



# LUPINO DULCE

*Leguminosa en la producción  
de alimento para salmónidos*

---

## **Autores**

Erik von Baer

María Isabel Toledo

Germán Olivares

Paula Soto

Alex Manríquez

Constanza Harrison

Dina Mex

Fernando Garrido



DONACION  
FUNDACION PARA LA INNOVACION AGRARIA  
CENTRO DE DOCUMENTACION



# LUPINO DULCE

*Leguminosa en la producción  
de alimento para salmónidos*

---

## **Autores**

Erik von Baer

María Isabel Toledo

Germán Olivares

Paula Soto

Alex Manríquez

Constanza Harrison

Dina Mex

Fernando Garrido



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO**  
**Escuela de Ciencias del Mar**  
**Escuela de Ingeniería en Alimentos**

---

**Para mayores informaciones:**

Laboratorio de Cultivo de Peces y Alimentación para la Acuicultura  
Escuela de Ciencias del Mar  
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Avda. Altamirano 1480 of. 204  
Fono / Fax: 56 · 32 · 274263  
Fax: 56 · 32 · 274206  
e-mail: [itoledo@ucv.cl](mailto:itoledo@ucv.cl)  
Valparaíso · Chile

**Pontificia Universidad Católica de Valparaíso**  
**ISBN- 956-17-0352-1**  
**Inscripción N° 138.710**  
**Derechos Reservados**

**Impresión:**

Litografía Garín S.A.

**Diseño Gráfico:**

Wladimir Rupcich Garrido  
[orientcolectivo@yahoo.com](mailto:orientcolectivo@yahoo.com)

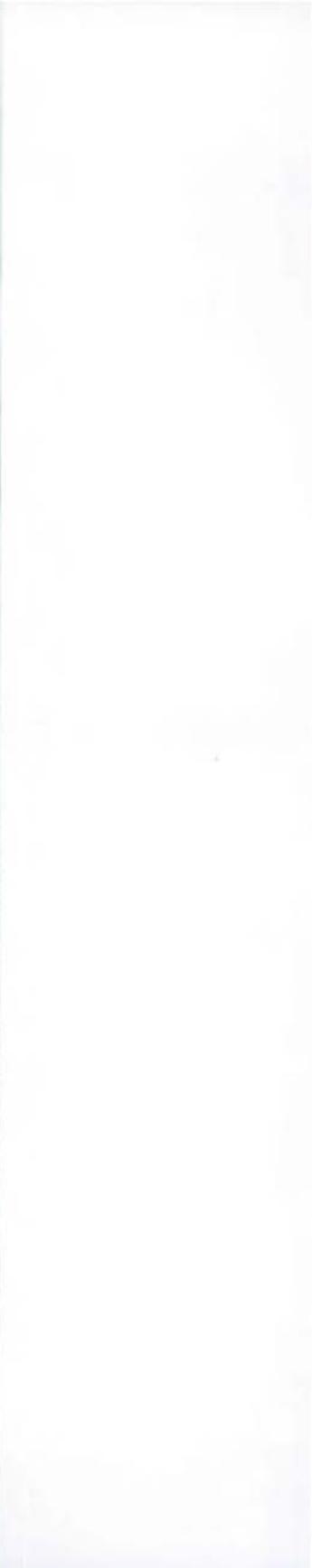
**Abril 2004**

## INDICE DE CONTENIDOS

### Lupino dulce

#### Leguminosa en la producción de alimento para salmónidos

- 1    **Introducción**
- 2    **Capítulo I**  
      Características y cualidades del lupino
- 11   **Capítulo II**  
      Lupino Dulce, un ingrediente para la alimentación de truchas y salmones
- 28   **Capítulo III**  
      Requerimientos agrícolas para producir lupino en Chile
- 36   **Capítulo IV**  
      Usos y aplicaciones del Lupino en nutrición humana





## INTRODUCCIÓN

### Lupino dulce

#### Leguminosa en la producción de alimento para salmónidos

La harina de lupino dulce *Lupinus albus* es una excelente alternativa como complemento nutritivo, ha sido empleada con éxito en alimentación humana y también en la acuicultura en países como Australia, Rusia y Alemania. No obstante, en el ámbito de la acuicultura nacional, existe limitada información disponible sobre experiencias desarrolladas en el país.

Con el objeto de promover en Chile el uso del lupino dulce y validarlo científicamente como ingrediente proteico en la alimentación de truchas y salmones, la Fundación para la Innovación Agraria, FIA, ha respaldado el proyecto "*Diversificar el lupino dulce (Lupinus albus), utilizándolo como fuente proteica alternativa en la alimentación de la salmonicultura*" (Proyecto FIA C 01-1-D-060). Este proyecto ha sido desarrollado por el grupo de alimentación acuícola de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, en conjunto con empresas acuícolas, agrícolas y elaboradoras de alimento para peces.

La presente publicación resume el trabajo realizado en el proyecto y tiene por objetivo difundir los resultados de dicho proyecto en los sectores acuícola y agrícola. Se trata de uno de los primeros documentos que entrega información sobre el lupino dulce y su aplicación en alimentación de salmónidos en Chile. Los tres primeros capítulos abordan temas relativos al cultivo y aplicación del lupino en alimentos extruídos para truchas y salmones y el cuarto capítulo entrega información acerca del lupino y alimentación humana.

Los autores desean manifestar su reconocimiento a FIA y a las empresas participantes por su valioso interés y respaldo, quienes sin duda han permitido concretar con éxito las metas planteadas al inicio de este proyecto de investigación.

### Características y cualidades del Lupino

Erik von Baer

#### ¿ Qué es el lupino ?

---

El lupino, altramuza o lupini, corresponde a un conjunto de plantas del género *Lupinus* de la familia *Leguminosae*, subfamilia *Papinoideae*.

En Chile crece en forma silvestre el *Lupinus microcarpus* (Yerba del Traro), y el *Lupinus mutabilis* (Lupino Andino), originario de la Zona Norte de Chile, esta especie constituyó una de las bases de la alimentación de las culturas precolombinas.

Los primeros lupinos introducidos al país fueron *Lupinus angustifolius*, de flor azul, amargos y dehiscentes que son utilizados como abono verde en las viñas a partir de los inicios del siglo pasado. En 1949 se da comienzo a la introducción de *Lupinus albus* (Lupino blanco), de flor blanca, introducido como forraje animal y *Lupinus luteus* (de flor amarilla), ambas especies dulces o de bajo contenido de alcaloides (componente que le confiere el característico sabor amargo), para fines forrajeros.

En Chile los principales usos son para la industria avícola y, en segundo término, para las lecherías. Sin embargo, los mayores potenciales se observan en torno a la industria salmonera.

El género lupino se caracteriza por poseer normalmente crecimiento indeterminado, es decir, poseen escalonamiento en floración y producción de vainas, pudiendo tener al mismo tiempo vainas formadas, inflorescencias en plena floración y botones florales. Esto dificulta los diversos manejos culturales, principalmente una cosecha homogénea y pareja. Gracias a las hibridaciones con mutantes determinadas, últimamente se han logrado variedades de crecimiento determinado y madurez pareja.

## Mercado

---

Hoy estos lupinos son producidos como forraje o leguminosa de grano principalmente en la ex Unión Soviética, Polonia, Alemania y el Mediterráneo, además de producirse como "rubro exportable" en Australia, para ser vendido al mercado europeo y asiático principalmente. La producción y el comercio mundial se concentra actualmente en lupino dulce, pero existe además una proporción muy inferior, aunque nada despreciable, de producción de lupino amargo, mayoritariamente en países del Mediterráneo, norte de África y Australia, los que son a su vez los principales actores del comercio internacional de este tipo de producto (unos como importadores y, en el caso de Australia, como exportador).

El mercado internacional del lupino amargo corresponde a pequeños nichos asociados a la población de origen árabe y a las culturas que han tenido históricamente influencia de éstos. De hecho, la demanda se concentra mayoritariamente en los países europeos del Mediterráneo y en Egipto, además de otros países árabes. Su consumo es en un 100% como snack, luego de hidratarlo y "desamargarlo" (Diagnostico Sector Leguminosas de Grano Lupino y Taller Estratégico del Sector, Prochile, 2001).

En Chile, el lupino dulce actualmente es una opción orientada a mercado interno, donde la industria del salmón estaría consumiendo entre 6 mil y 7 mil toneladas. Las proyecciones señalan que, de ser exitosas estas colocaciones, podrían aumentar a 30 mil toneladas (Revista del Campo, El Mercurio, N°1347).

## Superficie

---

La superficie en producción es de aproximadamente en 1,4 a 1,5 millones de hectáreas a nivel mundial, de las cuales Australia concentra un 90%. El 10% restante se reparte en más de 20 países, de los cuales sólo tres superan el 1% de la superficie mundial: Polonia (1,9 a 3,3%), Chile (1,1 a 1,2%) y España (1,0 a 1,2%) (Diagnostico Sector Leguminosas de Grano Lupino y Taller Estratégico del Sector, Prochile, 2001).

El potencial de mercado del lupino dulce se aprecia interesante y fundamentalmente dependiente del grado en que sea capaz de sustituir a la soya como fuente proteica. Las proyecciones indican una oferta estabilizada de las principales fuentes de proteína animal y ha sido la soya y sus derivados los que lo han ido sustituyendo crecientemente, quedando el lupino como una opción presente, pero en definitiva postergada. (Diagnostico Sector Leguminosas de Grano Lupino y Taller Estratégico del Sector, Prochile, 2001)

## Ventajas del cultivo

---

### Fijación de Nitrógeno

---

Esta leguminosa es capaz de aportar 50 a 200 unidades de nitrógeno por há. al año.

Investigaciones realizadas por Barrientos, L., Montenegro, A, y Pino, I. (INIA, 2001) realizada en un Andisol Vilcún se demostró que a los 80 días de siembra, *Lupinus albus* cv. Lolita fijó 282 Kg de N há<sup>-1</sup> y *L. angustifolia* var. Gunguru fijó 197 Kg de N há<sup>-1</sup>, lo que equivale a 95 y 91% de N derivado del aire, respectivamente, es decir, ambos tienen una alta capacidad de fijar nitrógeno.

El lupino tiene una eficiente fijación de nitrógeno incluso en suelos ácidos.



### Fósforo

---

Además de otros elementos, moviliza el fósforo fijado en el suelo por los silicatos de aluminio y hierro, dejándolo disponible para sí y en la solución del suelo (Borie F. Phosphorus, y Lupin Nutrition Studies Meredith H en Proceedings 6. International Lupin Conference Temuco Pucón 1990).

## Mejoramiento de la estructura física del suelo

Numerosos trabajos han demostrado el efecto pivote de la raíz del Lupino que permite una mayor penetración del agua al suelo, disminuyendo la erosión laminar y conservación de este (Derpsch R. and Alberini L., Experiences with cover crops and Lupins in the State of Parana, Brazil, and its importance for water erosion control).

## Proteínas

En términos generales se puede decir que el 36% de la semilla de lupino blanco son proteínas (porcentaje similar al de la soya) y el 9-16% es aceite de calidad nutritiva similar a soya y maní.

Investigaciones realizadas por Barrientos, L., Montenegro, A. y Pino, I. (INIA, 2001) realizada en un Andisol Vilcún se demostró que a la cosecha, el contenido de proteína del *Lupinus albus* cv. Lolita fue de 38%, en tanto que *L. angustifolius* cv. Gungurru fue 23%. El menor porcentaje de proteína en el grano de *L. angustifolius* cv. Gungurru sería consecuencia del hábito indeterminado de crecimiento que caracteriza a esta especie en el sur de Chile.

## Variedades de Lupino dulce y amargo

Todas las especies de lupino originalmente fueron amargas, pero a través del mejoramiento genético se han obtenido variedades de lupino dulce, que corresponden a aquellos en que el contenido de alcaloides es inferior a 0,05%; los amargos presentan de un 1 a un 2% de alcaloides.

La siguiente tabla muestra las variedades más importantes que se encuentran actualmente en cultivo:

Tabla 1. Variedades de Lupino más importantes cultivadas actualmente.

ESPECIE	VARIEDAD	GRANO	FLOR	CICLO
<b>L. albus</b>	Multolupa	Blanco dulce	azul clara	tardío
	Amargo	Blanco amargo	azul clara	tardío
	Victoria	Blanco dulce	azul clara	tardío
	Rumbo B	Blanco dulce	azul clara	semi-tardío
	TyptopB	Blanco dulce	azul oscuro	semi-precoz
<b>L. angustifolius</b>	Azul	Amargo, sem.gris dehiscente	Azul	semi-tardío
	Australiano	Dulce, semilla blanca	blanca	precoz
	Gungurru	Dulce, semilla reticulada	blanca	precoz



### ***Lupinus albus* (Lupino blanco)**

Sinónimo : *Lupinus termis* Forssk

El lupino blanco se consume en divesas partes del mundo, algunos son exportadores (principalmente Australia) y otro son importadores. Así, esta leguminosa recibe diferentes nombres según al país a modo de ejemplo y como curiosidad sigue el listado según país:

Tabla 2. Nombre dado al Lupino en el mundo.

PAIS	NOMBRE
Africa	Witlupien
Arabe	Turmus, Baqila shami
Chino	Bai yu shan dou
Danés	Hvid lupin, Hvid bitterlupin
Alemán	Witte lupine, Bittere lupine
Inglés	Mediterranean white lupin, Broadleaf lupin, White lupin Egyptian lupine
Francés	Lupin blanc, Lupin blanc amer, Lupined'Egypte
Hebreo	Turmus lavan
Italiano	Lupino bianco, Lupino bianco amaro, Lupino egiziano
Japonés	Shiro bana ruupin
Portugués	Tremoceiro branco
Ruso	Ljupin belyj
Español	Altramuz blanco, Amtramuz blanco amargo
Sueco	Vitlupin

Las vainas de lupino blanco son planas y se presentan agudizadas en forma curva en los extremos; miden entre 7 y 15 cm de largo y entre 1,3 y 2,3 cm de ancho; además, son pubescentes y no presentan una dehiscencia marcada.

En el lupino blanco las vainas contienen entre 3 y 6 semillas. El número promedio de vainas por planta es variable, pudiendo fluctuar entre 10 y 80.

En el lupino blanco constituye un severo problema el alargamiento de su ciclo vegetativo en años húmedos.

### *Variedades de L. albus:*

- Victoria Baer: para grano y para sectores secos, con tolerancia media a la antracnosis.
- Rumbo Baer: para grano, más precoz y con buena tolerancia a antracnosis. Una de las más sembradas hoy en día.
- Lolita Baer: para grano, más precoz, pero susceptible a antracnosis.
- Typtop: variedad reciente para grano, con mayor nivel proteico, pero aún con baja disponibilidad de semilla. Es una de las de mayores perspectivas.
- Variedades como Multolupa, Gigante y Prima, antes muy usadas, se encuentran discontinuadas debido a su susceptibilidad a antracnosis.

### *Lupinus albus var. Typtop B*

La variedad Typtop Baer de Lupino blanco dulce posee una flor de color azul intenso. El grano es blanco y de un peso de 450 g/1000 granos.

La variedad Typtop Baer, genéticamente mejorada, es de crecimiento determinado que hace que la planta concentre su floración, lo cual acelera la madurez, siendo rápida y pareja y permite una trilla mecanizada mucho más fácil. A su vez los granos son más parejos y grandes, de mayor contenido de proteína y de mayor extracción de harina.

## **Características nutricionales variedad TypTop Baer**

Tabla 3.

Físicas	Químicas
Peso de 1000 granos = 450g	Proteína = 36%

## *Lupinus angustifolius* (Lupino amargo)

---

### Variedades de *L. angustifolius*:

- Gunguru: para grano, precoz y resistente a Phomopsis, pero no a antracnosis. Originada en Western Australia.
- Merrit: (reselección dentro de Gunguru), en poder de INIA, pero que no ha multiplicado comercialmente por falta de demanda.

Las vainas de lupino australiano son de corte redondo, alargadas y terminadas en punta; miden entre 3,5 y 5,0 cm de largo y entre 0,7 y 1,0 cm de ancho.

En el lupino australiano las vainas contienen entre 3 y 5 semillas y puede llegar a tener entre 10 y 40 vainas por planta.

## ¿Por qué el Lupino dulce es el mejor alimento?

---

El contenido de proteína del lupino y la composición de aminoácidos de ésta son perfectamente comparables a los del afrecho de soya, salvo por su menor contenido de lisina y metionina, aspecto que se compensa por una mejor composición de ácidos grasos en los aceites y por la inexistencia de elementos inhibidores del crecimiento (el afrecho de soya contiene inhibidores de tripsina que reduce su digestibilidad, además de factores anti-nutricionales). Su empleo en dietas de cerdos, pollos broilers y otros monogástricos ha dado buenos resultados, en términos técnicos y económicos, lo que también ocurre en rumiantes; en éstos, sólo las vacas lecheras de alta producción justifican su empleo, pero la cáscara es un buen suplemento para novillos y otros animales.

El potencial más cierto y atractivo hacia el futuro está dado por la incursión del lupino en la industria de alimentos para salmones, que mueve al año más de 600 mil toneladas de alimento y está dominada por cinco grandes empresas, todas las cuales han probado el lupino como fuente proteica, al menos experimentalmente ( Diagnóstico Sector Leguminosas de Grano Lupino y Taller Estratégico del Sector, Prochile, 2001).

La variedad de *Lupinus albus* TypTop Baer contiene 38% de proteína y sobresale por lo tanto sobre el contenido del *L. Albus* normal que fluctúa entre 34 y 36 % de proteína en base materia húmeda. El desarrollo de nuevas variedades de tipo determinado han hecho posible superar estos contenidos de proteína, aumentando además el rendimiento de proteína por hectárea, al lograrse rendimientos más altos.



## Ventajas adicionales del Lupino frente a la soya

La mayor parte de la soya cultivada en Sudamérica actualmente es de tipo transgénico, con lo cual su uso se encuentra vedado por la industria de salmones que exportan a los países donde el uso de productos transgénicos se encuentra prohibido. A su vez la soya NO transgénica se transa con un certificado sobre su característica de tal y con precio que es de un 10 a 15 % más alto. Como el lupino cultivado en Chile NO es transgénico, presenta una gran ventaja con respecto a la soya transgénica o los productos derivados de él, como la torta o afrecho de soya. Además, el Lupino posee la gran ventaja de su excelente composición de ácidos grasos principalmente en cuanto a lo que se refiere a su contenido de ácidos grasos del apreciado grupo de los OMEGA 3. Ello junto con su alto contenido de carotenoides, su disponibilidad nacional y, hace del LUPINO DULCE un recurso extremadamente interesante para la nutrición de monogástricos y peces.

## Referencias

[www.fcagr.unr.ar/extension/agrom3/a3nota6.htm](http://www.fcagr.unr.ar/extension/agrom3/a3nota6.htm)

[www.semillasbaer.cl/web/typ\\_top\\_baer.htm](http://www.semillasbaer.cl/web/typ_top_baer.htm)

SOQUIMICH, Agenda del Salitre. Separata Lupino

Revista del Campo. El Mercurio. N°1347

Barrientos, I., Montenegro, A., Pino, I. 2001. Evaluación de la fijación simbiótica de nitrógeno de *Lupinus albus* y *L. angustifolius* en un andisón vilcún del sur de Chile.

Diagnostico Sector Leguminosas de Grano Lupino y Taller Estratégico del Sector, Prochile, 2001

## CAPÍTULO II

### LUPINO DULCE Un ingrediente para la alimentación de truchas y salmones

M<sup>a</sup> Isabel Toledo  
Germán Olivares  
Paula Soto  
Alex Manriquez



### Introducción

La identificación de nuevas fuentes de proteínas y de ácidos grasos para la salmonicultura, es un desafío importante para la industria de los alimentos. En la actualidad tanto la harina de pescado como la de soya, están siendo día a día reemplazadas por otras materias primas de origen vegetal debido, principalmente, a las limitaciones de la pesca pelágica y al escenario de la soya. Frente a esta realidad, disponer de una amplia gama de materias primas nacionales, permite a la industria de alimentos para peces una mayor independencia de productos importados, mejorar la trazabilidad de las materias primas, disminuir costos de logística y una mayor flexibilidad en su operación.

En las páginas siguientes se presentan antecedentes concernientes a la alimentación de truchas y salmones, conjuntamente con los resultados del proyecto FIA C01 - 1 - D060 en cuanto al uso de harina de lupino dulce en formulaciones y elaboración de alimentos para truchas y salmones y sus efectos en el crecimiento de estos peces.



# 1 Requerimientos nutricionales de truchas y salmones

Existen siete grupos nutricionales básicos de los cuales tanto truchas como salmones sostienen su alimentación. En los párrafos siguientes se abordarán aquellos que aportan la energía requerida por los peces. (Tabla 1)

Tabla 1: Grupos nutricionales y funciones

GRUPOS NUTRICIONALES	FUNCIÓN	APORTE ENERGÉTICO Kilo - calorías/g	FUENTE
Oxígeno	Convertir los componentes de los alimentos en energía.	No aporta	Medio ambiente
Agua	Como medio de circulación.	No aporta	Medio ambiente
Vitaminas	Como activadores de los procesos metabólicos	No aporta	Todas las materias primas presentan
Minerales	Como elementos estructurales y reguladores.	No aporta	Todas las materias primas presentan
Carbohidratos	Fuentes de energía.	3,75 a 4 Kcal/g	Harinas vegetales
Lípidos	Fuente de energía de vitaminas liposolubles	9 kcal/g	Aceites de pescados y aceites vegetales
Proteínas	Construcción de estructuras y reparación de tejidos.	4 Kcal/g	Harinas animales y harinas vegetales

## Carbohidratos

Los carbohidratos son una fuente de energía rápidamente disponible para los peces. Un gramo de carbohidratos provee entre unas 3,75 a 4 Kcal dependiendo de su digestibilidad.

La digestión de carbohidratos para los salmónidos varía según su complejidad química, los azúcares simples son fácilmente digeribles (100%), los azúcares complejos tienen una digestibilidad menor (90%), los almidones un 40%, salvo si está último es cocido (60%) y la fibra y celulosa no son digeribles. Los carbohidratos digeribles no deben exceder a un 12% en las dietas de truchas y salmónes (Tabla 2). Sobre este nivel resulta dañino para los peces.

Las fuentes de carbohidratos más comunes para la industria de los alimentos son: harinas de trigo, harina de maíz, harina de soya, harina de afrecho. La harina de lupino se presenta como una alternativa real y viable como aporte de carbohidratos y de proteínas para la industria, su nivel puede variar entre un 27,7 % hasta un 50,4%, dependiendo de las especies y variedades de lupino y del producto final.

## Lípidos

Los lípidos son los nutrientes que proveen la mayor cantidad de energía concentrada de todos los grupos alimenticios (9 Kcal/g). Cumplen otras funciones como: soporte de órganos vitales, aislante, estructuras membranosas, lubricante, fuente de ácidos grasos esenciales, transporte de vitaminas liposolubles y parte esencial en productos reproductivos.

En truchas y salmónes las grasas insaturadas y aceites son bien digeridos (93-95%) al contrario de las saturadas (60-70%). Las grasas saturadas, no son deseables en dietas para truchas y salmónes porque son de difícil digestión y asimilación, por lo que pueden cubrir otras sustancias nutritivas, obstruir el intestino de peces pequeños y acumularse en órganos vitales.

Las grasas oxidadas o rancias resultan ser tóxicas para los peces, el problema del manejo de la rancidez del aceite en el alimento se debe enfrentar, al momento de elaborarlo, mediante la incorporación de un 1,0 a 1,5 % de antioxidantes ( BHT, Vit E), y también con un adecuado almacenamiento de los alimentos. Para disminuir los riesgos de oxidación, evitar pérdidas de vitaminas, y otros nutrientes se recomienda que un alimento no debe permanecer más de dos meses en bodega, ser sometido a altas temperaturas, (mayor a 20°C), a exposición a la humedad, al impacto de roedores u otros animales.

El nivel de aceite en alimentos extruidos puede llegar hasta un 30 % y en alimentos comprimidos hasta un 18 %. Independiente del nivel de lípidos en la dieta, un 2,5 a un 3,0 % de la dieta debe corresponder a una mezcla de ácido linoleico  $\omega_6$  (1,0%) y al ácido linolénico  $\omega_3$  (1,5 a 2,0%), ambos esenciales para truchas y salmónes (Tabla 2).

La fuente más deseable de lípidos para truchas y salmónes son los aceites de pescado, sin embargo, se ha logrado reemplazar en las formulaciones hasta un 85 % por aceites vegetales en dietas para salmónes (Seafeeds, 2003).

## Proteínas

---

Las proteínas son requeridas en grandes cantidades, como "materia prima" para el crecimiento corporal a lo largo de todas las etapas de la vida. Son usadas para la formación de hormonas, enzimas, productos de la respiración, y para la reparación y formación de tejidos. Una proteína se construye a partir de aminoácidos, existen 24 aminoácidos comunes en todas las proteínas, que pueden ser esenciales y no esenciales. Los primeros son aquellos que no pueden ser sintetizados (producidos) por el animal y por lo tanto deben ser entregados en la dieta.

El requerimiento proteico total de truchas y salmones varía de acuerdo a su estado de desarrollo (edad) (Tabla 2). Las dietas comerciales iniciales y de reproductores contienen entre un 40-55% de proteínas y dietas de producción entre un 39-42%. Un alimento bien balanceado y formulado es aquel que contiene un 55-65% de calorías provenientes de proteínas. Un gramo de proteína provee 4 Kcal.

Toda proteína en exceso es usada como energía o almacenada como grasa. Si los carbohidratos y lípidos no son suficientes, para proveer la energía requerida por el pez, las proteínas podrían suplir esta carencia, pero en detrimento de la formación de tejidos y con la inconveniencia económica. Las proteínas son el componente más caro de la dieta.

## Energía

---

La cantidad de energía que un pez necesita, depende de la etapa de su ciclo biológico, de la estación del año y de las condiciones ambientales. Los peces jóvenes en crecimiento necesitan más energía por unidad de peso corporal que los más grandes, aunque en estos la necesidad energética se puede ver temporalmente incrementada debido a los procesos reproductivos. Sólo en circunstancias extremas el pez utiliza las proteínas como energía.

Truchas y salmones requieren en general del orden de los 14 Mj (3344 Kcal) de energía metabolizable para la producción de 1 Kg de biomasa. Los alimentos comerciales en general contienen sobre los 18 MJ de energía, formulaciones de alimentos con harina de lupino dulce presentaron niveles superiores a los 19,4 Kj.

Existen métodos fáciles para calcular el contenido calórico de un alimento en términos de energía digestible.

**Tabla 2: Requerimientos nutricionales básicos para las principales especies salmonídeas cultivadas en Chile.**

NUTRIENTE / ESPECIE	Salmón Atlántico Salmo Salar	Salmón Coho <i>Onchorhynchus k.</i>	Trucha Arcoiris <i>O. mykiss</i>
Proteínas	45 - 50 %	35-50 %	44-48 %
H. de Carbono	6 - 15 %	12-17%	9 - 17%
Lípidos	18 - 25 %	20 %	16 - 24 %
Fibra	3,50 %	3,50 %	3,50 %
Cenizas. %	<10 %	<10 %	<10 %
Humedad	<10%	<10%	<10%
Energía Bruta. KJ/100g	13,50	14,38	14,58

**Tabla 3. Análisis aminoacídico de harina de lupino dulce, mezcla Rumbo Typ top y requerimientos de aminoácidos para truchas y salmones.**

AMINOÁCIDOS ESCENCIALES	HARINA DE LUPINO DULCE mezcla Rumbo y Typtop % **	REQUERIMIENTO Truchas y Salmones %
Arginina	4,94	2,40
Histidina	0,97	0,70
Isoleucina	1,69	0,90 - 1,10
Leucina	2,95	1,60
Lisina	1,88	2,00
Metionina	0,36	0,50 - 0,60
Fenilalanina	1,60	1,70
Treonina	1,69	0,90
Triptofano	0,20	0,15 - 0,25
Valina	1,53	1,30

\*\* Fuente: Proyecto Fia CO1-1-D-060

## 2 Materias Primas: Criterios de calidad de alimentos artificiales para la salmonicultura

Al ser las truchas y salmones especies carnívoras, los alimentos artificiales deben contener altos niveles de proteínas en su formulación, además de hidratos de carbono, lípidos, vitaminas y minerales. El principal ingrediente de una dieta estándar para truchas y salmones es la harina de pescado, cuyo porcentaje de inclusión varía generalmente entre 40 y 55%, dependiendo de la especie a alimentar y de su etapa de desarrollo (Tabla 2). Otros componentes son : aceite de pescado, cuya incorporación fluctúa de un 20% a un 35%, harina de trigo y otros cereales entre 10 y 15% y los micro ingredientes (pigmentos, vitaminas, minerales, inmunoestimulantes y aditivos en general) con una participación de hasta de un 5%.

Dentro de los requerimientos proteico - energéticos de los truchas y salmones, el porcentaje de inclusión de proteína en el alimento, podría disminuir en un 15%, sólo si se incorpora un 18% más de lípidos de buena calidad (aceite de pescado), con la conveniencia adicional de una disminución del costo del alimento.

### A Criterios de calidad de harinas empleadas en la producción de alimentos artificiales para truchas y salmones.

Al momento de elegir un ingrediente cada empresa productora de alimentos para peces, posee sus propios criterios de selección, respecto de los puntos que más adelante se señalan, dependiendo de las características físicas que se desea dar a los alimentos y al segmento del mercado en el cual se desea posicionar.

En la formulación de un alimento para cualquier especie acuícola, se deben considerar los siguientes criterios, independientemente de si su origen es vegetal, animal, y/o unicelular:

- Valor nutritivo de las harinas medido por la composición proximal (nivel de proteínas, lípidos, carbohidratos, humedad cenizas y fibras), perfil de aminoácidos (o composición aminacídica) y el aporte energético.
- Calidad nutritiva de las proteínas, definida por su composición de aminoácidos esenciales y de lípidos en función del nivel de ácidos grasos esenciales ( $\omega_3$  y  $\omega_6$ ).
- Ausencia de microorganismos: *salmonella*, *aspergillus*, aflatoxinas.
- Disponibilidad de la materia prima en el mercado, cantidad y continuidad del suministro.
- Precio

La harina de pescado, principal fuente de proteínas puede ser sustituida hasta un cierto grado por otras harinas de origen animal ( no más de un 15%) y vegetal (20 a 30%). Entre las de origen vegetal más usada se encuentra la harina o afrecho de soya, el gluten de maíz, harina de trigo, el lupino dulce y las derivadas del proceso de fermentación de la cerveza o de la producción industrial de metanol entre otras. Al escoger una fuente proteica, ya sea esta, animal o vegetal, debe contener en su perfil, los aminoácidos esenciales en la proporción requerida por los peces.

En la Tabla 3. Se muestra como la Harina de lupino, cubre en gran medida los requerimientos de aminoácidos para truchas y salmones. También se presentan los contenidos nutricionales de harinas que tradicionalmente se han utilizado en la elaboración de alimentos para estas especies.

**Tabla 4. Contenidos nutricionales mínimos para distintos tipos de harina utilizadas como ingredientes en alimentos de truchas y salmones.**

ELEMENTO / ORIGEN	HARINA ANIMAL	HARINA VEGETAL	H. UNICELULARES
Proteína	67,00%	40,00 %	40,00 %
Grasa	6,00 %	4,00 %	2,00 %
Humedad	7,50 %	10,00 %	8,00 %
Arginina	4,50 %	3,00 %	2,30 %
Metionina+Cisteina	2,70 %	0,20 %	1,20 %
Lisina	5,00 %	1,00 %	3,00 %
Histidina	2,00 %	0,80 %	1,00 %
Isoleucina	3,00 %	1,80 %	2,00 %
Leucina	5,20 %	3,00 %	2,80 %
Fen+Tir	5,20 %	3,50 %	3,00 %
Treonina	2,90 %	1,20 %	2,00 %
Triptofano	0,60 %	0,40 %	0,50 %
Valina	3,60 %	1,50 %	2,30 %

En Tabla 5 se especifican los parámetros que se deben considerar al elegir una harina de pescado. Es importante hacer notar que según sea el nivel de histamina presente en la harina, se las califica en dos categorías: aquellas destinadas para alimentos de agua dulce, cuyo nivel de histamina no debe superar los 500 ppm y aquellas para la fase de agua de mar la cual no debe superar los 1.000 ppm.

**Tabla 5. Especificaciones de calidad para una harina de pescado**

	UNIDAD	VALORES	NIVEL
Proteína Total	%	68,00	mín.
Humedad	%	6,00 - 10,00	máx.
Grasa	%	10,00	máx.
Ceniza	%	15,00	máx.
Sal	%	3,00	máx.
Arena	%	1,00	máx.
Nitrógeno Volátil total	mg N/100 g	120,00	máx.
Acidez (AGL)	% Ac. Oleico	7,50	máx.
Proteína Soluble	%	18,50	mín.
Histamina	ppm	500 - 1000	máx.
Digestibilidad	%	95,00	mín.
Digest. a la pepsina	%	96,00	mín.
Lisina disponible	% proteína	7,40	mín.
Score Biotoxicológico		0,30	máx.
I. Peróxidos	meq/Kg grasa	7,00	máx.
I. de acidez	mg KOH/100g	15,00	máx.
Antioxidante	ppm	200	mín.

**AGL: Ácidos Grasos Libres.**

**Score Biotoxicológico: Concentración de mollesina (agente etiológico de la harina de pescado).**

**Digestibilidad de la pepsina: Digestibilidad del alimento in vitro.**

## Criterios de calidad para la selección

## B

### de un aceite de pescado.

En la última década el uso de aceite de pescado en las dietas para salmónidos se ha triplicado. En los años noventa la composición de un alimento representaba un 18% de aceites o lípidos; actualmente las dietas de alta energía pueden incorporar hasta un 40% de aceite. Es por ello que en la elección de un aceite de pescado, para su inclusión en alimentos para truchas y salmones, se deben considerar algunas especificaciones como las que se indican en la Tabla 6.

Tabla 6. Especificaciones de un aceite de pescado de calidad.

		UNIDAD	NIVELES
AGL	máx.	%	3,00
Peróxido	máx.	meq O <sub>2</sub> /Kg	5,00
BHT	máx.	mg/Kg	200
Etoxiquin	máx.	ppm	500
Humedad	máx.	%	0,50
Acidez	máx.	% Ac. Oleico	4,50
Anisidina	máx.		10 - 20

Etoxiquin, BHT: antioxidantes.

### 3 Incorporación de Harina de Lupino Dulce

en la formulación de los alimentos

#### A Reemplazo de harina de pescado por harina de lupino dulce

Diversos ensayos realizados por el Laboratorio de cultivo y Alimentación de Peces, de la Escuela Ciencias del Mar, de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, determinaron que la harina de pescado puede ser reemplazada por harina de lupino hasta en un 30% , sin presentar diferencias en los parámetros productivos de truchas y salmones. De los análisis realizados a la harina de lupino dulce, se ha verificado que contiene valores nutritivos adecuados, en comparación con otras materias primas de origen vegetal, utilizadas actualmente en la elaboración de alimentos para peces. Se destaca su alto contenido proteico (Tabla 7), niveles de aminoácidos (Tabla 8) y de ácidos grasos esenciales, como el linolénico ( $W_3$ ) y linoleico ( $W_6$ ) (Tabla 9).

Tabla 7: Análisis proximal de la harina de lupino dulce mezcla *Rumbo* y *Typ top*

	UNIDAD	VALORES	NIVEL
Proteína Total	%	68,00	mín.
Humedad	%	6,00 - 10,00	máx.
Grasa	%	10,00	máx.
Ceniza	%	15,00	máx.
Sal	%	3,00	máx.
Arena	%	1,00	máx.
Nitrógeno Volátil total	mg N/100 g	120,00	máx.
Acidez (AGL)	% Ac. Oleico	7,50	máx.
Proteína Soluble	%	18,50	mín.
Histamina	ppm	500 - 1000	máx.
Digestibilidad	%	95,00	mín.
Digest. a la pepsina	%	96,00	mín.
Lisina disponible	% proteína	7,40	mín.
Score Biotoxicológico		0,30	máx.
I. Peróxidos	meq/Kg grasa	7,00	máx.
I. de acidez	mg KOH/100g	15,00	máx.
Antioxidante	ppm	200	mín.

**Tabla 8: Análisis aminoacídico de la harina de lupino dulce mezcla ( *Rumbo* y *Typ top* )**

AMINOÁCIDO	H. DE LUPINO ( g/100g )
Ácido Aspártico.	4,64
Ácido Glutámico.	9,76
Hidroxiprolina.	0,09
Serina.	2,23
Glicina.	1,61
Histidina.	0,84
Arginina.	5,30
Treonina.	1,45
Alanina.	1,44
Prolina.	1,83
Tirosina.	2,15
Valina.	1,67
Metionina.	0,21
Isoleucina.	1,84
Leucina.	3,23
Fenilalanina.	1,65
Lisina.	1,99
Triptófano.	0,197

**Tabla 9: Análisis ácidos grasos poliinsaturados. (ésteres metílicos, en g/100g) de la harina de lupino dulce mezcla *Rumbo* y *Typ Top*.**

ACIDO GRASO INSATURADO ( ésteres metílicos )	H. DE LUPINO ( g/100 g )
C18:2 W6 Linoleico.	18,95
C18:3 W3 Linolénico.	7,84
C20:2 W6 Eicosadienoico.	0,29
C20:3 W3 Eicosapentaenoico.	0,32
C22:4 W6 Docosadienoico.	0,09
C22:5 W6 Docosapentaenoico.	0,54
SUMA DE POLIINSATURADOS	27,49

## **B** Resultados de experiencias en salmónidos con alimentos formulados con harina de lupino dulce

En el laboratorio de Alimentación y Cultivo de Peces de la Escuela Ciencias del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, se formularon y probaron tres alimentos conteniendo un 0%, 8 % y 15 % de harina de lupino dulce. Los alimentos fueron elaborados con materias primas actualmente utilizadas en la fabricación de alimentos comerciales para peces.

En la Tabla 10 se presentan los niveles nutricionales y energéticos de los alimentos con un 8 y 15% de harina de lupino. Se observa que la composición proximal de los alimentos conteniendo harina de lupino dulce es similar al del alimento comercial con 0% de harina de lupino.

En la Tabla 11 se presentan los parámetros de crecimiento en truchas (peso inicial 185 gr.) y salmón Coho (peso inicial 485 g) alimentados con las dietas que contienen harina de lupino dulce y la dieta comercial. Es posible observar que al usar harina de lupino dulce en un 8 % y 15%, se obtienen resultados similares de crecimiento.

**Tabla 10. Análisis proximal de dietas con contenido de lupino dulce**

<b>NUTRIENTES</b>	<b>0 %</b>	<b>8 %</b>	<b>15 %</b>
Proteínas (%)	42,59	44,55	43,77
Humedad (%)	7,10	7,45	7,02
Extracto Etéreo (%)	19,89	25,16	27,53
Ceniza (%)	7,65	6,93	6,68
Fibras (%)	1,08	0,88	0,97
E.N.N. (%)	21,69	15,03	14,03
Energía en alimento (Calorías x 100 g)	436,13	464,76	478,97

\*\* El contenido aminoacídico fue similar entre los alimentos superando, en todos los casos, los requerimientos mínimo en salmónidos.

**Tabla 11. Principales parámetros de crecimiento obtenidos en peces alimentados con dietas que contienen harina de lupino dulce.**

	0 %	8 %	15 %
Ganancia en peso Truchas arcoiris (g)	333,40	355,10	362,60
Ganancia en peso Salmón Coho (g)	1,24	1,25	1,312
Tasa de crecimiento diario Truchas (g/día)	3,60	3,20	3,40
Tasa de crecimiento diario Salmón Coho (g/día)	10,18	10,26	10,75
Factor de conversión del alimento trucha	1,20	1,20	1,20
Factor de conversión del alimento Salmón Coho	1,20	1,20	1,20

## Digestibilidad de alimentos elaborados con



### harina de lupino dulce

Para probar la efectividad de cada materia prima nueva para la industria acuícola, es necesario realizar ciertas mediciones como análisis proximales, aminoacídicos, ácidos grasos etc.. Sin embargo, estas mediciones no indican que los nutrientes sean absorbidos por el pez. Para determinar la asimilación y calidad de la materia prima o del alimento, es necesario medir su grado de digestibilidad. Un alto nivel de ésta indica un mayor grado de aprovechamiento de los nutrientes, lo que se traduce directamente en una mayor disponibilidad de energía, un mejor crecimiento, mayor factor de conversión y un menor impacto ambiental.

Una digestibilidad total de 75 a un 85%, de alimentos con harina de lupino, fue observada en truchas indicando un buen índice, ya que sobre un 75% se considera un valor aceptable en alimentos para truchas y salmones. Al evaluar la digestibilidad de los nutrientes en forma individual resultaron muy favorables, ya que para las proteínas se midieron valores entre 84,8 a 94,9% con un promedio del 89%, para los lípidos el valor promedio de digestibilidad supero el 93% con valores que alcanzaron hasta 99%.

## D Ventajas del uso de harina de lupino.

---

- El lupino es más económico que otras fuentes proteicas vegetales.
- No es una materia prima genéticamente modificada, sino que es genéticamente seleccionada. De esta manera el producto final no es cuestionado como ocurre con la soya que posee un componente transgénico. Se postula que la soya transgénica absorbe en sus tejidos una mayor cantidad de herbicida y que traspasada cuando es ingerida.
- Se puede producir en Chile como materia prima para alimentos de trucha y salmones. (La soya es importada casi en un 80%).
- Buena calidad de su aceite, en términos de composición de ácidos grasos.
- No presenta problemas de elementos inhibidores de crecimiento, como la soya que inhibe a la tripsina.
- Presenta menores problemas de palatabilidad con respecto a la soya y otras materia primas.
- No existe material transgénico en su producción, por lo cual no cuenta con resistencias en los mercados internacionales como ocurre con otras materias primas utilizadas en la elaboración de alimento para truchas y salmones.
- Se puede producir en Chile como materia prima para la alimentación de truchas y salmones, no es un producto importado como ocurre con otros insumos.
- La harina de lupino es una harina full fat, que se obtiene a partir del grano sin cáscara del lupino dulce, por lo tanto es un aporte energético proteico además de aportar caroteno.

## Importancia de la trazabilidad o Rastreabilidad v/s



### harina de lupino dulce

La trazabilidad, rastreabilidad o "traceability" (como se expresa en inglés), se esta aplicando en la acuicultura día a día con más frecuencia y se refiere a la capacidad que poseen los productores, industriales, comerciantes, consumidores y poderes públicos, para seguir la pista a un determinado producto, a lo largo de toda o parte de su línea de producción y comercialización.

La FAO establece que la trazabilidad o rastreabilidad es un proceso mecánico que documenta todas las fases de producción y distribución por las que pasan los productos alimenticios. Su objetivo es que, ante una emergencia, duda sanitaria o de calidad, presentada por un producto determinado, se pueda identificar en que etapa se presentó el problema o bien determinar el origen de este, con el objeto de tomar las medidas correctivas que correspondan

El concepto trazabilidad, cobra especial relevancia en mercados extremadamente sensibles en cuanto al tema de la calidad, principalmente para el mercado europeo. Es así que a partir del 2005, la Comunidad Económica Europea exigirá la trazabilidad de todo producto que ingrese a ese mercado. Del mismo modo el mercado japonés , el norteamericano y la comunidad asiática exigen procedimientos similares.

En el rubro del salmonicultura, la trazabilidad implica registrar la información que se genere en cada etapa del proceso productivo, de modo de poder rastrear hacia atrás los datos de producción en cada eslabón de la cadena productiva y de comercialización. Toda información generada por los proveedores de alimentos es del mismo modo de las más relevantes y de mayor interés para los consumidores (Aquanoticias, Septiembre 2002).

Un ejemplo de ello es el mercado Europeo en cuanto a su sensibilidad en el uso de alimentos genéticamente modificados (GMO) destinados al consumo humano. Presentar un producto trazado sin ninguna evidencia de ser un producto GMO, se presenta como una ventaja competitiva frente a otros productos donde la presencia de GMO queda al descubierto al realizar la trazabilidad del producto. Al ser el lupino dulce un producto nativo, es fácil examinar su proceso de producción desde la obtención de la semilla hasta su utilización en el centro de cultivo. Además, como especie que ha sido seleccionada genéticamente, cobra más importancia aún como sustituto de aquellas materias primas GMO, que estarían siendo actualmente utilizadas en la elaboración de alimento para peces.



## Bibliografía

---

- Halver, J. 1972. Fish nutrition. Western Fish Nutrition Laboratory  
Bureau of sport Fisheries and Wild Life. U.S.  
Department of the Interior. Cook Washington. 713 pp.
- CAYCYT, 1987. Alimentación en Acuicultura. Plan de formación de  
técnicos superiores en acuicultura, Industrias Graficas  
España. Madrid, 325 pp.
- CAYCYT, 1987. Nutrición en Acuicultura I. Plan de formación de  
técnicos superiores en acuicultura, Industrias graficas  
España. Madrid, 302 pp.
- CAYCYT, 1987. Nutrición en Acuicultura II. Plan de formación de  
técnicos superiores en acuicultura, Industrias graficas  
España. Madrid, 318 pp.
- Karmy, I. 1994. "Evaluación de un alimento para reproductores de  
trucha arco iris" Tesis para optar al título de Ingeniero  
Pesquero. Tesis Universidad Católica de Valparaiso 43  
pp.
- Curch, D. y W. Pond. 1974. " Basic Animal Nutrition and Feeding".  
Oxford Press, Portland, Oregon, 300 pp.
- Aquanoticias, Julio 2002
- Aquanoticias, Septiembre 2002



## CAPITULO III

### Requerimientos agrícolas para producir lupino dulce en Chile

---

Constanza Harrison

Dina Mex

#### **A** Requerimientos para producir Lupino en Chile

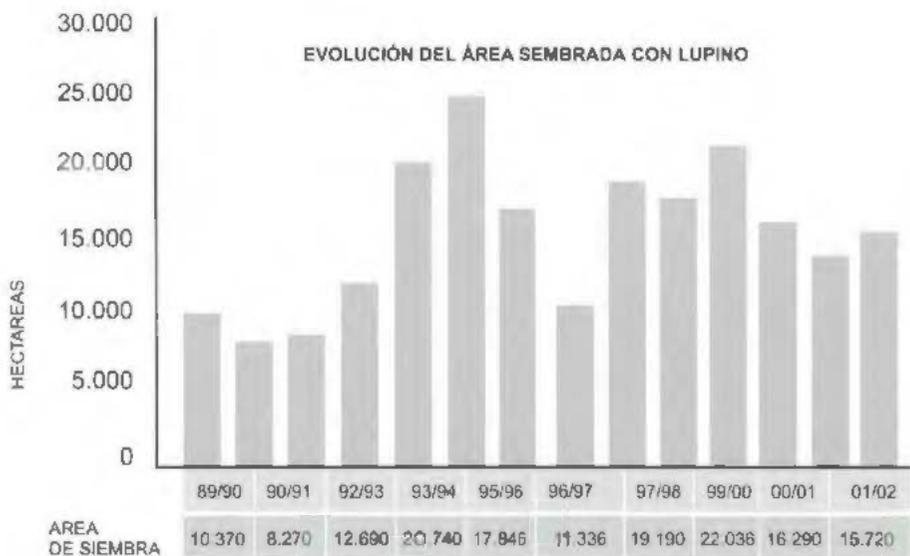
---

Las condiciones que presentan las zonas del Centro Sur y Sur de Chile en cuanto a invierno húmedo, verano seco y suelos ácidos, hacen del lupino un cultivo muy adaptado confiriéndoles las siguientes ventajas:

- Resistencia a heladas durante los primeros estados de desarrollo.
- Firmeza de caña a la madurez.
- Eficiente fijación de nitrógeno, incluso en suelos ácidos.
- Movilización de fósforo y otros elementos fijados en el suelo.
- Mejora de la estructura física del suelo.

## Zonas agrícolas en relación a las variedades de lupino dulce B

El lupino ha demostrado una buena adaptación a todos los suelos de buen drenaje de la VIII a la X Región. Concentrándose su cultivo en la IX Región. La siguiente tabla muestra la superficie cultivada de lupino en los últimos años:



Fuente ODEPA 2003: Temporada agrícola para leguminosas: resultados y perspectivas.

## Zonas agrícolas en relación a las variedades de lupino dulce C

La necesidad de rotación y la alternativa que representa el cultivo del lupino a ésta constituye, sin lugar a dudas, la principal externalidad positiva dentro del sistema productivo de los agricultores cerealeros de las regiones VIII a X, bajo condiciones de secano. En tal sentido cabe mencionar que estos agricultores incorporan al lupino dentro de su rotación, no por su rentabilidad (similar a la alcanzada con la avena, pero con un riesgo mayor), sino por las ventajas ya descritas en el ámbito agronómico y económico.

## D Costos de producción

Los costos de producción difieren mucho entre distintas realidades de productores, principalmente si se analiza considerando solamente los gastos incrementales y efectivos del rubro. Los costos de producción con todos los ítems incluidos fluctúan entre \$90.000 y \$150.000, como ocurre en el caso de la tabla 1. Ello equivale a US\$ 130 a 215 / ha, más el costo financiero y comisiones respectivas, con lo cual podría subir a niveles del orden de los US\$230 la hectárea.

Tabla 1: Costos de producción de Lupino.

LABORES	\$ / Ha	OBSERVACIONES
<b>Maquinaria y Equipos</b>		
Preparación de Suelo	16.000	Cinzel + Rastra o Vibrocultivador
Siembra	8.000	
Aplicación Herbicida	9.000	Presiembra y Postemergencia
Cosecha	20.000	Automotriz
<b>Mano de Obra</b>		
Preparación y Siembra	1.000	¼ JH
Aplicaciones	1.000	2/8 JH
Cosecha	1.500	3/8 JH
<b>Insumos</b>		
Semilla	25.000	110 - 160 kg. desinfectada
Fertilizantes	12.800	70 unidades
Agroquímicos	23.000	Herb. Pre-siembra + H. ancha y H. angosta
<b>Total Costos Directos</b>	<b>119.300</b>	

Fuente: Diagnóstico sector leguminosas de grano-lupino y taller estratégico del sector. PROCHILE 2001.

Cabe destacar que un buen análisis de la relación costo /beneficio del cultivo debe realizarse contemplando el conjunto de la rotación, es decir si el lupino se enmarca dentro de una rotación de 3 o 4 años, considerar no sólo los costos y beneficios directos, sino las economías y beneficios indirectos al resultado de los otros cultivos que integran la rotación. Conocido es el efecto positivo al incrementar el rendimiento del trigo post lupino, según sea el caso en un 5 a 20 % por sobre un trigo sembrado sobre rastrojo de trigo y en casos sobre otras gramíneas. Así como también las economías producidas en el uso de fertilizantes fosfatados y nitrogenados, en el uso de fungicidas y herbicidas, y en el costo de las labores de preparación de suelo.

## Preparación de suelo

En suelos compactados se recomienda el uso de arado cincel a una profundidad de 35 cm y luego rastrajes livianos para lograr un adecuado mullimiento, primero en profundidad y luego superficial. Cabe distinguir que es más importante una preparación en profundidad, en especial en suelos pesados como los arcillosos y ciertos transicionales. En suelos muy sueltos o secos, es recomendable rodonar antes y después de la siembra e incluso hay buenas experiencias con cero labranza, es decir sin romper el suelo, pero sin considerando la quema de rastrojos y un barbecho químico.

Al sembrar por primera vez se recomienda agregar un inoculante a la semilla.

## Época de siembra

La siembra debe ser superficial, entre 2-3 cm de profundidad.

En la tabla 2 se muestra la época de siembra. Esta depende de la precocidad de las variedades.

Tabla 2: Época de siembra de Lupino.

ESPECIE	VARIEDAD	FECHA DE SIEMBRA	DOSIS DE SEMILLA
<b>L.albus</b>	Rumbo B	Abril/Mayo	100-115 Kg/ha
	TyptopB	Abril/15 Junio	130 150 Kgs/há
<b>L.angustifolius</b>	Uniharvest	Junio/Agosto	120-150
	Gunguru	Junio/Agosto	120-150

Fuente: Construcción personal

Asimismo, la época de siembra varía según la localidad en que se cultivará. En la siguiente tabla se muestra las épocas de siembra para las variedades Typtop y Rumbo según las zonas agrícolas.

Tabla 3: Época de siembra variedad Typtop y Rumbo.

<b>Rumbo B</b>	
Secano interior VIII-X regiones	abril-inicios de mayo
Valle central IX región	fines de abril-mediados de mayo
Precordillera VIII-IX regiones	mayo
<b>Typtop B</b>	
Valle central IX-X regiones	mayo-julio
Precordillera IX región	julio-agosto

La variedad Typtop B se siembra con disco seguido, utilizando una dosis de 130 a 150 Kg por há. La variedad Rumbo B puede indistintamente sembrarse a surco seguido o por medio a una dosis de 100 a 115 Kg/ha para lo cual hay que considerar si es primera siembra (sin inóculo natural en el suelo), si es cultivo tradicional o cero labranza, presencia de conejos, etc.

## Fertilización

Ambos lupinos (*L. angustifolius* como *L. albus*) poseen la característica de movilizar el fósforo fijado en el suelo. La principal diferencia radica en la capacidad de movilización de este elemento, siendo mayor en el caso de *L. albus* que en *L. angustifolius*. Este fósforo total del suelo, que en la Zona Sur alcanza de 2.000 a 3.000 ppm, es capaz de ser movilizado según sus necesidades por el lupino. Por lo tanto, el lupino blanco sólo requiere cantidades mínimas de fósforo como starter. A diferencia de ello, el lupino australiano, por presentar una mucho menor capacidad de movilización, debería en lo posible fertilizarse con 100 un/há de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Asimismo, al ser una leguminosa poseen la característica de fijar nitrógeno atmosférico, en simbiosis con bacterias del género *Bradyrhizobium*. Todas estas características potencian su incorporación en rotaciones agrícolas. Importante si es considerar un starter en condiciones donde no exista inóculo natural de rizobios, en especial en condiciones de cero labranza y en suelos compactados o pesados como los arcillosos.

Importante también es la aplicación de azufre en forma de sulfato de calcio o sulfato de potasio (en los casos de bajo contenido de azufre y potasio, respectivamente en el suelo).

## Rotación de cultivos

---

No es recomendable sembrar lupino sobre lupino por problemas de acumulación de enfermedades. Una buena rotación consistiría en avena-lupino-trigo. (en lo posible el lupino debe sembrarse después de cereales).

Por otra parte, esta leguminosa disminuye la incidencia del mal del pie en el trigo y otros cereales.

## Enfermedades

---

Quizá uno de los problemas más graves que enfrenta el lupino en términos productivos, es la incidencia de una enfermedad que ha resultado difícil controlar, como es la Antracnosis producida por el hongo *Colletotrichum gloesporoides*. Ésta representa lejos el mayor problema sanitario y ha motivado incluso grandes campañas de erradicación en algunas zonas de Australia, sometiendo a cuarentena algunos sectores. Es además causa de incremento en los costos de producción, dado que obliga a la desinfección de la semilla y aplicaciones posteriores de fungicidas. La otra enfermedad no menos importante, en especial en *L. angustifolius* es la mancha café producida por el hongo *Pleochaeta setosa*.

## Cosecha

---

La cosecha de las semillas de lupino se realiza una vez que la vaina ha alcanzado su madurez, de tal forma que las semillas tengan un porcentaje de humedad y contenido proteicos determinados.

Existen variedades determinadas e indeterminadas, las primeras pueden ser cosechadas en forma mecánica, con maquinaria especializada como la que se aprecia en la siguiente fotografía.



Una vez que se han cosechado las semillas, es muy importante realizar análisis de calidad de las mismas, estos análisis miden la humedad, granulometría, el color, la calidad organoléptica, la acidez libre y finalmente los alcaloides.

## Referencias

---

SOQUIMICH, Agenda del Salitre. 2002. Separata Lupino

[www.fcagr.unr.edu.ar/extension/agrom3/a3nota6.htm](http://www.fcagr.unr.edu.ar/extension/agrom3/a3nota6.htm)

Diagnostico Sector Leguminosas de Grano Lupino y Taller Estratégico del Sector, Prochile, 2001

Temporada agrícola para leguminosas: resultados y perspectivas. ODEPA. 26.06.03



## CAPITULO IV

### Usos y Aplicaciones del Lupino en la Nutrición Humana

Fernando Garrido B.

#### A Descripción

El Lupino ( Altramuz, Tarwi, Chocho) es una leguminosa herbácea erecta de tallos robustos, algo leñosos. Alcanza altura de 0,8 2,0 m. Se cultiva principalmente en las zonas templadas frías. Se mantiene en forma tradicional en Perú, Ecuador, y Bolivia. Se han efectuado introducciones en Venezuela, Colombia, Chile, Argentina, México y países Europeos con buenos resultados. Hay que hacer notar también el interés cada vez creciente en el cultivo del Lupino en Australia y Nueva Zelanda, y su introducción a los mercados Asiáticos del Este, particularmente Corea del Sur.

En las vainas del Lupino se encuentran las semillas, que pueden ser de forma redonda u ovalada, lenticulares, de 5-15 mm de largo y 6-8 mm de ancho, de colores variables, pueden ser blancas, marrones o negras y tienen un diámetro aproximado de 1cm, (Anónimo,2003).

## Formas de utilización **B**

---

### **Consumo Humano:**

El lupino fresco desamargado se puede utilizar en guisos, purés, salsas, sopas cremas, postres, galletas, queques, refrescos, cereales de desayuno, mermeladas, pastelillos, mayonesa, salad dressing, etc.

### **Industrial:**

La harina de lupino se usa hasta un 15% en panificación, por la ventaja que tiene de mejorar considerablemente el valor proteico y calórico del producto, asimismo permite una más larga conservación del pan, y un mayor volumen de él.

### **Medicinal:**

Los alcaloides (esparteína, lupinina, lupanidina, etc.) se emplean para controlar los ectoparásitos y parásitos intestinales de los animales.

### **Agronómico:**

En estado de floración la planta se incorpora a la tierra como abono verde, mejorando la cantidad de materia orgánica, estructura y retención de humedad del suelo. Además el lupino tiene en sus raíces nódulos donde se encuentran bacterias *Rhizobium lupini* que tienen la propiedad de fijar nitrógeno de la atmósfera en el suelo, pudiendo las plantas utilizar este nitrógeno como abono natural.

### **Como Combustible:**

Los residuos de la cosecha (tallo seco) se usan como combustible por su gran cantidad de celulosa, que proporciona un buen poder calorífico (Feldheim, 1999; Anónimo, 2003).

## C Composición Química y Valor Nutricional

Composición por 100 gramos de porción comestible

	LUPINO COCIDO CON CÁSCARA	LUPINO CRUDO SIN CÁSCARAS	HARINA DE LUPINO
Energía (Kcal)	151	277	458
Agua (g)	69,70	46,30	37,00
Proteína (g)	11,60	17,30	49,60
Grasa (g)	8,60	17,50	27,90
Carbohidrato (g)	9,60	17,30	12,90
Fibra (g)	5,30	3,80	7,90
Cenizas (g)	0,60	1,60	2,60
Calcio (mg)	30	54	93
Fósforo (mg)	123	262	440
Hierro (mg)	1,40	2,30	1,38
Tiamina (mg)	0,01	0,60	-
Riboflavina (mg)	0,34	0,40	-
Niacina (mg)	0,95	2,10	-
Ácido Ascórbico (mg)	0,00	4,60	-

La digestibilidad y biodisponibilidad de la proteína es comparable a la proteína de soya. En ambas leguminosas los aminoácidos azufrados son los limitantes. El aminoácido lisina está presente en grandes cantidades. Es bien sabido desde culturas antiguas que una combinación de leguminosas (lupino, soya, poroto) con cereales (maíz, arroz, cebada) resulta en un efecto suplementario que eleva el valor nutritivo de la mezcla y la hace comparable con proteínas de origen animal. (Yañez, 1990; Anónimo, 2003).

## Ejemplos de usos y aplicaciones del lupino en la nutrición humana



El rango de las posibles aplicaciones para el lupino como un constituyente en la nutrición humana es básicamente el mismo que para la soya.

Se analizarán brevemente 6 ejemplos de aplicación o uso del lupino en la nutrición humana, dejando en claro que a lo mejor hay otros más que no se mencionarán.

### Mermelada:

"Efecto Retardante de la Absorción de Glucosa en Mermeladas a Base de Lupino"  
(Biolley et al, 1998; Feldheim, 1999).

En personas normales la concentración de glucosa plasmática muestra un incremento sostenido después de la ingesta de azúcares solubles para retornar a niveles normales transcurrido un periodo de tres horas. Este comportamiento difiere en las personas diabéticas, en las cuales la glicemia se mantiene sobre los límites normales a menos que se controle la diabetes con alguna de las siguientes medidas: a) dosis controlada de insulina, b) restringiendo el consumo de carbohidratos, c) reemplazo de la sacarosa por sacarina, aspartame u otros edulcorantes sintéticos, d) actualmente este enfoque ha sido complementado con la recomendación de seleccionar hidratos de carbono de acuerdo con su grado de solubilidad, haciendo hincapié en el consumo de leguminosas por ser éstas fuente de hidratos de carbono complejos, de fibra dietética y factores antinutricionales, los que interfieren en la absorción de glucosa.

Considerando estos antecedentes se llevó a cabo este estudio para evaluar la actividad hipoglicémica del lupino (*lupinus albus cv multolupa*) al incorporarlo a fórmulas de mermelada de ciruelas en la forma de harina entera de lupino en un 5-7.5-10 y 15%. Los resultados demostraron que la presencia de lupino en la mermelada disminuyó la velocidad de absorción de glucosa intestinal.

### Pastelillos (Panecillos o Muffins):

"Alimentos para el Adulto Mayor: Pastelillos Enriquecidos con Fibra de Lupino"  
(Wittig et al, 1998; Feldheim, 1999)

En Chile se ha demostrado que la alimentación de los ancianos tiene un bajo contenido de fibra. Considerando los hábitos alimentarios de los senescentes que tiene apetencia por lo dulce y acostumbran a comer entre las comidas, aparece como muy atractiva la idea de aportarles una parte del requerimiento de fibra con productos horneados como pastelillos, que se consumirían de preferencia en el desayuno y el almuerzo. Como fuente de fibra se usó fibra de lupino (Vitafiber) con 84.3% de fibra dietética. Para ello se desarrollaron y optimizaron pastelillos con 5.3% de fibra dietética enriquecidos además con vitaminas para adultos mayores de 51 años.

## Sopas Cremas:

---

"Desarrollo de Sopas-Crema en polvo conteniendo Harina de Lupino Dulce y Fibra"  
(Feldheim, 1999; Yañez et al, 1999).

Las familias de bajos ingresos en Chile y de otros países en desarrollo, a menudo dependen de sopas en base a harina de cereales y hortalizas como una parte importante de su dieta diaria. El objetivo de este estudio fue desarrollar y probar sopas-crema en polvo fortificadas con la adición de harina de lupino. Esta adición aumenta el contenido de proteína y energía, además del de fibra. Se probaron niveles de incorporación de harina de lupino dulce de 12- 24 36% resultando la sopa con 24% de harina de lupino dulce con una mejor evaluación sensorial que la fórmula control sin lupino.

## Producción de Leche de Lupino y Productos tipo Yogurt:

---

"Producción de Leche y de productos tipo Yogurt en base a semillas de *Lupinus campestris*"  
(Feldheim, 1999; Jimenez et al, 1999).

La leche de lupino se produjo de semillas desamargadas y molidas, y que fueron fortificadas con 3% de sucrosa y 1.5% de lactosa, para ajustar el contenido de carbohidratos al 12% de sólidos. Esta leche tenía un color similar a la leche de vaca, y presentaba una composición con 4.8% de proteína y 1.4% de grasa. La fermentación de esta leche de lupino con *Lactobacillus delbrueki* y *Streptococcus salibarius* produce ácido láctico luego de 8 horas de fermentación, obteniéndose 0.87% de ácido láctico y un pH entre 4.0 y 4.3. Los resultados sensoriales de aceptación nos indican que el producto fue muy bien aceptado sobre todo al saborizarlo con fruta.

## Producción de Spaghetitis:

---

"Desarrollo de Spaguetitis de Lupino para Adultos Mayores"  
(Feldheim, 1999; Wittig et al, 1999).

Para una población chilena creciente en adultos mayores se han elaborado planes de salud para mejorar la calidad de vida. Una de las proposiciones para alcanzar este logro era desarrollar productos alimenticios enriquecidos con fibra dietaria, vitaminas y minerales. El producto final optimizado (spaguetitis) contenía 66.59% de semolina, 9.52% de Vitafiber (salvado de lupino), 1.4% de gluten vital, 0.019% de premix de vitamina, 0.41% de premix de minerales y 22.06% de agua. El Vitafiber (salvado de lupino) como fuente de fibra se ha usado exitosamente en la producción de diversos alimentos tales como: queques, mermeladas, pastelillos, bebidas y pan.

## Mayonesas y Salad Dressings (Salsa de aliños para ensaladas):

---

"Proteína de Lupino blanco como un Ingrediente para producir Emulsiones en Alimentos".  
(Raymundo et al, 1999).

En este trabajo el objetivo de reemplazar la proteína de la yema de huevo por proteínas de semillas de lupino blanco (*Lupinus albus*), en la producción de mayonesas y salsas de aliños para ensaladas (salad dressings), con la ventaja de obtener productos con bajo colesterol y libre de salmonellas; fué logrado plenamente.

## Bibliografía

---

Anónimo, 2003. Tarwi, Chocho. [www.agualtiplano.net/cultivos/tarwi.htm](http://www.agualtiplano.net/cultivos/tarwi.htm)

Biolley, E; M. Villarroel; G. Larenas; E. Wittig; V. Díaz y Y. Muñoz, 1998. "Efecto retardante de la absorción de glucosa en mermelada a base de lupino". Página 87-95. En: Temas en tecnología de alimentos. Volumen 2: Fibra Dietética CYTED, Instituto Politécnico Nacional, México DF.

Feldheim, W, 1999. "The use of lupins in human nutrition". Página 434-437. En: Lupin, ancient crop for the new millenium. Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Lupin Conference. 20-24 Junio, 1999. International Lupin Association, Canterbury, New Zealand.

Jimenez, M; O. Dávila y S. Hernández, 1999. "Producing Milk and Yogurt-like products from *Lupinus campestris* seed". Pag 442-445. En: Lupin, ancient crop for the new millenium. Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Lupin Conference. 20-24 Junio, 1999. International Lupin Association, Canterbury, New Zealand.

Raymundo, A; M. Nunes; J. Empis e I. Sousa, 1999. "White lupin protein as an ingredient to produce food emulsions (Mayonnaise and Salad Dressings)". Pag 455-460. En: Lupin, ancient crop for the new millenium. Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Lupin Conference. 20-24 Junio, 1999. International Lupin Association, Canterbury, New Zealand.

Wittig, E; A. Bunger; A. Ibieta, D. Soto; N. Hernández y L. López, 1998. "Alimentos para el Adulto Mayor: Muffins o pastelillos enriquecidos con fibra de lupino". Pag 259-277. En: Temas en Tecnología de Alimentos. Volumen 2: Fibra Dietética CYTED, Instituto Politécnico Nacional, México DF.

Wittig, E; L. Serrano; A. Bunger; D. Soto; L. López y N. Hernández, 1999. "Development of Lupin Spaghettis for the elderly". Pag 448-450. En: Lupin, ancient crop for the new millenium. Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Lupin Conference. 20-24 Junio, 1999. International Lupin Association, Canterbury, New Zealand.

Yañez, E. 1990. "Lupin as a source of protein in human nutrition". Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Lupin Conference. Pag 115-123. Temuco\_ Pucón, Chile.

Yañez, E; E. Biolley; M. Villarroel y E. Uquiche, 1999). "Development of cream soup powders containing sweet lupin flour fiber". Pag 440-442. En: Lupin, ancient crop for the new millenium. Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Lupin Conference. 20-24 Junio, 1999. International Lupin Association, Canterbury, New Zealand.

---

La elaboración de este manual es gracias al aporte de la  
Fundación para la Innovación Agraria,  
a través del Proyecto C01-1-D060.

**“ Diversificar el uso del Lupino  
utilizándolo como fuente proteica alternativa  
en la alimentación de la salmonicultura “.**



## **SERVICIOS DE BIOENSAYOS EN ALIMENTACIÓN PARA LA ACUICULTURA**

---

*La Escuela de Ciencias del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso posee la experiencia y dispone de las instalaciones necesarias para evaluar y certificar la calidad de alimentos pelletizados que se emplean en la acuicultura nacional.*

*Para mayores informaciones de este servicio le solicitamos comunicarse al Laboratorio de Cultivo Peces y de Alimentación para la Acuicultura (LABCPAC).*

*Fono-Fax:32-274263, e-mail : [itoledo@ucv.cl](mailto:itoledo@ucv.cl)*

## FE DE ERRATAS

- Pág. 8.** **Dice:** *Lupinus angustifolius* (Lupino margo)  
**Debe decir:** *Lupinus angustifolius* (Lupino australiano, nombre vulgar en Chile).
- Pág. 11.** **Dice:** ...mejorar la trazabilidad la trazabilidad de las materias...  
**Debe decir:** mejorar la trazabilidad de las materias...
- Pág. 13.** **Dice:** ...grupos alimenticios (9 Kcl/g).  
**Debe decir:** ..... grupos alimenticios (9 Kcal/g)
- Pág. 14:** **Dice:** ...del orden de los 14 Mj...a los 19,4 Kj.  
**Debe decir :** ...del orden de los 14 MJ...a los 19,4 KJ.
- Pág. 17:** **Dice:** También se presentan los contenidos nutricionales de harinas que tradicionalmente se han utilizado en la elaboración de alimentos para estas especies.  
**Debe decir:** También se presentan los contenidos nutricionales de harinas que tradicionalmente se han utilizado en la elaboración de alimentos para estas especies (Tabla 4).
- Pág. 20:** Reemplazar tabla existente por:

Nutriente	(g/100 g)
Humedad	10,57
Proteína	44,67
Extracto etéreo	3,59
Ceniza	9,79
Fibras	2,30
EN.N	29,08
Energía (Cal/100 g)	383,11

- Pág. 21:** **Dice:** (Tabla 8)... H. DE LUPINO (g/100 g)  
**Debe decir:** H. DE LUPINO (g/100 g) de proteína.
- Pág. 21:** **Dice:** (Tabla 9)... H. DE LUPINO (g/100g).  
**Debe decir:** H. DE LUPINO (g/100 g) de ácidos grasos.
- Pág. 24.** **Dice:**...una mayor cantidad de herbicida y que es traspasada ...  
**Debe decir:** ... una mayor cantidad de herbicida que es traspasada...

