



V Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica
XVI Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica
VI Jornadas Científicas de Biomedicina y
Biotecnología Molecular

Clave: 33291

Evaluación química y digestibilidad *in vitro* de *Lupinus ssp* del Estado de Hidalgo (Mineral del Chico)

J. Porras-Saavedra; H. López-López; S. Soto-Simental; G. Dávila-Ortiz; A. D. Hernández-Fuentes; N. Güemes-Vera.

DIRECCIÓN DE LOS AUTORES

Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo,
Av. Universidad km1, Col. Rancho Universitario C.P. 43600 Tulancingo, Hidalgo.

CORREO ELECTRÓNICO

njgv2002@yahoo.com.mx



V Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica
XVI Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica
VI Jornadas Científicas de Biomedicina y
Biotecnología Molecular

INTRODUCCIÓN

Lupinus

Es una leguminosa herbácea anual, leñosa, generalmente verde, crece en lugares húmedos fríos. Se estima que en todo el mundo se cultivan alrededor de 7 000 ha por año (Imane, 1999). Mas de 400 especies del genero *Lupinus* han sido reportadas alrededor del mundo distribuidas en dos centros de origen. Uno es el Mediterráneo, y el otro a lo largo de Sudamérica (Erbas *et al.*, 2004). Solo 12 especies se han encontrado en Europa y África, pero más de 300 especies se localizan en América.

En México se han reportado que existen aproximadamente 100 especies, distribuidas prácticamente en casi toda la República Mexicana, de las cuales 15 son nativas del estado de Jalisco (Ruiz y Sotelo 2001). En la Figura 1, se muestra la localización de algunas de ellas. Sin embargo, hasta la fecha, no se explota ninguna variedad a nivel intensivo, siendo éstas, variedades silvestres (Juárez, 1991). En el estado de Hidalgo se han identificado 5 especies.

Composición Química de *Lupinus*

El análisis proximal de algunas especies de *Lupinus* se muestra en la Tabla I, el alto contenido de fibra cruda es consecuencia de la gruesa capa de la semilla de *Lupinus*, representando el 30% del peso de la semilla, para *L. Luteus*, 25% para *L. angustifolius*, 15% para *L. albus* y 12% para *L. mutabilis*. La energía almacenada en el cotiledón es variable, dependiendo esta de la proporción de aceite, oligosacáridos y polisacáridos no almidonosos.

Factores no nutricionales

Es bien conocido que las leguminosas contienen compuestos no apropiados para la ingesta. Tradicionalmente se han conocido como factores antinutricionales (ANEs) o antinutrientes. McIntosh y Adelaida (1995) realizaron trabajos epidemiológicos sugieren que algunos de



V Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica
XVI Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica
VI Jornadas Científicas de Biomedicina y
Biotecnología Molecular

estos compuestos tienen efectos benéficos para los humanos. Por ejemplo fitatos, algunos taninos e inhibidores de tripsina tienen efecto antioxidante y tal vez pueden prevenir el desarrollo del cáncer (McIntosh, Adelaida, 1995). En la Tabla II se muestra el contenido de ANEs en diferentes especies de *Lupinus*.

Tabla I. Composición química de algunas especies de *Lupinus* (g Kg⁻¹)

Componente	<i>L. albus</i>	<i>L. angustifolius</i>	<i>L. luteus</i>	<i>L. mutabilis</i>
Humedad	85.8	84.4	94.4	62.0
Proteína	361.0	321.6	413.6	447.4
(N x 6.25)				
Cenizas	32.9	27.8	37.0	30.0
Grasa cruda	90.8	58.2	57.4	140.7
Fibra cruda	102.7	148.9	127.2	70.4

Fuente: Hill (1977); Schoenebergr *et al.* (1982); Petterson y Mackintosh (1994); Zdunczyk *et al.* (1994).

Tabla II. Factores antinutricionales en especies de *Lupinus*

Factor	<i>L. albus</i> ¹	<i>L. angustifolius</i> ¹	<i>L. luteus</i> ²
Total de alcaloides (mg kg ⁻¹)	<100	200	500
Oligosacáridos (%)	6.7	5.2	11.87
Saponinas (mg kg ⁻¹)	Nd	573	
Taninos condensados (%)	0.01	< 0.01	0.02
Inhibidores de tripsina (mg g ⁻¹)	0.13	0.14	0.29
Fitatos (%)	0.79	0.58	0.96

Nd, No determinado.

Fuente: ¹ Petterson and Mackintosh (1994), ² Zdunczyk *et al.*, (1994).

Usos

El lupino es cultivado principalmente por las siguientes razones:



V Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica
XVI Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica
VI Jornadas Científicas de Biomedicina y
Biotecnología Molecular

- a) Para la nutrición humana debido a su alto contenido en proteína y aceite, así como también por su bajo costo, se emplea en productos de panadería y pastas (Guemes, 2004; López, 2007), productos lácteos (Cheng *et al.*, 1993; Hung *et al.*, 1990), productos cárnicos (Alvarado, 2006), productos tradicionales fermentados (Shurtleff y Oayagi, 1976; Coffey, 1989)
- b) Como abono, contribuyendo al mejoramiento de la estructura del suelo.
- c) Para alimentar a los rumiantes.
- d) Adicionalmente las plantas de *Lupinus* son usadas para cortar sus flores (Erbas *et al.*, 2004; Gladstones 1994; Huyghe, 1997).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron semillas de *Lupinus albus* proporcionadas por la Universidad Autónoma de Guadalajara, cultivadas en la región de Guadalajara. Y semillas de *Lupinus silvestres*, correspondientes a *Lupinus montanus* y *Lupinus angustifolius* colectadas en el municipio del Mineral del Chico, comprendido entre los 20°10' 05" y 20° 13' 25" de latitud N y los 98° 41' 47" y 98° 45' 31" de longitud O. Las semillas de *Lupinus montanus* y *Lupinus angustifolius* se trasladaron a las instalaciones del Instituto de Ciencias Agropecuarias, Centro de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de los Alimentos- Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. En donde se procedió a la limpieza de estas, eliminando aquellas con presencia de daños mecánicos, a fin de contar con semillas limpias, posteriormente empleando un molino se obtuvo harina de estas semillas sin destoxificar, almacenándolas a temperatura ambiente en bolsas de plástico Zyploc.

Análisis químico proximal

La harina de las semillas de *Lupinus ssp* se les determinó humedad por el método 44-16, proteínas siguiendo las indicaciones del método 955.04, grasa con el método 920.39, fibra cruda con el método 962.09, cenizas con el método 08-01, de (A. O.A.C, 1995).



Determinación de la concentración total de carotenoides

El contenido de carotenoides en las distintas harinas de las especies de *Lupinus* se analizó siguiendo el método de Hornero-Méndez y Minguez-Mosquera, 2001.

Determinación de Taninos

El contenido de taninos se determinó empleando el método de Burns, 1971.

Digestibilidad “in Vitro”

La digestibilidad de las proteínas es uno de los condicionantes del índice de calidad biológica de estas. La digestibilidad de la muestra se determinó utilizando el método descrito por Hsu, *et al.*, 1977

DISCUSIÓN

Análisis químico proximal

El análisis químico proximal de las semillas silvestres de *L. montanus*, *L. angustifolius* y de la semilla cultivada de *L. albus* se muestra en la Tabla III. El contenido de humedad en todas las semillas es similar, la cantidad de proteína es mayor en *L. angustifolius* que en *L. montanus* y *L. albus*. El porcentaje de extracto etéreo fue superior en *L. montanus* e inferior en *L. albus*. El valor de fibra y ceniza son más altos en *L. angustifolius* en comparación a las otras dos especies. La proporción de carbohidratos obtenidos por diferencia es más abundante en *L. albus* que en las otras dos especies.

El contenido de proteína en *L. angustifolius* es de 37.07%, esta cantidad es superior a la reportada por Hill (1977); Schoeneberger *et al.*, (1982); Petterson y Mackintosh (1994); Zdnunczyk *et al.*, (1994) quienes indican que el contenido proteico en *L. angustifolius* es de 32.16%; estos mismos autores mencionan que *L. albus* presenta una cantidad de 36.1%, siendo mayor a lo encontrado en este trabajo para *L. albus* (29.33%), por otro lado Erbas *et*



V Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica
XVI Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica
VI Jornadas Científicas de Biomedicina y
Biotecnología Molecular

al., (2005) halló que el contenido de proteína en esta semilla es de 32.2%, mientras que Huyghe, (1997) señala que el rango de proteína oscila de 33% a 47% dependiendo del genotipo y localización donde se ubique la especie. El contenido de proteína en las tres semillas de *Lupinus* se compara con lo encontrado en otras especies de *Lupinus*, cuyo contenido de proteína se ubica entre 36.7 a 49.4%: *L. mutabilis* 49.4% Güemes (2004), *L. campestris* 44% Jiménez-Martínez *et al.*, (2001), *L. exaltatus* 40.50%, *L. elegans* 45.41%, *L. rotundiflorus* 42.82%, *L. simulans* 40.70% y *L. mandrensis* 41.50%, *L. reflexus* 37.31%, *L. splendens* 37.20% (Ruiz y Sotelo, 2001). De manera general el contenido de proteínas en *L. montanus*, *L. angustifolius* y *L. albus* es mayor que en otras leguminosas tales como la alubia (28.8%), lenteja (26.7%), pero inferiores al de la soya (40.5%) (Faiber, 1995).

Tabla III. Análisis químico proximal de *L. montanus*, *L. angustifolius* y *L. albus*

	<i>L. montanus</i>	<i>L. angustifolius</i>	<i>L. albus</i>
Humedad (%)	6.57±0.15	6.55±0.10	7.03±0.10
Proteína (6.25XN) (%)	35.27±0.75	37.07±1.68	29.33±2.07
Grasa (%)	9.97±0.23	8.18±0.84	7.80±0.45
Fibra (%)	14.07±1.08	15.84±0.29	10.71±0.81
Ceniza (%)	3.28±0.49	5.00±0.75	2.79±0.28
Carbohidratos ^c (%)	30.85±2.27	27.36±3.09	42.36±2.00

Los valores son la media ± SD de determinaciones por triplicado.

c: carbohidratos obtenidos por diferencia

La cantidad de extracto etéreo es mayor en *L. montanus* que en las otras dos especies, el porcentaje de este compuesto en *L. angustifolius* es de 8.18% mayor a lo reportado por Hill (1977); Schoeneberger *et al.*, (1982); Petterson y Mackintosh (1994); Zdnunczyk *et al.*, (1994), ellos encontraron que *L. angustifolius* tiene 5.82%; estos investigadores indican que la grasa de *L. albus* es mayor (9.08%) a la encontrada en el presente trabajo para esta misma semilla (7.80%). Los valores encontrados en *L. montanus*, *L. angustifolius* y *L. albus* se comparan con otras especies de *Lupinus*: *L. elegans* (5.79%), *L. exaltatus* (8.59%),



V Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica
XVI Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica
VI Jornadas Científicas de Biomedicina y
Biotecnología Molecular

L. reflexus (7.90%), *L. rotundiflorus* (5.50%), *L. simulans* (6.29%), *L. splendens* (8.89%), *L. madrensis* (6.80%) (Ruíz y Sotelo, 2001). El porcentaje de grasa en *L. montanus*, *L. angustifolius*, *L. albus* es mayor que en haba, chícharo y frijol (2.0, 1.8, 1.7% respectivamente), pero menor que en la soya (18%) y cacahuete (43%) (Matthews, 1989). Uauy *et al.*, (1995) halló un contenido graso del 15% en *L. mutabilis*, del cual el 72% corresponde a ácidos grasos no saturados, encontrando en mayor proporción el ácido oleico (50%) en *L. mutabilis* y *L. albus*; y ácido linoleico (35-50%) en *L. angustifolius* y *L. luteus*. El equilibrio de ácidos omega 6: omega 3 en *Lupinus* presenta un perfil similar al del aceite de soya, y probablemente presentan los mismos beneficios en la salud (Uauy *et al.*, 1995).

Respecto al contenido de fibra, de las tres especies estudiadas quien presenta mayor porcentaje es *L. angustifolius* (15.84%) menor a lo reportado por Hill (1977); Schoeneberger *et al.*, (1982); Petterson y Mackintosh (1994); Zdnunczyk *et al.* (1994) el cual es de 14.8%; estos mismos investigadores indican que el contenido para *L. albus* es de 10.27%, menor a lo reportado en este trabajo, no se ha encontrado algún análisis químico proximal para *L. montanus*, por lo que se compara con otras especies de *Lupinus*, Ruíz y Sotelo (2001), mencionó que las especies que presentan un contenido de fibra similar a *L. montanus* son: *L. exaltatus* (14.61%), *L. simulans* (14.42%); un contenido inferior *L. elegans* (12.91%), *L. splendens* (12.70%); un porcentaje mayor: *L. reflexus* (16.68%), *L. rotundiflorus* (15.11%), *L. madrensis* (15.40%). Evans (1994) cita que la fibra de *L. angustifolius* presenta un índice glicémico bajo y que por lo tanto puede emplearse en la elaboración de alimentos para diabéticos, es muy probable que este comportamiento de la fibra de *L. angustifolius* sea muy similar en otras especies de *Lupinus*. *L. montanus*, *L. angustifolius*, *L. albus*, presentan un contenido mayor que el cacahuete, soya, frijón, haba y chícharo (3.3, 4.8, 4.2, 7.8 y 5.5% respectivamente) (Matthews, 1989).



V Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica
XVI Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica
VI Jornadas Científicas de Biomedicina y
Biotecnología Molecular

Los niveles de carbohidratos obtenidos por diferencia en las tres especies (*L. montanus*, *L. angustifolius*, *L. albus*) se muestran en la Tabla III. Se puede observar que la especie que presenta mayor contenido es *L. albus*, en comparación a las otras dos, Jiménez-Martínez (2003) señala que en *L. campestris* halló monosacáridos, sacarosa, rafinosa, estaquiosa, verbascosa y otros. Las especies de *Lupinus* analizadas, presentan mayor cantidad de carbohidratos que el cacahuete 23.4% y la soya 31.3%, pero menor al de frijol 61.4%, haba 60.2% y chícharo 62.1% (Matthews, 1989).

Las cenizas son mayor en *L. angustifolius* que en *L. montanus* y *L. albus*, así mismo el contenido de *L. montanus* y *L. albus* se encuentra en el rango reportado en otras especies de *Lupinus*: *L. exaltatus* 3.59%, *L. elegans* 4.20%, *L. rotundiflorus* 4.01%, *L. simulans* 3.59% y *L. mandrensis* 3.51%, *L. reflexus* 3.61%, *L. splendens* 3.3% (Ruiz y Sotelo, 2001). Algunos de los minerales encontrados en las semillas de *Lupinus ssp* son: calcio, magnesio, fósforo, potasio, azufre, sodio, cobre, hierro, manganeso, zinc, cobalto y selenio (Pettersson y Mackintosh, 1994 y Gross, 1990). *L. montanus*, *L. angustifolius* y *L. albus*, muestran un contenido de cenizas inferior al de la soya (4.7%) (Matthews, 1989).

Carotenoides

En la mayoría de las investigaciones en las que se han usado productos derivados de las leguminosas como la soya (Tsen y Hover, 1973; Yousseff *et al.*, 1976 y Iwvohn *et al.*, 1997), el *Lupinus* (Ballester, 1984; Dervas *et al.*, 1999; Anónimo, 2002), el frijol navy (D'Appolonia, 1978) y el frijol (Sathe y Salunke, 1981) se ha observado que la harina de estos granos muestran una coloración amarilla la cual no es desagradable, este color aumenta proporcionalmente a la concentración de harina adicionada. Los productos de *Lupinus* también presentan estas características y se han recomendado utilizarlos para la elaboración de pastas de sopa y pan dulce (Dervas *et al.*, 1999; Anónimo 2002). Peterson *et al.*, (1997) indica que cuando se adiciona harina de *L. angustifolius* a productos de panadería, les imparte un color amarillo. Por lo que en las semillas de *Lupinus ssp* se



V Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica
XVI Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica
VI Jornadas Científicas de Biomedicina y
Biotecnología Molecular

analizaron el contenido de carotenoides, obteniendo como resultados que las semillas de *Lupinus montanus* y *Lupinus albus* presentan un mayor contenido de carotenoides fracción amarilla, mientras que *Lupinus angustifolius* tiene mayor cantidad de carotenoides fracción roja. *L. angustifolius* presenta 1.2406 mg/g, siendo la especie de mayor contenido de carotenoides totales (Tabla IV). Por lo que se podría estimar que en estas semillas hay presencia de carotenos y xantofilas.

Lo anterior indica que si hay presencia de carotenoides. Güemes-Vera (2008), menciona que el color amarillo de los productos elaborados a base de harina de especies de *Lupinus* depende de los compuestos fenólicos, tales como las catequinas.

Tabla IV. Contenido de Carotenoides en *L. montanus*, *L. angustifolius* y *L. albus*.

Especie	Fracción roja (mg/g)	Fracción amarilla (mg/g)	Totales (mg/g)
<i>L. montanus</i>	0.1749±0.03	0.2660±0.03	0.4409
<i>L. angustifolius</i>	0.7307±0.33	0.5099±0.07	1.2406
<i>L. albus</i>	0.2855±0.09	0.4000±0.05	0.6855

Los valores son la media ± SD de determinaciones por triplicad

Taninos

Se analizaron las muestras (*L. montanus*, *L. angustifolius* y *L. albus*) (Tabla V), en donde se observa que el contenido de taninos es mayor que en las semillas de *L. splendens* (0.2 mg de ácido tánico/g de harina), *L. mutabilis* (0.5837mg/g) (Güemes-Vera *et al.*, 2008) y parecido a las especies de *L. reflexus* (0.8 mg de ácido tánico/ g de harina), *L. rotundiflorus* (0.7 mg de ácido tánico/ g de harina) y *L. simulans* (0.8 mg de ácido tánico/ g de harina); inferior al que presentan *L. elegans*, *L. exaltatus* y *L. madrensis* (2.7, 2.2 y 1.6 mg de ácido tánico/ g de harina respectivamente) (Ruíz y Sotelo, 2001). En general las cantidades de taninos presentes en *Lupinus* son bajas en comparación con otras leguminosas



V Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica
XVI Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica
VI Jornadas Científicas de Biomedicina y
Biotecnología Molecular

(Schoeneberger, *et al.*, 1982), excepto por la soya que presenta 0.518 mg/kg (Jiménez-Martínez, 2003).

Tabla V. Contenido de Taninos *L. montanus*, *L. angustifolius* y *L. albus*

Especie	Taninos (mg/g)
<i>L. montanus</i>	0.9283±0.0013
<i>L. angustifolius</i>	0.8423±0.0007
<i>L. albus</i>	0.74199±0.0003

Los valores son la media ± SD de determinaciones por triplicado

Güemes-Vera (2004) encontró que mediante la destoxificación vía obtención de aislados y concentrados proteicos de *Lupinus* se puede reducir los taninos, mientras que Price *et al.*, (1980) sugiere aplicar a las semillas de *Lupinus* un tratamiento acuoso para eliminarlos; por otro lado Jiménez-Martínez *et al.*, (2007), indica que durante el lavado y cocinado de estas semillas se disminuye el contenido de ácido tánico.

Digestibilidad “*in Vitro*”

Se obtuvo que la harina de *L. montanus*, *L. angustifolius* y *L. albus* (Tabla VI) presenta una digestibilidad “*in vitro*” parecida a la de *L. mutabilis* (80.0 - 80.9%,) (Schoeneberger *et al.*, 1981; Lqari *et al.*, 2002 y Güemes-Vera, 2004). Estos valores se encuentran muy cercanos al de caseína (87.1% de digestibilidad en alimentos infantiles) (López de Romaña *et al.*, 1983).

En otras especies de *Lupinus* ya destoxificadas tales como *L. elegans*, *L. exaltatus*, *L. rotundiflorus*, *L. reflexus* (65.50, 58.00, 62.00, 57.70 % de digestibilidad respectivamente) se han hallado valores inferiores a los determinados en el presente estudio.



V Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica
XVI Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica
VI Jornadas Científicas de Biomedicina y
Biotecnología Molecular

Tabla VI. Digestibilidad “*in vitro*” *L. montanus*, *L. angustifolius* y *L. albus*

Especie	% de digestibilidad
<i>L. montanus</i>	81.3±0.13
<i>L. angustifolius</i>	79.4±1.02
<i>L. albus</i>	81.1±0.13

Los valores son la media ± SD de determinaciones por triplicado

Otras leguminosas, entre ellas *Phaseolus vulgaris* (56.0 % de digestibilidad), *Dolichos lablab* (habichuela Hyacinth) (56.5 % de digestibilidad), *Glycine max* (soya) (56.5 % de digestibilidad), *Phaseolus lunatus* (Fríjol de lima) (34.0 % de digestibilidad), *Cajanus cajan* (Chícharo blanco) (59.1 % de digestibilidad) presentan valores inferiores de digestibilidad “*in vitro*” que las especies de *Lupinus* analizadas, mientras que el porcentaje de digestibilidad en *Vigna sinensis* (guisante vaca) es de 79.0% de digestibilidad cercano a la de *L. montanus*, *L. angustifolius*, *L. albus*; sólo la digestibilidad de *Lens esculenta* (lenteja) (88.3 %) es superior (Jaffé, 1950, Kuppuswamy *et al.*, 1958).

CONCLUSIONES

- ↪ Los resultados demostraron que las semillas de *L. montanus*, *L. angustifolius* y *L. albus* pueden ser una fuente importante de proteínas, carbohidratos, fibra, aceite comestible y minerales.
- ↪ En *L. montanus*, *L. angustifolius* y *L. albus*, están presentes carotenoides, teniendo mayor contenido la especie *L. angustifolius* (1.2406 mg/g).
- ↪ El contenido de taninos en las muestras analizadas son mínimas.
- ↪ La digestibilidad “*in vitro*” de las proteínas es de para 81.3% *L. angustifolius*, 79.4 para *L. montanus* y de 81.1% para *L. albus*.



V Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica
XVI Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica
VI Jornadas Científicas de Biomedicina y
Biotecnología Molecular

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alvarado R. M. G. 2006. Efecto de la adición de los derivados de *lupinus ssp* (aislado, harina y concentrado proteico) sobre las características de textura de salchichas. Tesis de Licenciatura. UAEH-ICAP. Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México pp 62.
2. Allen J. G. 1998. Toxins and lupinosis. In J.S. Gladstones, C. A. Atkins, & J. Hamblin (Eds.). Lupines as a crop plant biology, production and utilization. pp 411-428. South Perth:CAB International.
3. Anónimo 2002. Une Graine Millenaire-Un Lupin Francais et Tracé-Note Unité de production. Available at: http://www.Lupin_gamme.Com
4. A.O.A.C. 1995. Official Methods of Analyses. 15 th Edition. *Association of Official Analytical Chemists*. Washington, D.C., USA.
5. Ballester D., Zacarías I., García E and Yañez E. 1984. Baking Studies and Nutritional Value of Bread Supplemented with Full – Fat Sweet Lupin Flour (*Lupinus albus cv Multolupa*). *Journal Food Science*. 49(1):14-18
6. Cheng Y.L., Thompson L.D y Britton H.C. 1993. Sogurt, a yogurt-like soybean product; development and properties. *Journal of Food Science* 55, 1178-1179.
7. Coffey R.S. 1989. *Lupinus* as an energy-rich protein source for feed and food. In: Applewhite, T.H. (ed.) Proceedings of the World Congress on Vegetable Protein Utilization in Human Foods and Animal Feedstuffs. American
8. D' Appolonia L.B. 1978. Use of untreated and roasted navy beans in bread baking. *Cereal Chemistry*. 55 (6): 898-907.
9. Dervas G., Doxastakis G., Zinoviadi S., & Triandatafillakos N. 1999. Lupin flour addition to wheat flour doughs and effect on reological properties. *Food Chemistry*. 66, (19) 67-73.
10. Egaña J.I., Uauy R., Cassorla X., Barrera G. and Yañez E. (1992) sweet lupin protein quality in young adult males. *Journal of Nutrition* 122, 2341-2347.



V Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica
XVI Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica
VI Jornadas Científicas de Biomedicina y
Biotecnología Molecular

11. Erbas M., M. Certel, y K. Zulu. 2004. Some chemical of white lupin seed (*Lupinus albus L.*). Elsevier 89: 341-345
12. Faiber J. C., Ripert J. I., Toque C., Feiberg M. 1995. Reportoire general des aliments (composition tables) (2nd Ed). Paris: Inra Editions.
13. Gladstones J.S., 1994. Lupins of the Mediterranean region and Africa. Tech. Bull. West. Austr. Dep. Agric., 26: 1-48.
14. Guemes V. N. 2004. Características Reológicas, Sensoriales y Nutricionales de Masas y Productos de panificación Fortificados con *Lupinus*. Tesis de Doctorado. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. México. D.F. pp 2-24, 55-63
15. Güemes-Vera N., Peña-Bautista R. J., Jiménez-Martínez C. y Dávila-Ortíz G. 2008. Effective detoxification and discoloration of *Lupinus mutabilis* seed derivatives on bread quality and acceptance. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 88.
16. Hill G.D. 1977. The composition and nutritive values of lupin seed. Nutrition Abstracts and reviews, B. 47, 511-519.
17. Hornero-Mendez D. and Minguez-Mosquera M. I. 2001. Rapad Spectrophotometric Determinación of Red and Yellow isochromic Carotenoid Fractions in PápriKa and Red Pepper Oleoresin. *Journal Agricultural Food Chemistry* Vol. 49, No. 8.3585.
18. Hung T.V. and Nithianandan, V. 1993. Preparation and evaluation of noodles supplemented with chickpea and lupin flours. *ASEAN Food Journal* 8, 26-31.
19. Huyghe C. 1997. White lupin (*lupinus albus L.*) Field Crops Research. 53 (1147-160).
20. Iwvohn L. 1997. Legumes and Foods. *Journal Agriculture and Food Science* 62 (3) 221-235.
21. Jaffé W. G. 1950. Protein digestibility and trypsin inhibitor activity of legume seeds. Proc. Soc. Exp. Boil. Med. 75:219.



V Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica
XVI Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica
VI Jornadas Científicas de Biomedicina y
Biotecnología Molecular

22. Jiménez-Martínez.C., Hernández S.H., and Dávila O.G. 2003. Lupines: An Alternative for Debittering and Utilization in Foods. *Food Science and Food Biotechnology*. 11:233-251.
23. Juárez C.A (1991). Destoxificación Comparativa de Tres Especies de *Lupinus* Silvestres y de *Lupinus mutabilis* Cultivadas en México. Tesis de Maestría. ENCB-IPN. Méx.
24. Keeler R.F. 1973. Lupin alkaloids from teratogenic and non-teratogenic lupins. 1. Correlation of crooked calf disease incidence with alkaloid distribution determined by gas chromatography. *Teratology* 7, 23-30.
25. Kupuswamy S., Srinivasan M. and Subrahmanyam, V. 1958. "Proteins in Foods. Indian Council of Medical Research. New Delhi
26. López L. H. 2007. Elaboración de galletas de trigo fortificadas con harina, aislado y concentrado de *Lupinus mutabilis*. Tesis de licenciatura. ICAP-UAEH. Tulancingo, Hgo. México pp 41.
27. López Romaña G., Gram. C.G., Morales E., Massa E., and Malean W.C- Jr 1983. Protein quality and oil digestibility of *Lupinus mutabilis*: metabolic studies in children. *Journal of nutrition* 113, 773-778.
28. Matthews H. R. 1989. Legumes Chemistry, Technology and Human Nutrition. Ed. Marcell Dekker New York N.Y. Pag: 1-38
29. Petterson D.S. and Mackintosh, J.B. 1994. The Chemical Composition and Nutritive Value of Australian Grain Legumes. Grains Research and Development Corporation Canberra.
30. Petterson D. S., Sipsas S., McIntosh J. B. 1997. The chemical composition and nutritive value of Australian pulses. 2nd ed. Canberra: Grains Research and Development Corp. p 64.
31. Planchuelo A. M. 1994. Wild lupins distribution and its implication as germoplasm resources. In: Advances in Lupin research. Volume of the proceedings of the VII International conference. Evora, Portugal.



V Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica
XVI Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica
VI Jornadas Científicas de Biomedicina y
Biotecnología Molecular

32. Ruiz M. A. and Sotelo A. 2001. Chemical Composition, Nutritive Value, and Toxicology Evaluation of Mexican Wild *Lupins*. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 49, 5336-5339.
33. Schoeneberger H., Ildefonso C., Cremer H.-. Gross, R. and Elmandfa, I. 1982. Some antinutritional substances in lupins compared with other legumes. In: Gross, R. and Bunting, E.S. *Agricultural and nutritional Aspects of Lupines*. German Agency for Technical Cooperation (GTZ), Eschborn, pp. 553-568 (a)
34. Schoeneberger H.; Gross R.; Cremer S. D; Elmadfa I. 1982. Composition and protein quality of *Lupinus mutabilis*. *Journal Nutrition*. 112, 70-76 (b)
35. Shurtleff, W. and Aoyagi, A. 1976. *The Book of Miso*. Autumm Press, Kangawa-ken, Japan.
36. Sathe S. K. and Salunke D. K. 1982. Solubilization and electrophoretic characterization of the great northern bean (*Phaseolus vulgaris*) Proteins. *Journal of Food Science*. 45 (2) 491. -497.
37. Tsen C. C y Hoover J.W. 1973. High-Protein Bread from Wheat Flour fortified with full-fat soy flour. *Journal Food Science* 50 (1): 7-15.
38. Uauy R., Gattas V. and Yañez E. 1995. Sweet lupins in human nutrition. In: Simipoulos, A.M. *World Review of nutrition and Dietetics* 77, 75-88.
39. Youssef M. A., Salem A. y Hamid A. 1976. Supplementation of Bread with Soybean and Chickpea Flours. *Journal Food Technology*. 11 (11): 599-605
40. Zdunczyk Z., Juskiewicz J., Frejnaged S., Flies M. and Godycka, I. 1994. Chemical composition of the cotyledons and seed coat and nutritional value of whole and hulled seeds of yellow lupin. *Journal of Animal and Feed Sciences* 3. 141-148.