



# El altramuz en las rotaciones gallegas

Por: Federico Sau\*, Carlos Gómez-Ibarlucea\*\*  
y Josefina Hernández-Nistal\*

## INTRODUCCION

Una rotación es una práctica agronómica que consiste en cultivar una sucesión de especies vegetales en una misma superficie. Su utilización permite aumentar la producción, gracias a sus efectos benéficos sobre la fertilidad y porque limita las pérdidas provocadas por las plagas y enfermedades, así como reducir la pérdida de suelo que provoca la actividad agrícola. Se emplea esta práctica desde la antigüedad: existen evidencias arqueológicas que muestran que era común en la agricultura china de hace 3.000 años. Sin embargo, cuando en la década de los 50 la agricultura se intensifica —aplicando los conocimientos científicos y técnicos— extendiéndose el uso de los fertilizantes y de los fitosanitarios de síntesis, se empiezan a abandonar las rotaciones, orientándose los sistemas agrícolas hacia el monocultivo de las especies más rentables, ya que se pensaba que el empleo de estos productos podía suplir y superar los efectos benéficos de éstas, sin pensar en las consecuencias que a largo plazo una agricultura más intensiva podía tener.

En la actualidad se acepta que una rotación adecuada a un entorno agroclimático permite aumentar tanto el rendimiento agrícola como económico, y contribuye a que la producción se mantenga a largo plazo.

## HACIA UNA AGRICULTURA SUSTENTABLE

Como la producción mundial de alimentos está limitada en primer lugar por

**Su alto contenido en proteínas y su adaptación a suelos ácidos, hacen que esta planta despierte interés en Galicia.**



*Altramuz blanco en floración.*

las condiciones del medio (se estima que los factores abióticos adversos contribuyen en un 71% a la reducción de los rendimientos de los cultivos) en las últimas décadas la agricultura se ha enfocado hacia la modificación del entorno —riego, enmiendas, fertilizantes, fitosanitarios,...— para adaptarlo a las necesidades de los cultivos. Es decir, se ha adaptado el medio a la planta.

Esta estrategia se está volviendo cada vez más costosa desde un punto de vista económico y ambiental: en EEUU, por ejemplo, en la mitad de los años 60, se aplicaba al cultivo del maíz (*Zea mays L.*) una cantidad de nitrógeno equivalente a la que se cosechaba. En la actualidad, el abono utilizado supera en un 50% al cosechado. Esto tiene dos consecuencias: 1) un coste económico innecesario, 2) un coste ecológico rechazable, entre otros la acumulación de nitratos en aguas subterráneas y superficiales. Paralelamente, la agricultura española ha pasado a ser prácticamente autosuficiente —en la década de los 50— a depender en más de un 40% de recursos energéticos de otros sectores, sobre todo de las importaciones de petróleo.

Por otro lado, a medio plazo esta agricultura es un suicidio para la humanidad, ya que ha aumentado la erosión hasta tal punto, que en muchas zonas el suelo erosionado es diez veces mayor que el que se forma en el mismo período de tiempo. Se emplea el suelo para producir alimentos hasta que se agota como si de una mina se tratara, hablándose en muchos casos de "minería agrícola". No debemos olvidar que es muy probable que la poderosa civilización Maya desapareciera por no controlar la erosión y que Mesopotamia, que en la antigüedad fue capaz de alimentar a una población de aproximadamente 25 millones, sólo está poblada en la actualidad por 4 millones de habitantes debido en gran medida al mismo fenómeno. La opinión pública en los países desarrollados

(\*) Escuela Politécnica Superior, Universidad de Santiago de Compostela.

(\*\*) Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo, Xunta de Galicia.



En estas dos parcelas de altramuces, se observa el contraste entre el blanco y el amarillo.

considera, y con razón, que la agricultura intensiva "convencional" es una de las actividades humanas que más contribuye al deterioro del entorno y reclama un cierto retomo hacia una agricultura menos agresiva con el medio. Estamos abocados, por tanto, a cambiar nuestros sistemas agrícolas. En un país como EEUU, donde suelen iniciarse las "revoluciones" tanto tecnológicas como culturales, parece apreciarse ya el cambio de rumbo hacia otra agricultura, de hecho, los agricultores han reducido sus gastos en insumos un 20% aproximadamente estos últimos años.

Aunque en los países de nuestro entorno la producción agrícola es crónicamente excedentaria, llegando a causar problemas económicos considerables, hay que tener en cuenta que la población mundial sigue creciendo y que gran parte sigue subalimentada. No podemos permitirnos, por tanto, cambiar bruscamente de agricultura renunciando por completo al empleo de insumos de síntesis porque ello conduciría a un nuevo período de escasez. Tenemos que reducir progresivamente estos insumos para ser más respetuosos con el medio sin dejar por eso de producir. Esta tendencia en agricultura se llama "agricultura sustentable" (o sostenible) y parece ser la única alternativa viable para la agricultura del futuro.

Distintos grupos de investigación llevan un cierto tiempo hablando de este tipo de agricultura. Una de las definiciones más aceptadas es la que propuso Gips en 1987:

"Es una agricultura ecológicamente fundada, económicamente viable y socialmente justa".

— Ecológicamente fundada, ya que se apoya en la ecología y respeta el equilibrio natural,

— económicamente viable, porque la economía de mercado lo exige, y

— socialmente justa y humana porque tiene que proporcionar comida a todo el mundo a unos precios asequibles.

¿Cómo se puede abordar el cambio desde la agricultura convencional que practicamos ahora a esta agricultura alternativa? Frente a la actual, donde, como se ha señalado, se adapta el medio a la planta, **el cambio fundamental es adaptar la planta al medio.**

## Se está estudiando la posibilidad de recuperar escombreras con plantaciones de altramuz.

### IMPORTANCIA DE LAS ROTACIONES EN LA AGRICULTURA SUSTENTABLE

En esta adaptación, las rotaciones cumplen un papel primordial, ya que:

a) Reducen el tiempo que permanece el suelo desnudo, si están bien planteadas, lo que limita la erosión.

b) Contribuyen a mantener la fertilidad del suelo, bien mediante el empleo de especies consideradas mejorantes (como las leguminosas, que son capaces de cubrir parte de sus necesidades de nitrógeno con el atmosférico cuando o en el suelo existe rizobio específico o es aportado mediante inoculación), bien mediante la alternancia de especies con raíces superficiales con otras con sistemas radicales profundos lo que limita la pérdida de nutrientes por lixiviación permitiendo un mayor reciclado de los nutrientes.

c) Limitan el impacto negativo de las plagas y enfermedades, al rotar especies susceptibles con otras inmunes. Este efecto es potenciado al aumentar las diferencias entre las especies cultivadas secuencialmente. Las plagas y enfermedades que se pueden controlar mejor son las que son poco móviles, ya que las que son capaces de desplazarse con facilidad pueden invadir desde campos adyacentes o áreas cercanas.

d) Anulan el efecto depresivo que los residuos de un cultivo tienen sobre su rendimiento al año siguiente (alelopatía). Es posible que las plantas contengan compuestos capaces de inhibir o estimular el crecimiento de otras plantas. La duración del efecto negativo de los restos de un cul-

tivo sobre él mismo depende de la especie a la que pertenezca. Así, mientras en el maíz un año es suficiente para hacerlo desaparecer, la soja —*Glycine max* (L.) Merr.— requiere más de un año. Algunos autores atribuyen el efecto positivo de las leguminosas en las rotaciones a sustancias estimulantes del crecimiento que contendrían sus residuos.

### INTERÉS DE LAS LEGUMINOSAS

Europa es deficitaria en leguminosas de grano, siéndolo también España. Por lo que respecta a la Comunidad gallega, con un alto consumo de piensos debido a su cabaña, la producción de leguminosas es, salvo en judía seca, prácticamente inexistente. Como se ha señalado, la introducción de leguminosas en las rotaciones es muy beneficioso. Por ello nos planteamos estudiar la implantación de algunas en las rotaciones gallegas. Primero estudiamos la soja, concluyendo que podría incluirse en ciertas zonas agroclimáticas (Rodríguez Centrón y col., 1993). Actualmente, y como leguminosa de invierno y previsiblemente con un área de cultivo potencial mayor, hemos comenzado a ensayar con el altramuz (*Lupinus spp.*).

¿Qué nos ha llevado a considerar estas especies como interesantes para el campo gallego? En primer lugar la espontaneidad de algunas especies del género y su capacidad para colonizar, lo que nos indica su perfecta adaptación edafoclimática, particularmente en zonas de muy baja fertilidad, y debido a la tolerancia a los suelos ácidos de la especie. Por otro lado, cuando se observan los nódulos que tienen las plantas espontáneas, sorprende su tamaño y abundancia, y la alta presencia de leghemoglobina en su interior, lo que pone manifiesto la presencia generalizada en los suelos gallegos del rizobio específico para estas especies.

Existen más de 200 especies de altramuces. Las tres especies cultivadas más importantes son *L. albus* (de flor blanca, fotos 1 y 2), *L. angustifolius* (de hoja estrecha y flor azul, foto 4). Las que se encuentran en Galicia, en forma silvestre son las dos últimas. Esto nos indica que, en principio, el cultivo puede implantarse sin grandes problemas en esta Comunidad.

A continuación describiremos el cultivo del altramuz y qué papel podría desempeñar en los sistemas agrícolas de nuestra Comunidad.

### LA PLANTA

El altramuz es una leguminosa con raíz pivotante, que puede alcanzar 1,50 m. de altura, cuyas semillas son muy ricas en energía. Es capaz de fijar nitrógeno atmosférico gracias a las bacterias de *Bradhyrhizobium spp.* (*Lupinus*) y *Rhizobium Loti* que infectan sus raíces, por lo que constituye una buena cabecera de rotación.





**ORIGEN E HISTORIA**

En la cuenca mediterránea, el altramuz blanco lleva cultivándose más de 3.000 años. Comenzó a cultivarse, al parecer, en Egipto, y los griegos y los romanos los extendieron. Entonces se empleaba como forraje y abono verde y, sólo en momentos de escasez, se empleó su semilla para alimentación del hombre.

Aunque en la actualidad *L. mutabilis* (tarwi) no sea una especie agrícola importante debido a su inadaptación a las zonas de clima templado, los incas lo cultivaban. Habían aprendido a eliminar —mediante hervido y remojo— un problema que tienen estas semillas que es su contenido en alcaloides. La presencia de estos compuestos ha supuesto el principal freno a la expansión del cultivo. Hace algo más de medio siglo, en Alemania se obtuvieron las primeras variedades libres de alcaloides de *L. albus*, *L. angustifolius* y *L. luteus*. Posteriormente, se fueron obteniendo variedades de altramuces dulces cada vez más adaptadas a su entorno. Aunque el contenido elevado en alcaloides conlleva problemas en la alimentación animal, estos protegen a las plantas de los ataques de los herbívoros, insectos y microorganismos. Las variedades dulces se encuentran desprotegidas frente a estos ataques, y debe recurrirse al empleo de fitosanitarios para preservarlas. Para la producción de grano, el altramuz ideal sería una variedad de hojas amargas y semilla dulce (se consideran dulces las semillas con un contenido de taninos inferior al 0,05%, amargas las que lo tienen superior al 3%, y semidulces las intermedias).

**SITUACION ACTUAL**

En el mundo se cultivan unos 2 millones de hectáreas de altramuz. Algo más de la mitad de esta superficie se dedica a la producción de grano, mientras que el resto se destina al uso como forraje o como abono verde. La antigua URSS, con aproximadamente 1 millón de ha, Australia con 0,5 y Polonia con cerca de 0,3 son los países que dedican mayor superficie a su cultivo. Australia es el primer país productor de altramuz grano, mientras que la ex Unión Soviética se centra en la producción de forraje.

En España el altramuz cultivado es el blanco. Se llegaron a cultivar 25.000 ha en la década de los 40. Al igual que el de otras leguminosas, el cultivo del altramuz conoció un importante retroceso en las últimas tres décadas. A finales de los años 70, el MAPA potenció la investigación en esta leguminosa debido a su alto contenido en proteínas (ver tabla 1) y a su gran adaptación a las zonas ácidas, proponiendo el altramuz como solución al déficit en proteína vegetal destinada a la alimentación animal, calculándose un área potencial de cultivo, mayoritariamente en la España ácida, de 800.000 ha.



Altramuz amarillo en floración.

Aunque, actualmente, en Galicia no se cultivan altramuces, las fábricas de piensos demuestran interés por estas semillas para usarlos como materia prima. Por ejemplo, Cooperativas Orensanas (CO-REN) cifra sus necesidades en 300-400 tm mensuales.

**EXIGENCIAS DEL CULTIVO**

La ecología del altramuz en el área mediterránea está definida principalmente por tres variables: temperatura en invierno, precipitaciones durante el periodo de crecimiento y tipo de suelo.

**Temperatura:** Existen variedades de invierno y de primavera. Las primeras (Lunoble, Adam,...) son resistentes a las bajas temperaturas y de ciclo largo. Las de primavera (Alban, Lucky,...) son más susceptibles a las heladas y de ciclo más corto. En zonas como la nuestra, donde suele faltar el agua desde finales de primavera hasta finales de agosto, las siembras otoño-invernales se adaptan mejor al régimen de lluvias, por lo que sólo recurriremos a las variedades de primavera en zonas de montaña.

La germinación puede producirse cuando la temperatura del suelo supere los 4 °C. *Lipinus albus* y *L. luteus* sólo toleran heladas ligeras, mientras que *L. angustifolius* es más resistente al frío. La planta alcanza la máxima resistencia al frío cuando tiene 3 ó 4 hojas (estadio de roseta, en que los entrenudos no se han alargado), soportando hasta -6 °C. En general, temperaturas diurnas, comprendidas entre 20 y 25 °C son las más favorables al crecimiento.

Los requerimientos totales de temperatura a lo largo del ciclo se recogen en la tabla 2. Se puede decir que el altramuz de invierno es un cultivo de ciclo largo por el

**Tabla 2  
LONGITUD DEL CICLO DE TRES ESPECIES DE ALTRAMUZ EN FUNCION DE LA TEMPERATURA MEDIA DIARIA ( EN GRADOS CENTIGRADOS)**

Especie	Período del ciclo	
	Siembra-floración	Siembra-maduración
<i>L. angustifolius</i>	1.400	2.400
<i>L. luteus</i>	1.800	2.600
<i>L. albus</i>	2.000	2.800

**Tabla 1  
COMPOSICION DE LAS SEMILLAS DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE ALTRAMUZ (SEGUN JAMBRINA, 1980)**

	<i>L. albus</i>	<i>L. luteus</i>	<i>L. angustifolius</i>
Proteína	30-48*	32-48	30-40
Lisina	4,5-5,0	4,9	4,5
Aceite	10-12	7,0	7,0
Celulosa	11	17	15

\* Los valores se expresan como porcentaje.

elevado número de grados que necesita para completar su ciclo, siendo los de primavera, como ya se expuso, de ciclo corto<sup>1)</sup>.

**Agua:** En Francia se ha estimado que las necesidades totales de agua del altramuz blanco están comprendidas entre 400 y 500 mm para una cosecha de 4.000 kg/ha. El desarrollo de su raíz pivotante confiere al altramuz una cierta resistencia a la sequía cuando se cultiva en suelos profundos. La mayor respuesta al riego se produce después de la floración. La ramifica-

ción y altura de la planta aumenta con la disponibilidad del agua, que también puede incrementar el número de semillas por vaina.

**Suelos:** Este cultivo prefiere los suelos profundos de textura arenosa, con pH ácido-neutro (4,5-7,0), lo que hace innecesario el encalado. Deben drenar bien, ya que la planta es muy sensible al encharcamiento. Estas condiciones las reúne un alto porcentaje del suelo cultivado de Galicia.

## TECNICAS DEL CULTIVO

**Preparación del suelo:** Debido a su sistema radical profundo, se recomienda el uso del subsolador para preparar el terreno. El empleo de herbicidas requiere labores complementarias que dejen el suelo finamente preparado. Además, como es un cultivo de emergencia epigea, hay que evitar la formación de costra. El vibro-cultivador es un apero recomendable.

**Siembra:** Se recomienda sembrar las variedades de invierno en torno al 15 de octubre, para que cuando lleguen las primeras heladas las plantas estén en estadio de roseta, en el que son más resistentes al frío. En esta siembra, la densidad de plantas objetivo será de 20 plantas/m<sup>2</sup>.

Es preciso sembrar las variedades de primavera entre el 20 de febrero y el 10 de marzo. En este caso, la densidad objetivo será de 50 plantas/m<sup>2</sup>.

La siembra se suele realizar con sembradora de chorrillo, empleando distancias entre líneas comprendidas entre 30 (primavera) y 60 (otoño) cm, y en general, a una profundidad no superior a 3 cm.

**Recolección:** La cosecha mecanizada no suele presentar problemas en *L. albus*, ya que es una especie con bastante resistencia al encamado y con vainas poco dehiscentes. Se pueden emplear cosechadoras de cereales con ligeras modificaciones. La fecha de recolección es tardía, cuando se compara con otros cultivos de invierno como guisante proteaginoso o cereales. Debe realizarse en septiembre.

**Fertilización:** Cuando el altramuz está bien nodulado (lo que no debe ser problemático en esta Comunidad) no requiere abono nitrogenado alguno para alcanzar elevados rendimientos. Si incorporamos los residuos del cultivo al suelo, sólo necesitamos reponer, mediante abonado, el fósforo y el potasio que contienen las semillas para que el suelo no se empobrezca. Para esto, basta aportar entre 60-80 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y de K<sub>2</sub>O para un rendimiento comprendido entre 3.000 y 4.000 kg/ha.

**Fitosanitarios:** Debido a su lentitud para cubrir el suelo, es recomendable emplear herbicidas. En presiembras se recomienda la benfluralina. Los de preemergencia actúan mejor cuando la superficie del suelo no está seca. Entre estos productos cabe destacar la trifluralina y el clortolu-



Altramuz azul (de hoja estrecha) en floración.

rón. En cuanto a los de postemergencia, son poco eficaces contra dicotiledóneas.

## PERSPECTIVAS

Trabajos realizados en el C.I.A. de Mabeigondo (Coruña) con *L. albus* (Multolupa) y *L. luteus* (Tremosilla) han mostrado que estas especies pueden constituir una alternativa forrajera de invierno interesante en las zonas costeras de Galicia. Podrían proporcionar niveles de producción, digestibilidad y proteína similares, y en algunos casos superiores, a los de otros forrajes de invierno como el centeno y la veza-avena. Con siembras tempranas (finales de septiembre) se obtuvieron producciones de 8,5 tm/ha de forraje verde (18% de materia seca con un 21% de proteína y 83% de digestibilidad) en un corte realizado a finales de enero. Cortando a finales de abril, se recogieron 30 tm/ha de forraje verde (14% de materia seca con un 17% de proteína y 80% de digestibilidad).

Respecto a la producción de semilla de *L. albus*, es posible que se puedan alcanzar rendimientos superiores a los 4.000 kg/ha en zonas de Galicia con suelos profundos. Los ensayos realizados en Mabeigondo en el año agrícola 1992-1993 son alentadores, ya que tanto las siembras otoñales (Lunoble, Adam) como las de primavera (Lublanc, Lutop, Lucky y Alban) produjeron unos 3.000 kg/ha. Los rendimientos equivalentes obtenidos con las dos fechas de siembra son debidos, probablemente a la profundidad de los suelos de la finca y, sobre todo, a que este verano fue especialmente lluvioso. También hay que señalar la ausencia de plagas y enfermedades. Tampoco hubo encamado, y al estar la vaina por encima de 10 cm, se facilitó la recolección mecánica. Es conveniente confirmar estos resultados en otras localidades y años, pero se puede considerar que el altramuz es un cultivo de interés en ciertas zonas gallegas.

En zonas marginales del interior de Galicia, donde se cultiva centeno en rotación de año y vez, se podría plantear sembrar *L. albus* en vez de dejar el suelo en barbecho después del centeno. No se han realizado ensayos al respecto, pero es probable que

el rendimiento del centeno fuese superior al obtenido en la rotación tradicional debido al efecto beneficioso de la leguminosa.

Para recuperar progresivamente los suelos de escombreras de minas de lignito (caso de Puentes de García Rodríguez, en Coruña) se está estudiando la posibilidad de utilizar altramuces inoculados y abonados con fosfato y potasio. Progresivamente, esta especie podría dejar paso a otras más exigentes.

Parece claro, entonces, que esta planta puede adaptarse a distintos entornos del agro gallego, permitiendo disminuir el tradicional déficit de proteínas, reducir los costes por aplicación de insumos y diversificar los cultivos, con las ventajas que de ello se derivan. Es decir, avanzar en el sentido que marca la agricultura sustentable.

## BIBLIOGRAFIA

- Anuario de Estadística Agraria. 1989 y 1990. MAPA.
- Belteky, B. y Kovacs, I. 1984. "Lupin: The new break". Panagri Ltd., Bradford-on-Avon.
- Boletín Mensual de Estadística. Agosto-Septiembre 1992. MAPA.
- Bullock, D.G. 1992. Crop rotation. Critical reviews in plant sciences, 11 (4): 309-326.
- Cubero, J.I. y Moreno, M.T. (eds.). 1983. "Leguminosas de grano". Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Domínguez Vivancos, A. 1989. "Tratado de fertilización". Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Guerrero, A. 1987. "Cultivos herbáceos extensivos". Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Jambrina, J.L. 1983. En: Cubero, J.I. y Moreno, M.T. (eds.). 1983. "Leguminosas de grano". Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Leguminosas de grano. 1992. "I jornadas técnicas sobre leguminosas de grano". E.U.P.A. Palencia. Universidad de Valladolid.
- López Bellido, L. 1988. El papel de las leguminosas en la agricultura de secano. El Campo 108: 7-12.
- López-Bellido, L. y Fuentes, M. 1991. "El altramuz". MAPA.
- Metcalfe, D.S. y Elkins, D.M. 1980. "Crop production: principles and practices". Macmillan Publishing Co., Nueva York.
- Minguez, M.I. 1988. La inoculación de Rhizobium a las leguminosas. El Campo 108: 28-32.
- Plancquaert, Ph. 1988. "Le lupin blanc". I.T.C.F.
- Rodríguez Centrón, A., García Calvo, L., Hernández-Nistal, J. y Sau Sau, F. 1993. La soja en Galicia ¿una alternativa a los cultivos tradicionales? Agricultura 727: 136-139.
- Summerfield, R.J. y Roberts, E.H. (eds.). 1985. "Grain legume crops". Collins, Londres.
- Waffelaert, A.M. y Welcker, C. (ed.). 1991. Recueil des fiches, pratiques sur la culture du lupin. UNIP-INRA, Lusignan.

(1) Actualmente, la duración de los cultivos se mide en grados centígrados (sumatorio térmico). Para más información véase El Campo (1993) 127:107-127.

**Agradecimientos:** Los autores desean agradecer a la Dra. Elvira Díaz Vizcaino la ayuda prestada.