

La calidad en la semilla del lupino (altramuz)

Por: José Luis Jambrina Alonso*

El cultivo del Lupino (altramuz) en sus diferentes especies (*albus*, *angustifolius* y *luteus*) puede ser una fuente potencial de proteínas en la producción de grano y en el aprovechamiento del rastrojo a diente por diferentes especies ganaderas, principalmente rumiantes, vacas y ovejas; y también, con complementos, en monogástricos, porcino y aves, desde que se disponen de distintos cultivares libres de alcaloides (dulces) y adaptados a diferentes condiciones agrológicas, con aceptable productividad.

Las semillas del Lupino son más ricas en proteínas que la mayor parte de las leguminosas (véase gráfico N° 1), con excepción de la soja. Así, si expresamos como biomasa de proteína por hectárea la cosecha obtenida, el Lupino es la segunda entre 11 leguminosas grano consideradas por FAO.

Los valores de la composición de la semilla de las diferentes especies de Lupinus antes referidas son variables, aunque los límites entre los que se mueven los contenidos en proteínas y grasa se pueden considerar constantes. Las proteínas varían entre el 28% en *L. angustifolius* al 48% en *L. mutabilis*. La concentración de lípidos (principalmente ácidos grasos) excede del 20% en *L. mutabilis*, comparándolos favorablemente con la soja. También el *L. albus* es otro cultivo de Lupino que posee sustancial cantidad de aceite (10-14%); siendo bajo (4-7%) en *L. angustifolius* y *L. luteus*.

Como puede comprobarse en el cuadro n° 1 el *L. angustifolius* y el *L. luteus* disponen de una relativamente grande cantidad de fibra, a tener en cuenta en su empleo en las raciones de monogástricos, no así en ovejas y vacuno por su alta digestibilidad en los poligástricos.



Lineas bajo selección de especies de Lupinus.

LA CALIDAD DE LAS PROTEÍNAS EN EL LUPINO

Las proteínas de las semillas del altramuz se parecen a las de otras legumbres, con bajas concentraciones en aminoácidos azufrados, metionina y cisteína, con las limitaciones que esto supone en su empleo en la alimentación de animales monogástricos. El porcentaje de estos aminoácidos es todavía más bajo cuando el altramuz crece en suelos deficientes en azufre.

La fracción protéica mayor en la semilla del Lupino es la conglutina y es del tipo generalmente clasificado con el término de globulina. Esta proteína comprende cerca del 80% del total de nitrógeno insoluble en las semillas; la proteína restante es mayormente del tipo de la albúmina. La electroforésis muestra la conglutina con tres componentes α , β y γ que en *L. angustifolius*, por ejemplo, ocurren en la proporción de 40; 50 y 10.

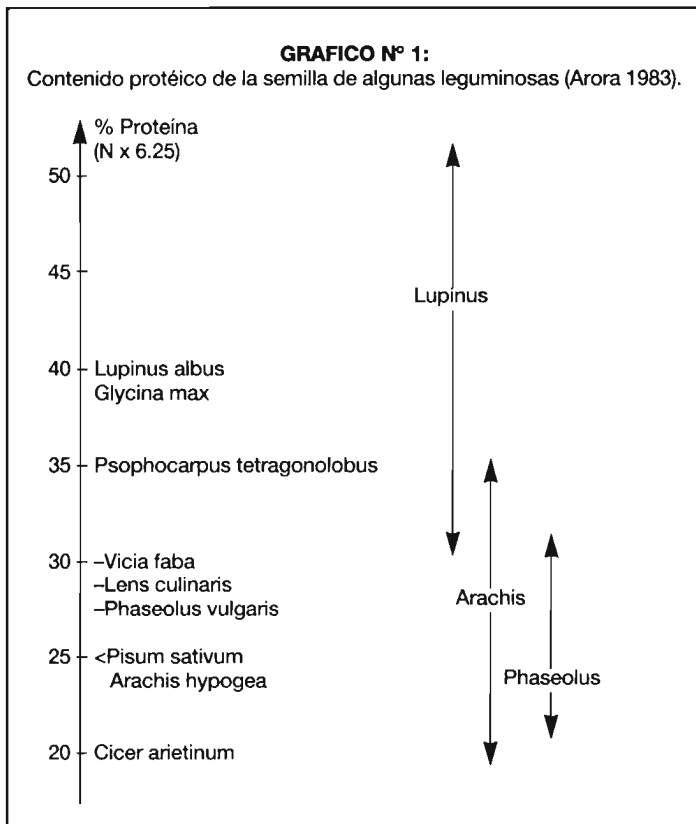
El patrón-tipo de las semillas de Lupino es similar al de otras legumbres aunque hay algunas diferencias significativas: la conglutina γ , por ejemplo, (5% de la proteína total en *L. albus*) no tiene equivalente, o en mucha menor proporción, en las otras legumbres. Esta proteína, la conglutina γ ,

Se está trabajando a nivel internacional para elevar el valor nutritivo de las leguminosas

El abonado con azufre influye en la composición de la cosecha

Entre los objetivos de la mejora debe incluirse la calidad del contenido proteico

(*) S.I.A. de Castilla y León



El *Lupinus albus* (altramuz blanco) en alternativa al cereal como mejorante de la fertilidad del suelo y productor de proteínas vegetales, en una explotación agropecuaria en Salamanca.

ácidos en las plantas, en particular metionina, cisteína, lisina, etc.; así podremos llegar a mejorar el balance en amino-ácidos en las cosechas: más amino-ácidos azufrados en leguminosas y más lisina en cereales, por ejemplo.

Es de destacar el contenido en amino-ácidos azufrados en *L. luteus* y *L. mutabilis*, desde las posibilidades para la mejora genética de la calidad de la proteína en las especies de *Lupinus*; y tener en cuenta al respecto que aunque la cisteína y cistina no son reconocidas como esenciales en la dieta, puede sustituir, en una gran proporción, los requerimientos en metionina.

EL AZUFRE EN LA FORMACION DE AMINO-ACIDOS EN LAS PROTEINAS DE LAS SEMILLA DEL LUPINO

Se ha comprobado que el abonado con azufre influye en la composición de las cosechas y que esta influencia puede ser importante para la utilización de las mis-

CUADRO N° 1
COMPOSICION DE LAS SEMILLAS DE LUPINO
(Variación % de materia seca)

Especie	Proteína bruta	Extracto etéreo (lípidos)	Fibra
<i>L. albus</i>	34-43	10-14	3-10
<i>L. angustifolius</i>	28-38	5-7	13-17
<i>L. luteus</i>	36-44	5-7	15-18
<i>L. mutabilis</i>	32-48	13-23	13-11

tiene un alto valor nutricional; pero es un factor poligénico, de muy difícil mejora, para aumentar su contenido en las semillas.

Otra proteína típica en la semilla del Lupino es la conglutina δ (12% del total de la proteína en *L. albus*). Esta proteína tiene un contenido no usual en cisteína y glutamina (6.6 y 41.1% respectivamente), aunque prácticamente no tiene metionina.

Concentraciones altas de aminoácidos azufrados están en la conglutina γ y δ de las semillas de Lupino, relativamente bajas en conglutina α (legumina) y ausentes en la conglutina β (vicilina). Existe, pues, la posibilidad de mejorar el valor biológico de la proteína alterando la regulación genérica de los sistemas de estas fracciones de conglutina a favor de aquellas ricas en azufre.

LA MEJORA DE LA CALIDAD DE LA PROTEINA.

Se está trabajando a nivel internacional

en elevar el valor nutritivo de las leguminosas. El objetivo es incrementar su contenido en amino-ácidos azufrados, metionina y cisteína, que en las leguminosas están bajos. Para ello se trata de alterar ciertos genes que regulan el contenido de amino-

CUADRO N° 2
VARIACION DE LA COMPOSICION EN AMINOACIDOS (g 16 g N⁻¹) de la proteína del Lupino

Especies	Iso-leucina	Leucina	Lisina	Metio-nina	Cisteí-na	Fenil-alanina	Treo-nina	Trip-tófano	Vali-na
<i>Lupinus albus</i>	4-6	7-9	5-6	0.3-0.5	1-2	4-5	4-5	1-2	4-5
<i>Lupinus angustifo.</i>	4-5	6-7	4-6	0.4-1.0	0.5-0.9	3.4	3.4	1.2	3.5
<i>Lupinus luteus</i>	3.5	7.10	3.6	0.3-1.0	0.7-4.8	3.5	2.4	0.7-1.2	3.5
<i>Lupinus mutabilis</i>	4.0	7.0	5	0.4-1.4	1.4	3.4	3.4	1	4
Proteína ideal «FAO»	4.0	7.04	5.44	5.44	3.52	6.08	4.0	0.96	4.96

(Pate J.S. et alt. 1986).

* Este valor incluye la tirosina.
** Valor conjunto.

(Pate J.S. et alt. 1.988)

SEMILLAS



Dos cultivares de *Lupinus albus*: derecha, tipo "determinado" izquierda, tipo tradicional, del proyecto de mejora genética desarrollado en el SIA de Salamanca.



El Lupino en grano puede ocupar un lugar como complemento en el aprovechamiento de rastrojos por rumiantes; pero puede ser también un cultivo para aprovechamiento a diente en las especies de *L. angustifolius* y *L. luteus* (tremosilla).

mas; pues mientras que la composición de las proteínas específicas de las plantas son determinadas genéticamente, y entonces no se alteran con el abonado del azufre, diferencias en el abastecimiento de este elemento en el crecimiento de la planta pueden alterar la proporción de las distintas clases de proteínas, que difieren en la formación de aminoácidos, y entonces cambiar su composición total.

Las máximas respuestas que se pueden obtener con la incorporación de azufre, en aquellos casos en que el nivel de azufre en el suelo es bajo, son cuando hay suficiente nitrógeno presente para la síntesis protéica.

Entonces, la formación de proteínas específicas está bajo control genético y no

estará influenciada por los niveles de azufre presentes en el medio. Pero, a nivel de sustrato, sin embargo, es uno de los factores que controla la biosíntesis, y así puede tener influencia en la formación protéica.

Blagrove y otros (1976) encontraron que las proporciones de las diferentes proteínas en la fracción de la globulina de las semillas de Lupino fueron afectadas por el nivel de azufre en el medio en que las plantas crecieron.

Los efectos de los diferentes niveles de azufre sobre la calidad de la proteína dependen del grado de deficiencia, de cada cultivo en particular, de la naturaleza del suelo, y de otros factores del crecimiento.

Se han encontrado variaciones en la respuesta al azufre atribuidas a las diferencias del nitrógeno presente, ya que ambos, azufre y nitrógeno, sirven como componentes estructurales de las proteínas y, por tanto, hay que esperar interacciones entre ambos elementos.

LOS AMINOACIDOS EN LA SELECCION Y MEJORA DEL LUPINO

En los proyectos de mejora de las diversas especies de *Lupinus* se consideran principalmente los caracteres de «ausencia de alcaloides», «resistencia», «productividad», etc. pero habrá que tener en cuenta la calidad y no solamente el conte-

ALTRAMUCES		
Nº DE MUESTRA:	3097	
AMINOACIDO	CONCENTRACION (Micromoles/g)	PORCENTAJE
ASPARTICO	43,82	11,27
GLUTAMICO	88,32	22,7
SERINA	21,97	5,65
GLICINA	27,69	7,12
HISTIDINA	8,43	2,17
ARGININA	29,48	7,58
TREONINA	15,72	4,04
ALANINA	20,34	5,23
PROLINA	47,25	12,14
TIROSINA	10,22	2,63
VALINA	18,09	4,65
METIONINA	2,73	0,7
CISTEINA	1,13	0,29
ISOLEUCINA	13,52	3,48
LEUCINA	22,70	5,83
FENILALANINA	8,63	2,22
LISINA	8,96	2,3
TOTAL	389,03	

ALTRAMUCES		
Nº DE MUESTRA:	2395 (BIS)	
AMINOACIDO	CONCENTRACION (Micromoles/g)	PORCENTAJE
ASPARTICO	54,90	12,22
GLUTAMICO	103,62	23,06
SERINA	25,86	5,76
GLICINA	33,12	7,37
HISTIDINA	9,67	2,15
ARGININA	35,98	8,01
TREONINA	18,30	4,07
ALANINA	23,29	5,18
PROLINA	46,94	10,45
TIROSINA	12,55	2,79
VALINA	20,98	4,67
METIONINA	3,14	0,7
CISTEINA	1,44	0,32
ISOLEUCINA	15,33	3,41
LEUCINA	25,08	5,58
FENILALANINA	9,21	2,05
LISINA	9,90	2,2
TOTAL	449,32	

nido protéico total, sino también la composición en aminoácidos de las proteínas, sobre todo de los aminoácidos azufrados.

El hecho de que el azufre pueda influir en la modificación de la proporción de las proteínas, aumentando la proporción de aquellas con mayores contenidos en aminoácidos azufrados, ha de ser explorado en el material bajo selección en un doble aspecto de la posible modificación genética, y de una distinta expresión genética bajo aspectos nutricionales (azufre y nitrógeno). He aquí, pues, un tema de investigación de gran interés en la mejora de las leguminosas.

Estudios realizados sobre la influencia de la nutrición del azufre en la formación de proteínas por genes específicos, sugieren que hay un potencial para mejorar la calidad de las semillas de las legumbres por medios genéticos y fisiológicos.

Así, investigaciones en soja, lupino y cebada han demostrado que las deficiencias en el suministro de azufre repercuten en las concentraciones de cisteína y metionina en las semillas, bajando marcadamente su contenido.

En Lupino se ha demostrado, inequívocamente, que deficiencias en azufre dieron un menor contenido en metionina y cisteína (conglutina α y δ) y un incremento de las proteínas sin metionina y de bajo contenido en cisteína; aunque el contenido total de proteína, con alto o bajo abonado de azufre, no varía o varía ligeramente dependiendo del cultivar utilizado.

CONCLUSIONES Y APLICACION DE RESULTADOS

Los resultados anteriores indican que durante la formación de las semillas la dis-

ponibilidad de azufre determina la cantidad de cada una de las proteínas almacenadas que son sintetizadas; para un bajo suministro de azufre, se desvían aminoácidos para la síntesis de proteínas de bajo contenido en azufre.

Estas investigaciones sugieren manifiestamente que el abonado con azufre tiene un gran efecto sobre la expresión genética en los tejidos reproductivos de la planta. Las semillas de muchos cultivos contienen dos o más clases de proteínas que difieren considerablemente en la composición de aminoácidos, de forma que el almacenamiento protéico puede ser manipulado por la nutrición con azufre.

He aquí, pues, cuestiones de gran interés para la investigación en el problema general de la mejora protéica de las leguminosas, en un tema de indudable trascendencia como es el de la mejora de su calidad nutritiva; bien sea por modificación genética en las líneas a seleccionar, o bien al poner de manifiesto la expresión genética de las mismas bajo influencia de factores fisiológicos.

En este último aspecto de la mejora estamos trabajando en la difícil temática de buscar, en el material seleccionado, líneas de mayor calidad con respuestas positivas por tratamientos modificadores de la expresión genética, tal como hemos expuesto anteriormente.

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE AMINOACIDOS DE DOS LINEAS DE LUPINUS ALBUS BAJO SELECCION

Por el laboratorio del S.I.A. de Valladolid han sido realizados los análisis de aminoácidos de dos líneas de *Lupinus albus* bajo selección por sus caracteres desta-

cados en cuanto a productividad, ausencia de alcaloides y resistencia a frío.

Estos análisis muestran unos resultados que se asemejan en cuanto a porcentajes a los señalados anteriormente en este trabajo, si exceptuamos un mayor contenido en metionina, que aunque no suficiente en cuanto a las señaladas por FAO, supone un incremento notable respecto a las medias de otras líneas. Habrá que investigar si tal hecho se debe a influencia de factores modificadores del contenido protéico.

BIBLIOGRAFIA

—BLAGROVE R.J., GILLESPIE J.M., RANDALL P.J., 1976. Effect of sulphur supply on the seed globulin composition of «*Lupinus angustifolius*. Aust. J. Plant Physiol., 3: 173-184.

—CERLETTI P., DURANTI M., GUERRIERI N., GIANI D., 1989. Research on seed proteins in lupin: Molecular approaches and their relevance to application. Lupin production and bio-processing for feed, food and other by-products. Proceed. Workshop. Israel (Kibbutz Ginosar).

—GILLESPIE J.M., BLAGROVE R.J., RANDALL P.J., 1978. Effect of sulphur supply on the seed globulin composition of various species of lupin. Aust. J. Plant Physiol., 5: 641-650.

—JAMBRINA J.L., 1992. Selección y mejora de *Lupinus albus* (lupino blanco) para la región castellano-leonesa. Memoria de actividades. SIA. Junta de Castilla y León.

—PATE J.S., WILLIAM W., FARRINGTON P., 1988. Grain legumes. Ed. R.S. Summerfield and E.H. Roberts. William Collins Sons. London.

—RENDIG V.V., 1986. Sulfur and crop quality. Sulfur in Agriculture. Agronomy Monograph. nº 27. American Society of Agronomy. USA.

—SHARMA G.C., 1973. Effect sulphur on yield and aminoácids of soy beans. Commun. Soils Sci. Plant Anal., 4: 77-82.

—STANLEY H., 1986. Roles and requirements of sulfur in plant nutrition. Sulfur in Agriculture. Agronomy Monograph nº 27. American Society of Agronomy. USA.



LIBROS

PROXIMOS TITULOS DE ESTA EDITORIAL



LIBROS

• **DICCIONARIO DE AGRONOMIA** (*Español-Inglés-Nombres Científicos*)
Enrique Sánchez-Monge

• **METODO DE ESTIMACION DE LA EROSION HIDRICA**
Autores Varios. Profesores de la E.T.S.I.A. de Madrid

Agricultura

EDITORIAL AGRÍCOLA ESPAÑOLA, S.A.

Caballero de Gracia, 24, 3º izqda. - Teléfono: 521 16 33 - FAX: 522 48 72. Madrid-28013

**PEDIDOS A NUESTRA EDITORIAL
VENTA AL PÚBLICO EN LIBRERÍAS**