y el hambre, así como un aumento en la prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles (1). Las fuentes alimenticias vegetales como las legumbres, se posicionan como opciones económicas y versátiles para la formulación de alimentos saludables (2).

El género *Lupinus* (familia *Fabaceae*) comprende alrededor de 267 especies, incluye legumbres que crecen desde el nivel del mar hasta la altura de los Andes (3). Las de mayor consumo son: lupino blanco (que corresponde a la especie *L. albus*), lupino azul (*L. angustifolius*), lupino amarillo (*L. luteus*) y lupino andino (*L. mutabilis*) (3). Según estadísticas de la Organización para las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), en el 2019 se produjeron 1.006.842 toneladas de lupinos a nivel mundial, inferior producción comparada con la de otras legumbres como la soja y el garbanzo (4). Su comercialización a gran escala se encuentra limitada por la presencia de alcaloides, compuestos amargos y tóxicos (5). Niveles de alcaloides superiores a 0,035 mg/kg de peso corporal/día se asocian con enfermedad hepática y bloqueo neuromuscular (6). La mayoría de estas sustancias son solubles en agua, por lo que el proceso tradicional de eliminación o “desamargado” incluye el remojo de las semillas, su cocción y lavado durante 5 días (5). Este proceso permite extraer el 99,7% de los alcaloides, pudiéndose alcanzar niveles compatibles con un consumo seguro (0,02-0,07 g/100g) (5,6).

Los granos son fuente de fibra dietaria (30-50 g/100g), proteína (25-50 g/100g) y aceites esenciales (oleico y linoleico) (5). Asimismo, presentan fitoquímicos, sustancias con poder antioxidante y funcional como los polifenoles (5,7).

Se estima que cada año se fabrican 500.000 toneladas de productos alimenticios que

contienen lupinos como ingredientes (8). Las variedades de lupino andino se consumen como semilla en preparaciones de la cocina tradicional, su diversificación es incipiente (9). En nuestro país, se encuentran poco desarrollados y la generación de valor agregado dirige hacia el desarrollo de alimentos (10). El objetivo de este estudio fue caracterizar las propiedades físico-químicas y funcionales de harinas de lupino, blanco y andino, crudas y tratadas (aptas para el consumo).

Materiales y Método

Obtención de harinas aptas para el consumo

Las semillas de lupino blanco (*Lupinus albus*, cv. Multitalia) y andino (*L. mutabilis*) se adquirieron en comercios de la ciudad de Salta. Los granos de lupino blanco crudo se remojaron a 50°C (relación 1:3 p/v) por 18 horas y se lavaron con agua a 50°C durante 5 días hasta que no presentaron sabor amargo (11). Las semillas de lupino andino se remojaron en agua por 18 horas a 25°C (relación 1:3 p/v) y se cocinaron durante 1 h a 98°C (relación 1:3 p/v). Luego, se lavaron durante 5 días hasta que al probarlos no se percibió sabor amargo (12). Tanto la muestra de lupino blanco como andino desamargadas (tratadas) se secaron en estufa a 60°C hasta obtener un valor de humedad inferior al 12% (13). Se molieron en un equipo High Speed 100W en ciclos de 5 seg, se tamizaron por una zaranda de 60 Mesh y se almacenaron a 5°C en bolsas plásticas con cierre hermético.

Propiedades físico-químicas

El contenido de alcaloides se evaluó mediante una volumetría (titulación con NaOH 0,01N y rojo de metilo como indicador) (13). La composición centesimal se estableció según metodología de la *Association of Official Agricultural Chemists* (AOAC)

(14). La humedad se estableció por un método indirecto (deseccación a 105°C hasta peso constante), las cenizas por calcinación a 550°C, proteínas por el método Kjeldahl ($N \times 6,25$) y grasa total, por Soxhlet, utilizando éter de petróleo 60°. La fibra dietaria total y sus fracciones se determinaron aplicando un método enzimático-gravimétrico (15). Los carbohidratos se calcularon por diferencia (carbohidratos = $100 - [\%Proteínas + \%Grasas + \%Cenizas + \%Fibra\ Dietaria\ Total]$) y los resultados se expresaron como g/100g de materia seca. Calcio y sodio se evaluaron por espectrometría de absorción/emisión atómica y fósforo por absorción molecular (14). El contenido de estos minerales se expresó en mg/100g de materia seca. Los parámetros de color se determinaron con un colorímetro digital Lab Kits D65. Las determinaciones de CIELAB (L^* , a^* , b^*) se realizaron por sextuplicado (16). Los índices de absorción en agua (IAA) y de solubilidad en agua (ISA) se evaluaron por extracción con agua a 30°C y posterior evaporación del gel. El IAA se expresó en g de agua absorbidos/g de muestra y el ISA en g/100g (17).

Propiedades funcionales

El contenido de fitoquímicos se determinó en extractos metanol:agua 70:30 v/v (18). Los polifenoles se evaluaron con el reactivo de Folin-Ciocalteu (765 nm) (19); los resultados se expresaron en mg de equivalentes de ácido gálico/100g. Los flavonoides se determinaron según Zhisheny J *et al.* (510 nm) (20) y los resultados se expresaron en mg de equivalente de catequina/100g. La extracción y cuantificación de carotenoides se realizó según Rodríguez Amaya D.B. (21) y se expresaron en mg de equivalentes de β -caroteno/100g. Para el perfil de compuestos fenólicos, los extractos se filtraron, rotaevaporaron y liofilizaron (18). Luego, se disolvieron en etanol 60° y se analizaron empleando HPLC (Waters Corporation®, Milford, MA, EE.UU.). Las condiciones cromatográficas incluyeron una columna

C18 (Waters®XBridge®) (4,6 × 150 mm, 5 μ m), válvula de inyección manual con un bucle de 20 μ L (Rheodyne Inc., Cotati, CA), caudal de 0,5 mL/min) y un detector de arreglo de fotodiodos (18).

Análisis estadísticos

Las determinaciones se efectuaron al menos por triplicado y los resultados se expresaron como el promedio +/- desvío estándar. El análisis de color se efectuó al menos por sextuplicado. Se empleó test de Shapiro-Wilks para evaluar la distribución normal. Para el análisis estadístico se empleó una prueba de ANOVA de una vía con un nivel de significancia de $p < 0,05$. Todos los análisis se realizaron mediante software Infostat® (22).

Resultados

Propiedades físico-químicas

Se partió de lupinos blanco y andino cuyo contenido de alcaloides fue $2,8 \pm 0,1$ g y $3,2 \pm 0,1$ g de lupanina/100g del alimento, respectivamente. El desamargado disminuyó la concentración hasta niveles aceptables para la ingesta ($0,03 \pm 0,01$ g y $0,01 \pm 0,04$ g/100g, respectivamente). El contenido de humedad en el lupino blanco crudo correspondió a $10,6 \pm 0,9$ g/100g, mientras que la harina tratada presentó un valor de $9,7 \pm 1,9$ g/100g. La variedad andina presentó un valor de $8,6 \pm 1,2$ g/100g, mientras que en la harina tratada fue $9,7 \pm 2,2$ g/100g.

En la Tabla 1 se presenta la composición centesimal de las harinas de lupino expresadas en materia seca. El contenido de proteína fue superior en el andino comparado con el lupino blanco, no se observaron diferencias significativas luego del desamargado. Las harinas crudas mostraron similar contenido de grasa y se incrementó en blanco y andino luego del desamargado. El contenido de fibra dietaria total fue

Tabla 1. Composición centesimal de harinas de lupino blanco y lupino andino, crudas y aptas para el consumo

	Harina de lupino blanco						Harina de lupino andino					
	Cruda			Apta			Cruda			Apta		
Macro-componentes (g/100g)												
Proteínas	25,2	±	1,6 ^a	27,8	±	0,1 ^a	37,2	±	0,8 ^b	39,4	±	0,2 ^b
Grasas	12,9	±	3,8 ^a	18,7	±	0,9 ^b	13,9	±	0,6 ^a	23,4	±	0,2 ^b
Cenizas	2,3	±	0,4 ^a	1,5	±	0,0 ^a	3,3	±	0,1 ^b	1,5	±	0,1 ^a
Fibra dietaria total	50,1	±	4,9 ^{bc}	42,2	±	0,3 ^{ab}	46,4	±	0,3 ^c	35,2	±	0,1 ^a
Fibra dietaria Insoluble	32,2	±	3,1 ^a	27,0	±	0,2 ^a	38,0	±	0,3 ^b	23,4	±	0,2 ^a
Fibra dietaria Soluble	17,9	±	2,1 ^c	15,2	±	0,1 ^{bc}	8,4	±	0,1 ^a	11,8	±	0,1 ^b
Carbohidratos	9,2	±	0,2 ^a	9,8	±	0,3 ^a	0,0			0,0		
Minerales (mg/100g)												
Calcio	274	±	41 ^{ab}	323	±	22 ^b	210	±	18 ^a	222	±	1 ^a
Sodio	42	±	1 ^{bc}	38	±	1,0 ^a	44	±	1 ^c	40	±	3 ^{ab}
Fosforo	152	±	6 ^b	140	±	3,9 ^a	202	±	2 ^c	154	±	2 ^b

Letras diferentes entre columnas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

similar en los granos crudos de lupinos blanco y andino. El proceso involucrado en el desamargado redujo su contenido en las muestras. La fracción insoluble fue superior en la variedad andina cruda que en la blanca. Como consecuencia del lavado se evidenció una reducción de la misma (Tabla 1). En cuanto a la fracción soluble, el lupino blanco presentó mayor contenido que el andino. Sin embargo, como consecuencia del proceso empleado se aumentó esta fracción en el andino. Se encontraron carbohidratos sólo en las harinas de lupino blanco.

El contenido de minerales totales, expresado como cenizas, fue mayor en la variedad andina y se redujo como consecuencia del proceso efectuado. Las harinas de lupino blanco presentaron un contenido superior de calcio pero inferiores de fósforo respecto del andino (Tabla 1). El contenido de calcio no se modificó como consecuencia del proceso empleado para el desamargado. En tanto que el de fósforo se redujo. En cuanto al sodio, este fue similar en blanco y andino crudos, decreciendo en las harinas aptas para el consumo.

Las harinas presentaron color amarillo con tendencia al rojo, dado por los parámetros positivos de $b^* = 39,9; 45,2; 30,9$ y $32,4$ y $a^* = 8,09; 8,1; 5,45$ y $8,4$ para lupino blanco y andino crudos y desamargados, respectivamente. Presentaron alta luminosidad ($L^* = 75,9; 74,9; 79,5$ y $75,5$).

Los valores de IAA fueron $8,2$ y $6,6$ g/g en la variedad blanca y $6,8$ y $7,9$ g/g en la andina. El ISA fue de $78,9$ y $61,9$ g/100g en lupino blanco y $70,0$ y $78,8$ g/100g en el andino. Tanto el IAA como el ISA se incrementaron luego del desamargado en el andino, mientras que en el blanco disminuyeron.

Propiedades funcionales

En la Tabla 2 se muestra el contenido de fitoquímicos de las harinas de lupino. Los polifenoles se hallaron en inferior cantidad en el lupino blanco crudo y decrecieron por el desamargado en ambos lupinos. Los flavonoides, por el contrario, se hallaron en inferior cantidad en el andino crudo y se redujeron luego del proceso. El contenido de carotenoides fue superior

Tabla 2. Polifenoles, flavonoides y carotenoides de harinas de lupino blanco y lupino andino, crudas y aptas para el consumo

Compuestos	Harina de lupino blanco						Harina de lupino andino					
	Cruda			Apta			Cruda			Apta		
Polifenoles	320	±	41 ^b	13,4	±	0,6 ^a	538	±	14 ^a	20,8	±	1,4 ^c
Flavonoides	57,7	±	0,9 ^d	27,5	±	0,7 ^c	22,5	±	0,7 ^b	8,7	±	1,1 ^a
Carotenoides	4,7	±	0,0 ^d	0,3	±	0,0 ^a	0,8	±	0,0 ^b	0,9	±	0,0 ^c

Polifenoles totales en mg EAG/100g en materia seca, Flavonoides en mg EC/100g y Carotenoides en mg de betacaroteno / 100g de materia seca. Letras diferentes entre columnas indican diferencias significativas (p<0,05)

Tabla 3. Tiempos de retención (min) y longitud de onda (λ)/(nm) para compuestos flavonoides en harinas de lupino blanco y lupino andino, crudas y apta para el consumo

Pico	Tiempo de retención	λ	Compuesto detectado
Harinas de lupino blanco			
1	7	315, sh260	-
2	12	253	isoflavona
3	16,3	240	-
4	23	258	isoflavona
5	25	254	isoflavona
6	30	340, 270	flavona
7	31	337, 270	flavona
8	45	349, 251	flavona
9	46	272	-
Harinas de lupino andino			
1	7	325, 256	flavona
2	30	337, 270	flavona
3	31,3	271,6	-
4	37	259	isoflavona
5	38	260	isoflavona
6	45	348, 253	flavona
7	45,5	337, 270	flavona
8	45	259	isoflavona
9	53,3	350, 255	flavona
10	53,8	293, 262	-

en el lupino blanco crudo respecto del andino. Se observó una reducción en la variedad blanca como consecuencia del desamargado, mientras que en el andino se incrementó.

En la Tabla 3 se indican los tiempos de retención y longitud de onda de los flavonoides detectados en harinas de lupino. Se detectaron 3 flavonas y 3 isoflavonas en las de lupino blanco,

mientras que en las del andino se identificaron 5 flavonas y 3 isoflavonas.

Discusión

El proceso de desamargado indujo cambios en la composición y propiedades funcionales de las

harinas tratadas de lupino comparadas con las semillas crudas. El aumento de la humedad en el andino podría deberse a su mayor capacidad de absorción y retención de agua (5).

Por otro lado, el mayor porcentaje de grasas observado en ambos lupinos luego del proceso aplicado, podría explicarse por la duración y la temperatura a 50° en blanco y de ebullición en andino. Estas condiciones ocasionaron la conversión de algunos aceites, en otros, por lo tanto, incrementaron la concentración final de grasas totales en las muestras (23).

Con respecto al contenido de fibra dietaria total, el proceso de desamargado redujo su contenido en las harinas tratadas. Sin embargo, sus fracciones mostraron diferentes tendencias a incrementar o disminuir de acuerdo a la variedad analizada. Por un lado, la fracción insoluble disminuyó en el andino, que pudo haberse ocasionado por el desprendimiento de cáscaras que se produce durante la cocción y lavado (5). En cuanto a la fracción soluble, aumentó en el andino como consecuencia del proceso aplicado. Esto pudo deberse a la disminución de la fracción insoluble (5,24). Asimismo, la variedad andina presenta en general, la mayoría de sus carbohidratos en forma de oligosacáridos que estarían contemplados en este valor de fibra (5).

La reducción de los minerales totales en las harinas tratadas podría deberse a la solubilización de éstos durante el lavado (5,24). En referencia a los minerales como el calcio, otros autores registraron reducciones luego del desamargado en las harinas de lupino blanco (25), mientras que, en la variedad andina, se evidenció un incremento en la concentración de este mineral (24). En relación al fósforo, en este estudio se hallaron valores inferiores en las harinas tratadas comparados con otros autores, que van de 300 a 700 mg/100g (5,24,26); mientras que el contenido de sodio decreció en las muestras tratadas con respecto a las crudas (24,25,26). Las diferencias en el contenido de los minerales en las harinas tratadas en este estudio, comparados con otros,

se explicarían por las variedades utilizadas y el proceso de desamargado aplicado, incluyendo o no cocción (24,25,26).

Las harinas de lupino blanco y andino tratadas mostraron una tendencia al amarillo y al rojo que podría relacionarse con la presencia de flavonoides y carotenoides (27). El desamargado afectó las características de color, se presentaron más opacas, menos amarillas y con mayor tendencia al rojo. Los cambios ocurridos por el proceso de desamargado se podrían atribuir a la reacción de Maillard, a la pérdida de flavonoides y carotenoides o bien a la coagulación de proteínas (5,27).

Tanto el IAA como el ISA se incrementaron luego del desamargado en el andino, mientras que en el blanco disminuyeron. Se ha reportado que las semillas que tienen un mayor porcentaje de polisacáridos solubles son a la vez más higroscópicas (5). Asimismo, aquellas que son altas en proteínas solubles (como la andina), presentan mayor solubilidad en agua (5). En contraste, la reducción de la solubilidad en agua observada en el lupino blanco podría explicarse por una menor capacidad de los grupos hidrófilos de sus proteínas para interactuar con el agua o bien por la disminución de material higroscópico (como los polisacáridos) (5).

En relación a las propiedades funcionales analizadas en las harinas, los datos reportados en la bibliografía para los polifenoles y flavonoides son dispares: dependen de la variedad evaluada, los extractos utilizados (acuosos o metanólicos), las condiciones de desamargado y las unidades en las cuales expresaron los resultados (mg de equivalentes de catequina, ácido gálico o vitexina) (27). Por lo tanto, las comparaciones serían superfluas y subjetivas, ya que se considerarían unidades y protocolos de análisis diferentes. La tendencia a incrementar el contenido de flavonoides en la variedad andina luego del proceso podría explicarse por su disposición en el interior de las células que evita su extracción y posterior eliminación, además de su conversión

a otros compuestos de similar naturaleza (28).

Por último, el proceso de desamargado no modificó el perfil de compuestos presentes en las harinas. Según lo consultado en la bibliografía, los tiempos de retención y la longitud de onda de las isoflavonas podrían corresponder a genisteína y glicósidos derivados de la genisteína (7,27). Con respecto a las flavonas, fueron de naturaleza desconocida o no se pudieron comparar con la base de datos existente. El perfil se mantuvo luego del proceso aplicado, a pesar que el contenido de flavonoides totales varió. Sería de importancia evaluar la bioactividad (efectos antioxidantes, hipoglucemiantes y antihipertensivos) de los remanentes fitoquímicos presentes en las harinas tratadas (27).

Conclusiones

Las harinas de lupino aptas para el consumo presentaron una alta proporción de proteínas, grasas y fibra dietaria. El desamargado disminuyó el contenido de sodio y fósforo en los granos,

aunque el calcio no se modificó. El desamargado modificó el color de las harinas al hacerlas más opacas, menos amarillas y con mayor tendencia al rojo. La harina de lupino andino presentó mayor índice de absorción y solubilidad en agua. A su vez, se presentó un interesante contenido de polifenoles, flavonoides y carotenoides. Dentro de los flavonoides, se identificaron 3 isoflavonas y 3 flavonas en la harina de lupino blanco, mientras que en la variedad andina se hallaron 5 flavonas y 3 isoflavonas.

Los productos obtenidos podrían utilizarse en la elaboración de alimentos saludables dada su composición química y riqueza en fitoquímicos. Se recomienda, en particular, el uso de la harina de lupino andino, dado su potencial para la producción industrial.

Agradecimientos

A la Sra. Alejandra Ardaya y Tec. Nicolás Álvarez por el apoyo en las tareas de laboratorio y el acondicionamiento de los equipos.

Referencias bibliográficas

1. Aschemann-Witzel J, Ribeiro Bizzo H, Doria Chaves AC, Ferreira Faria-Machado A, Gomes Soares A. et. al. Sustainable use of tropical fruits? Challenges and opportunities of applying the waste-to-value concept to international value chains. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2021; 0(0): 1-13. (Revisado el 14 de enero de 2022). Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408398.2021.1963665?journalCode=bfsn20>
2. Semba RD, Ramsing R, Rahman N, Kraemer K, Bloem MW. Legumes as a sustainable source of protein in human diets. *Glob Food Sec*. 2021; 28: 100520. (Revisado el 14 de enero de 2022). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2211912421000304>
3. Wolko B, Clements JC, Naganowska B, Nelson MN, Yang H. *Lupinus*. En: Kole C. *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources*. Legume Crops and Forages. Berlin. Springer. 2011, 153–206.
4. FAO. FAOSTAT. 2021. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/es/>
5. Carvajal-Larenas FE, Linnemann AR, Nout MJR, Koziol M, van Boekel MAJS. *Lupinus mutabilis*: composition, uses, toxicology, and debittering. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2016, 56(9): 1454–1487. (Revisado el 20 de noviembre de 2021). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26054557/>
6. Australia New Zealand Food Authority. *Lupin Alkaloids in Food*. Australia. 2001. Technical report series N° 3, 14.
7. Ranilla LG, Genovese MI, Lajolo, FM. Isoflavones and antioxidant capacity of Peruvian and Brazilian lupin cultivars. *J Food Compost Anal*. 2009; 22(5): 397–404. (Revisado el 2 de diciembre de 2021). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889157508001646>


8. van de Noort M. Lupin: an important protein and nutrient source. En L. Nadathur, L. Sudarshan, W. Janitha y L. Scanlin (Eds.) Sustainable Protein Sources 2017: 165–184. Academic Press. Revisado el 22 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012802778300010X>
9. Carvajal-Larenas FE. Nutritional, rheological and sensory evaluation of *Lupinus mutabilis* food products – A Review. Czech J Food Sci. 2019; 37(5): 301–311. (Revisado el 14 de enero de 2022). Disponible en: https://www.agriculturejournals.cz/web/cjfs.htm?type=article&id=4_2019-CJFS
10. Lezcano E. Harinas de legumbres. Alimentos Argentinos. Buenos Aires; 2019. (Revisado el 25 de octubre de 2021). Disponible en: <http://www.alimentosargentinos.gov.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/revistas/nota.php?id=91>
11. Fontanari G, Martins JM, Kobelnik M, Pastre AIG, Areas JA, Batistuti JP et. al. Thermal studies on protein isolates of white lupin seeds (*Lupinus albus*). J Therm Anal. 2012; 108: 141–148. (Revisado el 25 de octubre de 2021). Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10973-011-1898-6>
12. Carvajal Larenas FE, Nout MJR, van Boekel MAJS, Koziol M, Linnemann AR. Modelling of the aqueous debittering process of *Lupinus mutabilis* Sweet. LWT. 2013; 53(2): 507–516. (Revisado el 25 de octubre de 2021). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643813001114>
13. INEN. Leguminosas. Grano desamargado de chocho. Ecuador. 2004. Norma 2390. (Revisado el 21 de Marzo de 2021). <https://studylib.es/doc/6131801/nte-inen-2390--leguminosas.-grano-desamargado-de-chocho>
14. Official Method of Analysis of AOAC International. 13th Edition. Washington DC, USA. Association of Official Analytical Chemists. 1990. <https://www.aoac.org/scientific-solutions/standards-and-official-methods/>
15. Official Method of Analysis of AOAC International. AOAC Official Method 991.43. 17th Edition. Washington DC, USA. Association of Official Analytical Chemists. 1995. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22816275/>
16. CIE. Vision and colour. Physical measurement of light and radiation. The Netherlands. 199. Technical Reports N° 135. p. 1 y 2. (Revisado el 2 de noviembre de 2021). Disponible en: <http://cie.co.at/publications/cie-collection-1999-vision-and-colour-physical-measurement-light-and-radiation>
17. Anderson RA, Conway HF, Peplinski AJ. Gelatinization of corn grits by roll cooking, extrusion cooking and steaming. Starke. 1970; 22(4): 130–135. (Revisado el 4 de diciembre de 2021). Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/star.19700220408>
18. Orqueda ME, Rivas M, Zampini IC, Alberto MR, Torres S, Cuello S y col. Chemical and functional characterization of seed, pulp and skin powder from chilito (*Solanum betaceum*), an Argentine native fruit. Phenolic fractions affect key enzymes involved in metabolic syndrome and oxidative stress. Food Chem. 2017; 216: 70–79. (Revisado el 4 de diciembre de 2021). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27596394/>
19. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela Raventos RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin–ciocalteu reagent. Meth Enzymol. 1999; 299: 152–178. (Revisado el 4 de octubre de 2021). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S007668799990171>
20. Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chem. 1999; 64(4): 555–559. (Revisado el 4 de octubre de 2021). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814698001022>
21. Rodriguez Amaya DB. A Guide to carotenoids analysis in foods. Washington DC. ILSI Press, 2001.
22. Grupo Infostat. InfoStat. Córdoba. 2021. <https://infostat.com.ar>
23. (23) Curti CA, Curti RN, Bonini N, Ramón A. Changes in the fatty acid composition in bitter *Lupinus* species depend on the debittering process. Food Chem 2018; 263: 151–154. (Revisado el 6 de junio de 2021). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29784300/>
24. Villacrés E, Quela MB, Jácome X, Cueva G, Rosell, CM. Effect of debittering and solid-state fermentation processes on the nutritional content of lupine (*Lupinus mutabilis* Sweet). Int J Food Sci Technol. 2020; 55(6): 2589–2598. (Revisado el 6 de junio de 2021). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643820307349#:~:text=Impact%20of%20debittering%20and%20fermentation%20was%20evaluated%20in,state%20fermentation%20increased%20phenolic%20compounds%20and%20antioxidant%20capacity>
25. Mohammed MA, Mohamed EA, Yagou AEA, Mohamed AR, Babiker EE. Effect of processing methods on alkaloids, phytate, phenolics, antioxidants activity and minerals of newly developed lupin (*Lupinus albus* L.) cultivar. J Food Process. 2017; 41(1): 1–9. (Revisado el 6 de junio de 2021). Disponible en: <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jfpp.12960>

26. Yorgancilar M, Bilgiçl N. Chemical and nutritional changes in bitter and sweet lupin seeds (*Lupinus albus* L.) during bulgur production. *J Food Sci Technol*. 2014; 51(7): 1384–1389. (Revisado el 6 de junio de 2021). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24966434/>
27. Chirinos R, Pedreschi R, Rogez H, Larondelle Y, Campos D. Phenolic compound contents and antioxidant activity in plants with nutritional and / or medicinal properties from the Peruvian Andean region. In *Crops Prod*. 2013; 47: 145–152. (Revisado el 8 de julio de 2021). Disponible en: <https://www.bing.com/search?q=Phenolic+compound+contents+and+antioxidant+activity+in+plants+with+ nutritional+and+%2F+or+medicinal+properties+from+the+Peruvian+Ainenndean+region.&cvid=6e469cd29d1741d5932df154259a6c258aqs =edge..69i57.790j0j4&FORM=ANABO1&PC=U531>
28. Nayak B, Liu RH, Tang J. Effect of processing on phenolic antioxidants of fruits, vegetables, and grains—a Review. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2015; 55(7): 887–919. (Revisado el 8 de julio de 2021). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24915381/>

Carolina Antonela Curti  0000-0002-2545-1428

Jimena Cecilia Alcócer  0000-0001-5229-7262

Marisa Ayelén Rivas  0000-0003-0029-892X

Gabriel Vinderola  0000-0002-6190-8528

Adriana Noemí Ramón  0000-0003-3458-4959

Citación:

Curti C.A. y col. Harinas de lupino blanco (*Lupinus albus*) y andino (*L. mutabilis*) aptas para consumo: características físico-químicas y funcionales. *DIAETA (B.AIRES)* 2022; 40:e22040011