

El Lupino como alternativa en la alimentación de peces

Lismar Ramírez*

María Araujo

Johanna Araujo

Irana Matute

Zoraida Linares

INIA CENIAP. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas,
Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
*Correo electrónico: ramirezlismar@gmail.com

A nivel mundial la harina de pescado y la harina de soya se han utilizado como las principales materias primas en la elaboración de alimentos para peces. En Venezuela, estos insumos se importan por lo que tienen un alto costo y poca disponibilidad en el mercado, esta situación ha afectado el sistema de producción, razón por la cual los grandes y pequeños productores han buscado fuentes alternas de proteínas de producción nacional, que garanticen la sostenibilidad de los sistemas de producción piscícola en aguas continentales. Diversas investigaciones han evaluado el uso de materias primas como es en el caso de las leguminosas, por su alto valor nutricional.

En este sentido, el lupino (*Lupinus spp*) se ha constituido como una alternativa viable por su contenido proteico y composición estructural que lo hace más digerible; aunque su uso se ve limitado por diversos factores antinutricionales como presencia de alcaloides, que pueden ejercer algún cambio en el sabor del alimento y producir incluso efectos tóxicos. No obstante, Olvera y Olvera (2000) indican que estos factores son eliminados con tratamientos térmicos. El principal uso de esta leguminosa es destinada como alimento para peces de agua dulce como la trucha y tilapia.

El lupino

El lupino comúnmente conocido como altramuz, es una leguminosa que corresponde a un conjunto de plantas del género *Lupinus* de la familia *Leguminosae*, subfamilia *Papilionoideae*. Existen alrededor de 300 especies; sin embargo, sólo cuatro de ellas son utilizadas comercialmente, como lo son: *Lupinus albus*, *Lupinus angustifolius*, *Lupinus luteus*, y *Lupinus mutabilis*.

Especies de lupino utilizadas comercialmente

Lupinus albus: también conocido como lupino blanco, se caracteriza por tener semillas lisas y grandes,

con peso promedio del grano de 280 miligramos. Presenta un ciclo de vida relativamente largo y para que las plantas lo cumplan bajo condiciones ambientales propicias debe sembrarse en el período abril-mayo.

Lupinus angustifolius: lupino azul, altramuz azul, altramuz silvestre; con un peso promedio del grano entre 150 y 180 miligramos. Presenta un ciclo de vida más corto que el lupino blanco y puede sembrarse en dos períodos mayo-junio o julio-agosto.

Lupinus luteus: lupino amarillo, altramuz amarillo, altramuz bravo, altramuz silvestre. Los granos tienen peso promedio entre 120 y 160 miligramos. El ciclo de vida es similar al de *L. angustifolius*, por lo que se puede sembrar en los dos períodos mencionados anteriormente.

Lupinus mutabilis: es de origen andino y se da en la mayor parte de Colombia, se conoce como lupino andino o frijol chocho. El grano pesa 180-200 miligramos, contiene generalmente sobre 45% de proteína que lo convierte en una excelente alternativa para la nutrición humana y animal (Foto 1 a, b, c y d).

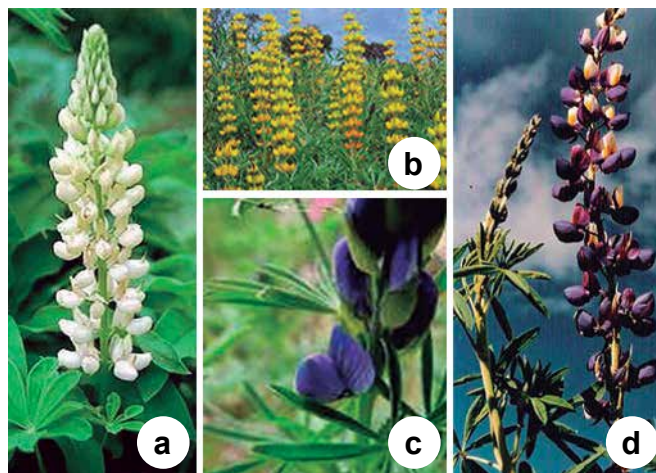


Foto 1. a). *Lupinus albus*, b) *Lupinus luteus*, c) *Lupinus angustifolius* y d) *Lupinus mutabilis*.

Composición nutricional del lupino

Conocer la composición nutricional de cualquier fuente proteica en la alimentación animal es importante, puesto que, indica el aporte nutricional de las diferentes fracciones que lo componen, y el lupino no es la excepción. El lupino es considerado una de las leguminosas con un alto potencial por su alto contenido de proteína, en el Cuadro 1 se presentan algunos datos relevantes del lupino en comparación con otras fuentes proteicas como lo es la harina de soya (HS) y la harina de pescado (HP). El lupino como fuente proteica contiene un nivel de proteína 52,78% similar al de la HS 52,94% y la HP 55,84%, como fuente energética el contenido de grasa 7,55% es similar al de la HP 9,53% confiriéndole una buena calidad nutricional. Otros componentes como la ceniza 3,05% y la fibra cruda 10,61% fueron similares con lo reportado por Jambrina (1995) la ceniza oscila entre el 3-5% y el contenido de fibra cruda del 10-15%. En relación a los peces se ha comprobado que bajos niveles de fibra mejoran la tasa de crecimiento, por el contrario altos niveles de fibra reducen el apetito y disminuyen el crecimiento, (Tapanes 2011).

Al igual que la composición nutricional, la constitución estructural es de gran importancia, debido a que esta nos indica el contenido de cada una de las fracciones que componen la fibra en un alimento, además permite inferir el grado de digestibilidad del mismo al ser consumido por el animal, o la habilidad que este tiene para utilizar los componentes de la pared celular de acuerdo a la fisiología digestiva de cada especie, por ejemplo, los rumiantes utilizan de manera más eficiente los carbohidratos que otros animales, gracias a los microorganismos del rumen que producen enzimas capaces de digerir la celulosa y la hemicelulosa.

Cuadro 1. Comparación de la composición nutricional del grano de Lupino (*Lupinus* spp.) con las principales materias primas usadas en la alimentación de peces.

Fuente proteica	% HUM	% CEN	% PC	% N	% GC	% FC	% ELN	Autores
Lupino (<i>Lupinus albus</i>)	8,26	3,05	52,78	8,44	7,55	10,61	25,02	Matute <i>et al.</i> , 2013
*Harina de soya (<i>Glycine max</i>)	10,84	7,00	52,94	8,47	0,89	5,17	34,00	*Datos sin publicar (Laboratorio de Nutrición Animal INIA-CENIAP)
Harina de pescado	8,60	22,44	55,84	8,93	9,53	0,54	-	Hernández <i>et al.</i> , 2015

HUM: Humedad, CEN: Ceniza, PC: Proteína Cruda, N: Nitrógeno, GC: Grasa cruda, FC: Fibra Cruda, ELN: Extracto Libre de Nitrógeno

En el Cuadro 2, se hace referencia al contenido de fibra estructural, la fibra neutra 24,02% y fibra ácida 15,37% tienen un valor más alto que el obtenido en la fibra cruda 10,61% dado que incluye las fracciones hemicelulosa, celulosa y lignina. La hemicelulosa 11,94% y celulosa 8,65% presentan un porcentaje aceptable, con respecto a lo reportado por Jambrina (1995) donde oscila entre 11 y 13%. El contenido de lignina 6,43% fue similar al reportado por Pérez *et al.*, 2015, que oscila entre 8,3-13,3% lo que confiere al lupino un alto grado de digestibilidad por la escasa proporción de lignina en la semilla. Otro componente relacionado al contenido estructural y utilizado en la alimentación de peces es el almidón por ser una fuente de obtención de energía, en el caso del lupino es casi inexistente en contraste con las otras semillas de leguminosas. En este sentido Jambrina (1995) reporta un 0,5% de almidón.

Cuadro 2. Composición estructural del grano de lupino.

Leguminosa	% FDN	% FDA	% LIG	% CEL	% HEM
Lupino (<i>Lupinus albus</i>)	24,02	15,37	6,43	11,94	8,65

*Datos sin publicar (Laboratorio de Nutrición Animal INIA-CENIAP). FDN: Fibra detergente neutra. FDA: Fibra detergente ácida. Lig: Lignina Cel. Celulosa. Hem: Hemicelulosa.

Factores antinutricionales

El lupino contiene factores antinutricionales que pueden ejercer efectos tóxicos, entre los que se encuentran: fenoles, taninos condensados, taninos que precipitan proteínas, esteroides y presencia notable de saponinas, alcaloides y glucósidos cianogénicos e inhibidores de la tripsina, reduciendo su calidad alimenticia, alterando las propiedades organolépticas.

ticas e interfiriendo con la digestión de proteínas (Glencross, 2001). Sin embargo, la mayoría de estos factores son disminuidos o incluso eliminados con tratamientos térmicos, sin presentar alteración en su composición nutricional, (Olvera y Olivera, 2000).

Estudios realizados en la alimentación de peces de agua dulce

Los estudios relacionados a la alimentación de peces con materias primas alternativas son escasos, sin embargo el uso del lupino ha sido evaluado en algunas especies de agua dulce que se presentan a continuación:

Trucha (*Oncorhynchus mykiss*)

El lupino se ha utilizado principalmente en la alimentación de truchas (Foto 2), como sustituto de la soya, en un estudio Hughes (1988) determinó que suplir la harina de soya (HS) con harina de lupino (HL) en dietas para truchas es aceptable ya que, estos peces la utilizaban de manera similar a la HS, concluyendo que la HL puede ser usada como ingrediente principal en la dieta.

Posteriormente, en otro estudio De la Higuera *et al.*, (1988) evaluaron la calidad nutricional de dietas en truchas, con la inclusión de HL en niveles de 10, 20, 30 y 40%. Los parámetros evaluados fueron: el consumo de alimento, índice de conversión, digestibilidad de la proteína en la dieta, relación de eficiencia proteica y valor productivo de la proteína, obteniendo un mejor consumo a hasta un 30% y reduciéndose el consumo a medida que se incrementó la sustitución al 40% en la dieta, lo cual es atribuido a la presencia de alcaloides que pudieron afectar las propiedades organolépticas.

Años más tarde, Hughes (1991) realizó un ensayo en truchas con una duración de 12 semanas para evaluar el efecto de utilizar en este caso la harina de lupino crudo descascarillado (HLCD) como sustituto de la soya, los peces alimentados con las dietas de HLCD presentaron un crecimiento igual y hasta un 15% mayor que el mostrado por los peces alimentados con las dietas de soya.

En Chile, Borquez (2008) evaluó seis dietas con la inclusión del 30% de harina de lupino de la variedad *Lupinus albus*, más un control en dietas para salmónidos

(trucha arco iris y en salmón del Atlántico) utilizaron harina de lupino sin cáscara (HLSC) y harina de lupino con cáscara (HLCC). La HLSC fue tratada con procesos térmicos como el calor húmedo y seco. La composición nutricional de las dietas evaluadas con inclusión del 30% de HLSC fue similar entre ellas y no presentó una diferencia significativa con la dieta control (DC). La dieta con 30% de HLCC no recibió ningún proceso térmico y por la presencia de la cáscara este presentó una diferencia con la HLSC y la DC en relación al porcentaje de proteína y grasa que disminuyeron; mientras que la fibra cruda y los carbohidratos aumentaron. Al mismo tiempo, evaluaron el coeficiente de digestibilidad aparente (CDA) de proteína, grasa, carbohidratos y fósforo de las dietas con inclusión del 30% de lupino con cáscara y sin cáscara tratada con los diferentes procesos térmicos, obteniendo como resultado que la trucha arco iris respondió con valores de CDA más altos que el salmón del Atlántico. Aun cuando ambas poseen un sistema digestivo muy similar, la digestibilidad del lupino es diferente en relación al tratamiento aplicado.

En otro ensayo Borquez *et al.* (2011) estudiaron la sustitución parcial de la harina de pescado (HP) con la HL en dietas extruidas para truchas en niveles de 0, 10, 15 y 20% con énfasis en el efecto sobre el rendimiento del crecimiento y el coeficiente de digestibilidad aparente (CDA) de proteínas, lípidos, carbohidratos y energía; así como también el efecto sobre la composición de ácidos grasos, arrojaron que el consumo del alimento y el crecimiento fueron similares en todos los tratamientos, los ácidos grasos se mantuvieron constantes a medida que aumentaba la cantidad de HL en las dietas y el CDA fue similar en todos los niveles. Lo que indica que la incorporación de la HL hasta el 20% en dietas extruidas no tiene ningún efecto negativo en los peces.



Foto 2. Trucha (*Oncorhynchus mykiss*).

Tilapia (*Oreochromis niloticus*)

En la alimentación de tilapia (Foto 3), se estudió la sustitución de la HP con HL de la variedad *L. angustifolius* en niveles del 30 y 45% en dietas, observando que en ambos niveles los peces crecieron igual y mejor que la dieta control (Olvera y Olivera, 2000).

La dorada (*Sparus aurata*)

Para comparar el efecto de la sustitución de la HP con la HS y la HL, Robaina *et al.* (1995) realizaron dietas al 10, 20 y 30% respectivamente. Durante el ensayo el consumo de alimento y el crecimiento no se vieron influenciados por el tipo de proteína, la digestibilidad de las dietas al 10% de la HL fue mejor en comparación a la HS, se observó además una reducción significativa en la actividad de la tripsina. Los estudios histológicos arrojaron un aumento de depósitos de grasa en las paredes del abdomen y vísceras de los peces alimentados con ambas dietas cuando el nivel de sustitución alcanzó el 30%. Estos autores indican que la dieta de HL debidamente tratada puede ser una fuente alternativa de proteína, con un nivel de inclusión hasta 20% puesto que, mayores niveles de suplementación propenderían hígado graso, (Foto 4).

Experiencia con el Lupino

En Venezuela se ha introducido el cultivo del lupino en los estados Lara, Trujillo y Mérida por su adaptación en distinto tipos de suelos, generando expectativas favorables, lo que la hace un sustituto de la harina soya.

En este sentido nuestra experiencia se basa en las investigaciones de laboratorio; la evaluación de la composición nutricional del Lupino proveniente del Banco de Germoplasma del INIA-CENIAP, se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal, Maracay estado Aragua. Los resultados de estos ensayos fueron presentados en forma de cartel en el IV y V Congreso de Diversidad Biológica, así mismo se han atendido pasantes del área de agronomía de la UCV, productores, con la finalidad de dar a conocer la importancia de esta leguminosa como materia prima alternativa (Foto 5).



Foto 3. Tilapia (*Oreochromis niloticus*).



Foto 4. La dorada (*Sparus aurata*).



Foto 5. Semillas de lupino procedente del banco de germoplasma de la unidad de conservación de recursos filogenéticos del INIA-CENIAP.

Consideraciones finales

El lupino como alternativa en la alimentación de peces es factible para ser un sustituto de la harina de pescado y de la harina de soya, tal y como lo demuestran los diferentes estudios realizados. En cuanto a la escasa información que se tiene en relación al lupino, en nuestro país se sugiere darlo a conocer a través de charlas, jornadas, congresos y seminarios. Así mismo realizar nuevos estudios para continuar caracterizando nuevas leguminosas como potenciales fuentes proteicas.

Glosario

Celulosa: es un polisacárido estructural en las plantas, ya que, forma parte de los tejidos. Está compuesto por moléculas de glucosa, es rígida e insoluble en agua y en la mayoría de los disolventes.

Extracto libre de nitrógeno: indica la cantidad de carbohidratos contenidos en el alimento.

Fibra neutra: es el contenido de la hemicelulosa, celulosa y lignina que conforman toda la parte fibrosa de un alimento.

Fibra ácida: es la fracción de la celulosa y la lignina contenida en la fibra de un alimento; es decir, a medida que el contenido de lignina aumenta la digestibilidad de la celulosa disminuye.

Hemicelulosa: es un polisacárido (carbohidrato) que forma parte de las paredes de las diferentes células de los tejidos del vegetal, recubriendo la superficie de las fibras de celulosa y permitiendo el enlace con la pectina.

Lignina: es un polímero que forma parte de la pared celular de muchas células vegetales, a las cuales confiere dureza y resistencia.

Bibliografía consultada

- Borquez, A. 2008. Evaluación nutricional del lupino blanco (*Lupinus albus*) como fuente alternativa de proteínas en dietas comerciales para salmónidos en Chile. Tesis doctoral en ciencias del mar. Universidad de las palmas de gran canaria departamento de Biología. Gran Canarias. 201p. Consultado en línea: <https://acceda.ulpgc.es:8443/xmlui/bitstream/10553/1928/1/3252.pdf> [Junio 24, 2017]
- Bórquez, A., A. Hernández, P. Dantagnan, P. Sáez y E. Serrano. 2011. Incorporation of whole Lupin, *Lupinus albus*, seed meal in commercial extruded diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*: Effect on growth performance, nutrient digestibility, and muscle fatty acid composition. Consultado en línea: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1749-7345.2011.00457.x/full> [Julio 12, 2017]
- Mera, M. 2017. Especies de Lupino y su Utilización. Consultado en línea: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR40480.pdf> [Julio 08, 2017]
- Matute, I., P. Pizzani, G. Hernández, H. Linares y L. Ramírez. 2013. Composición fitoquímica y nutricional de granos de leguminosas subutilizadas (*phaseolus lunatus*, *dolichos lablab*, *vicia faba* y *lupinus albus*) promisorias como materias primas alternativas en la elaboración de alimentos balanceados para peces. Consultado en línea: diversidadbiologica.minamb.gob.ve/media/bibliotecas/biblioteca_1233.pdf [Julio 10, 2017]
- Olvera, M. y L. Olivera. 2000. Potencialidad del uso de las leguminosas como fuente proteica en alimentos para peces. Consultado en línea: http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/IV/archivos/21olvera.pdf [Junio 24, 2017]
- Pérez, P., L. Espinoza, J. Upton, E. Ibañez, y J. Juárez. 2015. Composición química de especies silvestres del género lupinus del Estado de Puebla, México. Consultado en línea: <https://www.revistafitotecnia-mexicana.org/documentos/38-1/5a.pdf> [Septiembre 09, 2017]

