

## Lupino (*Lupinus angustifolius* L.): A protein alternative for animal and human consumption in Mexico

## Lupino (*Lupinus angustifolius* L.): Una alternativa de proteína para consumo animal y humano en México

Luna-Zamora, Gerardo<sup>1</sup>; Pro-Martínez, Arturo<sup>1\*</sup>; Mendoza-Pedroza, Sergio I.<sup>1</sup>; González-Cerón, Fernando<sup>2</sup>;  
Sosa-Montes, Eliseo<sup>2</sup>; Rodríguez-Ortega, Leodan T.<sup>3</sup>; Rodríguez-Ortega, Alejandro<sup>3</sup>; Luna-Botello, Alejandro<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Programa de Ganadería. Texcoco, Estado de México, México. C. P. 56230. <sup>2</sup>Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Zootecnia. Chapingo, Texcoco, Estado de México, México. C. P. 56230. <sup>3</sup>Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Tepatepec, Hidalgo, México. C. P. 42660. <sup>4</sup>Asesor independiente. Domingo Arenas, Puebla. México. C. P. 74170.

\*Autor para correspondencia: aproma@colpos.mx

### ABSTRACT

**Objective:** To establish the crop of lupine (*Lupinus angustifolius* L.) in order to determine yield, chemical composition and cost of production of the seed.

**Methodology:** The seed was produced in the Municipality of Domingo Arenas, Puebla, Mexico (19° 09' N and 98° 26' W) at 2367 m altitude in temporal conditions (July-December 2017). The chemical composition of the seed was determined in the Animal Science Department, Chapingo Autonomous University, Texcoco, Mexico.

**Results:** The crop of lupine was established, although the yield (1080 kg ha<sup>-1</sup>) was lower than that reported in the literature (1600 to 2800 kg ha<sup>-1</sup>). The content of crude protein of the whole and dehulled seeds was higher than 27% and 38%, respectively. The cost of production per kilogram of seed (\$11.66) was higher than that previously reported (\$6.00).

**Implications of study:** The results suggest that it is feasible to grow lupine seed, and according to its crude protein content, it can be an alternative in animal or human feeding in Mexico.

**Findings:** The results indicate that based on its crude protein content and crop yield, lupine seeds can be an alternative for animal or human feeding.

**Keywords:** Lupine, production, chemical composition, cost.

### RESUMEN

**Objetivo:** Establecer el cultivo de lupino (*Lupinus angustifolius* L.) para determinar el rendimiento, la composición química y el costo de producción de la semilla.

**Metodología:** La semilla se produjo en el Municipio de Domingo Arenas, Puebla, México (19° 09' N y 98° 26' O) a 2367 m de altitud, en condiciones de temporal (julio-diciembre de 2017). La composición química de la semilla se determinó en la Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México.

**Resultados:** Se estableció el cultivo de lupino, aunque el rendimiento (1080 kg ha<sup>-1</sup>) fue inferior al reportado en la literatura (1600 a 2800 kg ha<sup>-1</sup>). El contenido de proteína cruda de la semilla entera y descascarada fue mayor al 27% y 38%, respectivamente. El costo de producción por kilogramo de semilla (\$11.66) fue mayor que el reportado previamente (\$6.00).

**Implicaciones del estudio:** Los resultados sugieren que es factible cultivar semillas de lupino y, de acuerdo con su contenido de proteína cruda, puede ser una alternativa en la alimentación animal o humana en México.

**Agroproductividad:** Vol. 12, Núm. 8, agosto. 2019. pp: 53-57.

**Recibido:** febrero, 2019. **Aceptado:** julio, 2019.



**Conclusión:** Los resultados indican que, en función de su contenido de proteína cruda y rendimiento de cultivo, las semillas de lupino pueden ser una alternativa para la alimentación animal o humana.

**Palabras clave:** Lupino, producción, composición química, costo.

## INTRODUCCIÓN

El género *Lupinus* es conocido por su contenido de proteína cruda (PC); no obstante varía entre especies y variedades (Lewis *et al.*, 2005). Gross *et al.* (1988) realizaron estudios con más de 300 genotipos diferentes de lupino y encontraron que la PC varía de 41% a 51% y el aceite de 14% a 24%, valores similares a los de la pasta de soya (Schoeneberger *et al.*, 1982).

Las proteínas de la semilla de lupino son de reserva, casi el 85% son  $\alpha$ -globulinas y el resto  $\alpha$ -albúminas (Petterson, 1998). El perfil de aminoácidos muestra un alto contenido de arginina, lisina, leucina y fenilalanina (Mera *et al.*, 2019), aunque es deficiente en metionina y cistina comparado con la pasta de soya (Glencross, 2001). La sacarosa constituye el 71% de los azúcares contenidos en la semilla de lupino (Erbas *et al.*, 2005). El aceite está compuesto por 13.5% de ácidos grasos saturados, 55.4% de ácidos grasos monoinsaturados y 31.1% de ácidos grasos poliinsaturados (Erbas *et al.*, 2005). También contiene elevadas concentraciones de N, P, K, Fe y Zn, pero niveles bajos de Ca y Mg (Pablo *et al.*, 2013) similares a los de la pasta de soya (Nacer *et al.*, 2010).

Algunas especies contienen alcaloides del tipo quinolizidínico con propiedades anti-nutricionales que pueden ser tóxicos y producir un sabor amargo en la semilla (Bañuelos *et al.*, 2006), además, el contenido de polisacáridos no amiláceos (PNA) es casi dos veces más que en otras proteínas vegetales (Bach-Knudsen, 1997). En algunas variedades puede representar hasta el 49% de la semilla entera (Nalle *et al.*, 2011).

Se han identificado numerosas especies dentro del género *Lupinus* en el mundo; sin embargo, sólo cuatro son cultivadas globalmente (*Lupinus angustifolius*, *Lupinus albus*, *Lupinus luteus* y *Lupinus mutabilis*), éstas han sido mejoradas para uso en la alimentación animal y humana (Clements *et al.*, 2005) y se encuentran en países como: Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina (Jacobsen y Mujica, 2006).

En México, las especies silvestres de lupino se distribuyen desde Baja California hasta Chiapas (Ruíz *et al.*, 2000) en altitudes hasta 4000 m.s.n.m. (Aldereite *et al.*, 2008). Sousa y Delgado (1998) reportan alrededor de 65 especies, de las cuales aproximadamente el 60% son consideradas endémicas.

En la zona del Pico de Orizaba, *L. montanus* es una de las especies dominantes del estrato herbáceo (Vargas, 1984), mientras que, en la Ciudad de México y los estados de Hidalgo, México, Jalisco, Puebla, Tlaxcala y Veracruz se encuentran especies como *L. leptophyllus* y *L. campestris* consideradas malezas (Villaseñor y Espinosa, 1998).

A diferencia de Europa, norte de África y América del Sur, donde se cultiva lupino para uso alimenticio, en México los estudios en la producción y uso de la semilla de lupino en la alimentación animal o humana son escasos y no concluyentes (Bermúdez-Torres *et al.*, 2009). Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue establecer el cultivo de lupino, determinar el rendimiento, la composición química y el costo de producción de la semilla de *Lupinus angustifolius* L. variedad Sonate.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Producción de semilla

La semilla se produjo en condiciones de temporal (julio-diciembre de 2017) en el Municipio de Domingo Arenas, Puebla (19° 09' N y 98° 26' O y 2367 m.s.n.m.). El clima es templado subhúmedo. La textura del suelo es franco-arcillosa con un pH de 7.5. El suelo se preparó con actividades de labranza. En una superficie de 2500 m<sup>2</sup> (Figura 1A) se sembraron 15 kg de *Lupinus angustifolius* L. variedad Sonate (proveniente del estado de Jalisco) con una sembradora manual a una distancia entre surcos de 0.7 m y entre semilla de 2 cm. La semilla emergió al día 12 (Figura 1B). A lo largo del ciclo productivo se realizaron tres escardas para evitar el crecimiento y competencia con malezas (Figura 1C), por ser una leguminosa fijadora de nitrógeno (N) no se fertilizó. En el tercer mes comenzaron a crecer las vainas (Figura 1D) y para el cuarto (noviembre) dejaron de crecer (Figura 1E) y se aplicó un riego de auxilio para asegurar un buen tamaño de semilla.

### Rendimiento de semilla y costo de producción

El ciclo productivo de lupino fue de cinco meses, la cosecha de semilla



**Figura 1.** Diferentes etapas del cultivo de lupino. Predio utilizado para la producción de semilla (A); Emergencia de la semilla al día 12 (B); Planta de lupino al día 30 (C); comienzo del crecimiento de vainas al tercer mes (D) y planta de lupino al término del crecimiento de las vainas al cuarto mes (E).

se realizó de forma manual, se removió la planta completa y se colocó en montones (Figura 2A), posteriormente con la ayuda de un tractor se hizo presión sobre la planta para que la vaina se abriera y liberara la semilla (Figuras 2B y 2C), se limpió de impurezas y se almacenó en cajas para su transporte al Colegio de Postgraduados Campus Montecillo (Figura 2D).

El costo de producción de la semilla se obtuvo al sumar los costos de renta de la superficie, las actividades de labranza, la siembra, el deshierbe y la cosecha, y se dividió entre el rendimiento obtenido.

### Composición química

La composición química de la semilla se determinó en el laboratorio de

Nutrición Animal del Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo.

La semilla se molió con una criba de 2 mm y se determinó la materia seca, cenizas, proteína cruda, extracto etéreo y fibra cruda de la semilla de lupino con y sin cáscara de acuerdo a la metodología de la AOAC (1995), y el análisis de las fracciones de fibra detergente neutro, fibra detergente ácido y lignina, según Van-Soest et al. (1991).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fue posible establecer el cultivo de lupino bajo condiciones de temporal en el Municipio de Domingo Arenas, Puebla. El rendimiento de semilla en este estudio fue de 1080 kg ha<sup>-1</sup> el cual es menor a lo reportado por La Fundación para la Innovación Agraria en Chile (FIA) y por Mera (2016), quienes reportan rendimientos de 1600 a 2800 kg ha<sup>-1</sup>. El mayor rendimiento obtenido por



**Figura 2.** Proceso de cosecha de la semilla de lupino. Planta completa en montones para la extracción de la semilla (A); Vaina y semilla sin limpiar (B); Semilla con restos de vainas (C) y semilla limpia y almacenada en cajas (D).

dichos autores puede ser explicado por el nivel de tecnificación (maquinaria y equipo especializado), a la mayor densidad de siembra de semilla de más del doble que en este estudio; además, de no haber inoculado la semilla con bacterias fijadoras de nitrógeno como lo sugieren dichos autores. Sin embargo, se observó que es posible producir semilla de lupino sin necesidad de fertilizar.

En otros países como Perú, el lupino es utilizado para enriquecer los suelos debido a su capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico, que puede ser hasta de 400 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, el cual estaría disponible para otros cultivos (Suca y Suca, 2015), de esta manera el lupino puede ser una alternativa al momento de rotar cultivos disminuyendo los costos por fertilización. También se evidenció el amplio margen de adaptación a diferentes altitudes y suelos (Barrientos *et al.*, 2002).

La FIA reporta costos de producción de semilla de lupino menor a \$6.00 kg<sup>-1</sup>, mientras que en este estudio el costo fue superior a \$11.66 debido a que todo el proceso de producción se realizó manualmente (excepto las actividades de labranza), lo cual incrementó

los costos, a diferencia de Chile que cuenta con un sistema intensivo de producción de semilla de lupino lo que mantiene los costos por debajo al de la soya (Ramos *et al.*, 2013). Nuestros resultados sugieren que se podrían disminuir los costos de producción de la semilla de lupino disminuyendo la distancia entre surcos, aumentando la densidad de siembra e inoculando la semilla o fertilizando el cultivo con nitrógeno para aumentar el rendimiento.

La composición química de la semilla de lupino entera y descascarada se muestra en el Cuadro 1, donde se observa que el descascarado mejoró la composición de la semilla aunque el rendimiento disminuyó 20%. Sipsas y Glencroos (2005) mencionan que la testa representa 25% del peso total de la semilla, aunque ésta puede incrementar si la planta se encuentra en condiciones de estrés hídrico. Nalle *et al.* (2011) concluyeron que otra ventaja del descascarado es la disminución de los factores anti-nutricionales propios de este género como los polisacáridos no amiláceos.

### CONCLUSIONES

Fue posible establecer el cultivo de lupino, aunque el rendimiento de semilla fue inferior a lo reportado en la literatura. El lupino puede ser una opción de proteína vegetal de buena calidad, el mayor costo de producción se puede disminuir aumentando la densidad de siembra y con fertilización de nitrógeno.

### LITERATURA CITADA

Alderete, A., Espinosa, V., Ojeda, E., Ehsan, M., Perez, J., Cetvina, V. Rodriguez, A. and De la Cruz, N. (2008). Natural distribution and principal characteristics of lupinus in the oriental face of Tlaloc mountain in Sierra Nevada, Mexico. *Journal of Biological Science*, 8(3), 604-609.

AOAC (The Association of Official Analytical Chemists). (1995). *Official Methods of Analysis*, 16th ed. AOAC, Arlington, VA, USA.

Bach Knudsen K. E. (1997). Carbohydrate and lignin contents of plant material used in animal feeding. *Animal Feed Science and Technology*. 67, 319-338.

Bañuelos, J., Ruiz, M. A., Soltero, R. y Castañeda, H. (2006). Lupinos del occidente de México, estudios biológico, bioquímico y toxicológico. (p. 6). Universidad de Guadalajara.

Barrientos, D. L., Montenegro, B. I. y Pino, N. (2002). Evaluación de la fijación simbiótica de nitrógeno de *Lupinus albus* y *L. angustifolius* en un andisol vilcun del sur de Chile. *Terra*, 20, 39-44.

Bermúdez-Torres, K., Martínez, J., Figueroa, B., Wink, M. and Legal, L. (2009). Activity of quinolizidine alkaloids from three Mexican *Lupinus* against the lepidopteran crop pest *spodoptera frugiperda*. *BioControl*, 54, 459-466.

Clements, J. C., Buirchell, B. J., Yang, H., Smith, P. M., Sweetingham, M. and Smith, C. (2005). Lupin. In RJ Singh & PP Jauhar (eds) *Genetic resources, chromosome engineering, and crop improvement: Grain Legumes* (pp. 231- 323). Florida.

Erbas, M., Certel, M. and Uslu, M. K. (2005). Some chemical properties of white lupin seeds (*Lupinus albus* L.). *Food Chemistry*, 89, 341-345.

FIA (Fundación para la innovación Agraria). (2007). *Cultivos y Cereales/ Leguminosas. Resultados y lecciones de Lupino dulce*. Ministerio de agricultura. (pp 8-10). IX Región de la Araucanía, Chile.

Glencross, B. D. (2001). Feeding lupins to fish: A review of the nutritional and biological value of lupins in aquaculture feeds. The Department of Fisheries, Government of Western Australia (DFWA).

**Cuadro 1.** Composición química de la semilla de lupino entera y descascarada (*Lupinus angustifolius* L.) var. Sonate.

NUTRIENTE (%)	Entera	Descascarada
Materia Seca	90.06	88.26
Cenizas	3.69	3.82
Proteína cruda*	27.19	38.32
Extracto Etéreo	4.79	5.72
Fibra cruda	18.14	7.26
Fibra detergente neutro	31.45	14.26
Fibra detergente ácido	24.86	12.23
Lignina	10.55	6.38

\*(N\*6.25)

- Gross, R., Von-Baer, E., Koch, R., Marquard, L., Trugo, L. and Wink, M. (1988). Chemical composition of a new variety of the Andean lupin (*Lupinus mutabilis* cv. Inti) with low alkaloid content. *Journal of Food Composition and Analysis*, 1, 353-361.
- Jacobsen, S-E. y Mujica, A. (2006). El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) y sus parientes silvestres. (pp 458-482). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. *Botánica Económica de los Andes Centrales*
- Lewis, S., Grimshaw, K., Warner, J., and Hourihane, J. (2005). The promiscuity of immunoglobulin E binding to peanut allergens, as determined by Western blotting, correlates with the severity of clinical symptoms. *Clinical and Experimental Allergy*, 35(6), 767-773.
- Mera, M. (2016). Cosecha y Almacenaje de Lupino. Capítulo 8. (pp 114-117). Santiago de Chile, Chile.
- Mera, Z. F., Pro, M. A., Zamora, N. J., Sosa, M. E., Guerrero, R. J., Mendoza, P. S.I., González, C. F. and Hernández, M. J. (2019). Total substitution of soybean meal by dehulled lupine (*Lupinus angustifolius* L.) seed and enzyme supplementation in starter diets for broilers. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32(4), 564-573.
- Nacer, B., Arnold, B., Guillen, M., Abbas, R., Zablotowicz, A. and Paris, L. (2010). Soybean seed protein, oil, fatty acids, and mineral composition as influenced by soybean-corn rotation. *Agricultural Sciences*, 1(3), 102-109.
- Nalle, C., Ravindran, V. and Ravindran, G. (2011). Nutritional value of narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius*) for broilers. *British Poultry Science*, 52(6), 775-781.
- Pablo, M., Lagunés, L., López, J., Ramos, J., y Aranda, E. (2013). Morfometría, germinación y composición mineral de semillas de *Lupinus* silvestres. *Bioagro*, 25(2), 101-108.
- Petterson, D. S. (1998). Composition and food uses of lupinus. Chapter 12. In: J. S. Gladstones, C.A. Atkins, J Hamblin, eds. *Lupinus as crop plants: biology, production and utilization*. (pp 353-384). CAB International Wallingford, UK.
- Ramos, C., Guadalupe, J., Villanueva, J., Luis, J., Filemon, P-I., González, L. y Guillermo, J. (2013). Factores que determinan la persistencia de la producción campesina de maíz: el caso del Municipio de Libres, Puebla. *Ra Ximhai*, 9(1), 15-28.
- Ruiz, J.J., Ruiz, M.A. y Zamora, J. F. (2000). The genus *Lupinus*: Taxonomy and distribution in Jalisco, Mexico. (pp. 297- 300). *Proceedings of the 9th International Lupin Conference*.
- Schoeneberger, H., Gross, R., Cremerand, H. and Elmadfa, I. (1982). Composition and protein quality of *Lupinus mutabilis*. *Journal of Nutrition*, 112, 70-76.
- Sipsas S. and Glencross, B. (2005). Implications of variability amongst Lupin cultivars in processing. In: *Seeding a Future for Grains in Aquaculture Feeds*. (pp. 8-13) Department of Fisheries, North beach Western Australia.
- Sousa, S. M. y Delgado, A. S. (1998). Leguminosas mexicanas: fitogeografía, endemismo y orígenes. *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*. (pp. 449-500). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México.
- Suca, G. y Suca, C. (2015). Potencia del tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) como futura fuente proteínica y avances de su desarrollo agroindustrial. *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, 18(2), 55-71.
- Van Soest, P.J., Robertson, J. B. and Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3883-3597.
- Vargas, M. F. (1984). Parques nacionales de México y reservas equivalentes: pasado, presente y futuro. Colección: Grandes problemas nacionales. Serie "Los Bosques de México". (pp. 266). Instituto de Investigaciones Económicas, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México.
- Villaseñor, R. J. y Espinosa, F. J. (1998). Catálogo de malezas de México. Ediciones Científicas Universitarias. Serie Texto Científico Universitario. (pp. 449). Universidad Nacional Autónoma de México, Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario y Fondo de Cultura Económica. México, D.F., México.

