

EFFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA EN EL CRECIMIENTO, PRODUCCIÓN Y COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DEL ALTRAMUZ BLANCO

J. Ordovás, A.J. Sánchez-Margalet, M.T. Moreno

Dpto. Ciencias Agroforestales. E.U.I.T.A., Universidad de Sevilla, Ctra. Utrera km 1, 41013 Sevilla, España

RESUMEN

Se estudió el efecto de la fecha de siembra de *L. albus* cv. Multolupa sobre el crecimiento, producción y componentes de la producción, en cultivo de secano, en la provincia de Sevilla, durante tres años. El retraso en la siembra provocó una reducción en la producción de paja y de grano, pero no se encontraron diferencias significativas en el índice de cosecha entre las diferentes fechas de siembra. El número de vainas por planta era el componente del rendimiento que más decrecía con el retraso en la fecha de siembra, seguido del peso de las semillas. Sin embargo, el número de semillas por vaina disminuía muy poco con el retraso en la siembra. Estas reducciones en la producción y en los componentes del rendimiento fueron más acusadas cuanto mayores fueron los déficit hídricos primaverales. El adelanto de la fecha de siembra a las primeras lluvias otoñales se mostró como la mejor estrategia para obtener unas producciones aceptables.

Palabras clave: *Lupinus albus*, Secano, Producción de grano, Índice de cosecha.

SUMMARY

EFFECT OF SOWING DATE ON GROWTH, YIELD AND YIELD COMPONENTS OF WHITE LUPIN

A three-year study on the effects of four sowing dates on growth, yield and yield components of *L. albus* cv. Multolupa was carried out on rainfed plots in Seville province. Results showed that the delay in the sowing reduced straw and grain production. Harvest index was not affected by sowing date. Number of pods per plant decreased more than seed weight and number of seeds per pod. The decreases in yield and yield components observed with the delay of sowing dates were due to water stress during the spring. Therefore, to obtain acceptable yield it is necessary that the sowing time occurs earlier of the autumn rainfall.

Key words: *Lupinus albus*, Rainfed areas, Grain yield, Harvest index.

Introducción

El cultivo del altramuz dulce se ha citado como un posible componente de las alternativas de los secanos de suelo ácido de la

cuenca mediterránea. El interés por esta fuente proteica puede aumentar con la crisis que la Encefalopatía Espongiforme Bovina (EEB) ha provocado en el sector de la alimentación animal y con la mayor preocupa-

ción medio ambiental, que tiende a favorecer una agricultura más sostenible. El altramuz se manifiesta como una planta con muy bajos requerimientos de abonado y alta capacidad de crecer en suelos pobres (ORDOVÁS *et al.*, 1988). Estudios preliminares de LÓPEZ-BELLIDO y FUENTES (1990) han reflejado que la especie *L. albus* L., es la que presenta un mejor comportamiento en las condiciones del suroeste español.

La influencia de la fecha de siembra en la producción ha sido ampliamente estudiada en *L. angustifolius* L. en Australia y Nueva Zelanda (FARRINGTON, 1974; GOULDEN, 1976; WALTON, 1976; GARSIDE, 1979; BOUNDY *et al.*, 1982). En nuestras condiciones, LÓPEZ-BELLIDO *et al.* (1994) han demostrado la ventaja de las siembras otoñales sobre las invernales. Existen, sin embargo, muy pocos estudios que cuantifiquen la influencia del retraso de la siembra en la producción. Con este trabajo se pretende aumentar dicha información.

Material y métodos

Las experiencias se llevaron a cabo en parcelas de secano en Villamanrique de la Condesa en el año agrícola 1985/86, en Castilblanco de los Arroyos en el 86/87 y en Real de la Jara en el 88/89 (Ensayos 1, 2 y

3), todos ellos en la provincia de Sevilla. El suelo del Ensayo 1 era una arena podzólica sobre un pseudogley; el del Ensayo 2, una tierra parda mediterránea sobre granito y el del Ensayo 3, una tierra parda mediterránea sobre pizarra (C.E.B.A.C., 1962).

En cada ensayo se estudiaron cuatro fechas de siembra (cuadro 1). Los datos de temperatura y lluvia durante las estaciones de crecimiento se muestran en la figura 1. El diseño de cada experiencia fue en bloques al azar con cuatro repeticiones. Cada parcela elemental tenía doce líneas de 8 m de largo con un espaciamiento entre líneas de 50 cm. Los ensayos se sembraron manualmente con *L. albus* L. cv. Multolupa con una densidad de 30 semillas/m². Inmediatamente después de la siembra, se aplicó alacloro+linuron a una dosis de 2 y 1 kg/ha de materia activa, respectivamente.

De cada parcela, se tomaron al azar muestras formadas por cinco plantas a lo largo del período de crecimiento. El área foliar de las muestras se midió con un Delta-T Area Meter y la materia seca para los diferentes órganos de la planta se determinó por desecación en estufa a 80 °C hasta peso constante. En la madurez, se tomaron de cada parcela 30 plantas al azar para analizar la producción de grano y paja por planta, los componentes del rendimiento y el índice de cosecha. El centro de la parcela (6 x 4 m) fue recolectado, trillado y pesado para determinar la producción.

Cuadro 1. Fechas de siembra
Table 1. Sowing dates

Año	Fecha de siembra			
	1	2	3	4
85/86	28 Oct.	19 Nov.	17 Dic.	14 Ene.
86/87	28 Oct.	25 Nov.	13 Dic.	19 Ene.
88/89	31 Oct.	14 Nov.	28 Nov.	19 Dic.

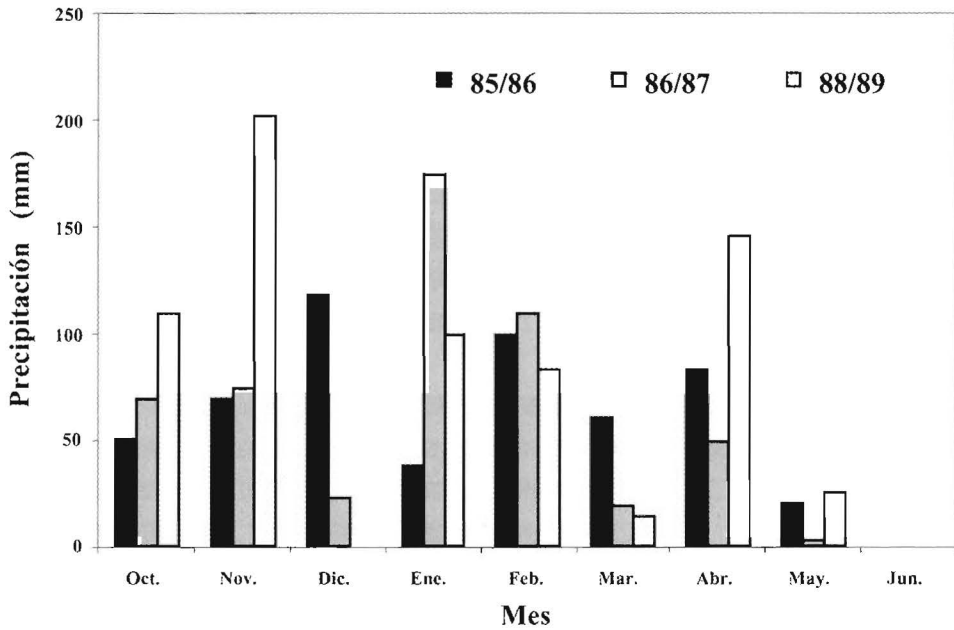
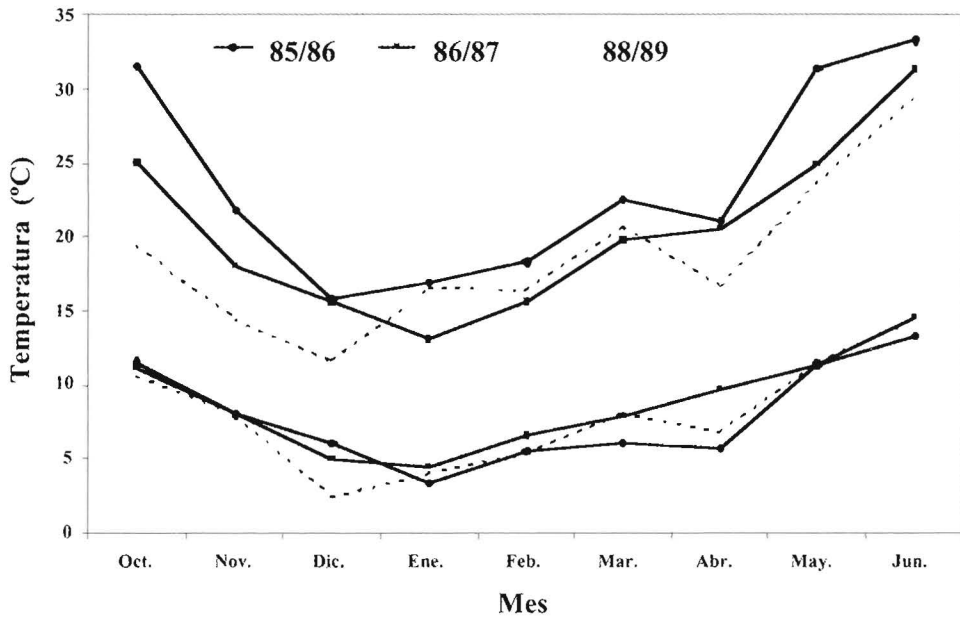


Figura 1. Temperaturas medias mensuales de máximas y mínimas y precipitación mensual durante el periodo de cultivo.

Figure 1. Monthly mean of maximum and minimum air temperatures and monthly rainfall during the growing season.

La estructura y ramificación del altramuz seguía la descripción de Perry y Poole (1975) con inflorescencias laterales apicales. La secuencia de inflorescencias son descritas como MS (tallo principal), L1 (inflorescencias laterales de primer orden) y L2 (inflorescencias laterales de segundo orden).

cia de las mayores temperaturas del suelo, lo que redujo la susceptibilidad de las plántulas a los daños causados por *Forbia sp.* y por hongos de los semilleros. Estos daños provocaron una muerte importante de plántulas en la 3ª y en la 4ª siembra del Ensayo 1 (cuadro 2). El período desde emergencia hasta floración y la duración del período de floración decrecía con el retraso en la siembra. El número de nudos, tanto en el tallo principal como en los brotes laterales, fue menor a medida que se retraso la siembra (datos no mostrados). El retraso en la siembra provocó, asimismo, una reducción en el número de pisos laterales. La madurez de las plantas se inició con una progresiva senescencia y

Resultados

Estados de desarrollo

La emergencia fue más rápida en las primeras siembras (figura 2) como consecuen-

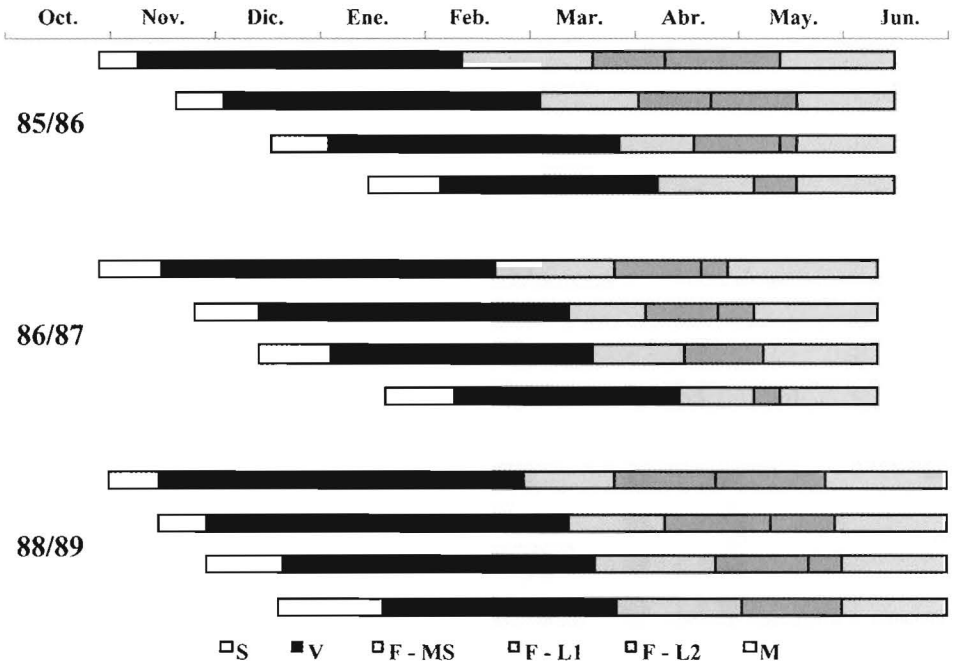


Figura 2. Duración de los estados de desarrollo. S: de siembra a emergencia; V: de emergencia a floración; F-MS: floración del tallo principal; F-L1: floración de los tallos laterales de primer orden; F-L2: floración de los tallos laterales de segundo orden; M: de floración a maduración.
 Figure 2. Duration of developmental stages. S: sowing to emergence; V: emergence to flowering; F-MS: flowering of the main stem; F-L1: flowering of the first order lateral; F-L2: flowering of the second order lateral; M: flowering to maturity.

Cuadro 2. Densidad de plantas en maduración (plantas/m²)
Table 2. Plant density at maturity (plants/m²)

Año	Fecha de siembra			
	1	2	3	4
85/86	23,3 a	21,6 a	17,2 b	13,4 c
86/87	22,8 a	23,8 a	23,8 a	21,7 a
88/89	20,0 b	24,4 a	25,9 a	26,5 a

Para cada año, las medias seguidas de la misma letra no difieren significativamente según el test de Tukey ($P < 0,05$).

For each year, means followed by the same letter are not significantly different according to Tukey's test ($P < 0.05$).

caídas de hojas y una gradual desecación del cultivo. La madurez se produjo de forma casi simultánea en las cuatro fechas de siembra, como consecuencia de las altas temperaturas y de los fuertes déficits hídricos.

El modelo de desarrollo fue similar en los tres ensayos, semejante al obtenido en otras experiencias (ORDOVÁS *et al.*, 1988) o al señalado para otros cultivares de altramuz (PERRY, 1975; GREENWOOD *et al.*, 1975). Por ello, sólo hemos recogido los resultados del Ensayo 2, en el que las plantas mostraron un menor crecimiento como consecuencia de las bajas precipitaciones primaverales. La evolución de la materia seca acumulada en la parte aérea para las cuatro fechas de siembra, dividida en la correspondiente a órganos vegetativos y a reproductores, se muestra en la figura 3. El modelo de desarrollo se caracterizó por un lento crecimiento hasta la floración en que se inició un fuerte incremento de éste, con la consiguiente competencia entre órganos vegetativos y reproductores. El peso de las vainas se incrementó muy lentamente después del cuajado, produciéndose una rápida acumulación de materia seca y crecimiento del

fruto casi simultáneamente para todas las fechas de siembra y pisos de floración, en el último mes del desarrollo del cultivo.

La cobertura del suelo fue muy pequeña mientras las plantas permanecían en estado de roseta, iniciándose un fuerte incremento del índice de área foliar (IAF) al comienzo de la floración (cuadro 3). En este ensayo solamente se alcanzó una cobertura total del terreno para las dos primeras fechas de siembra, al inicio del período de crecimiento rápido del fruto. Posteriormente, durante el período de llenado del fruto, el fuerte déficit hídrico provocó una disminución del IAF.

Rendimiento y producción por planta

La producción disminuyó siempre a medida que se retrasaba la fecha de siembra (figura 4). Este descenso fue muy acentuado entre la 2^a y 3^a fecha de siembra en el Ensayo 1, como consecuencia en parte de los problemas fitosanitarios que afectaron a las dos últimas fechas de siembra de este ensayo. Las diferencias en producción fueron estadísticamente significativas ($P < 0,05$)

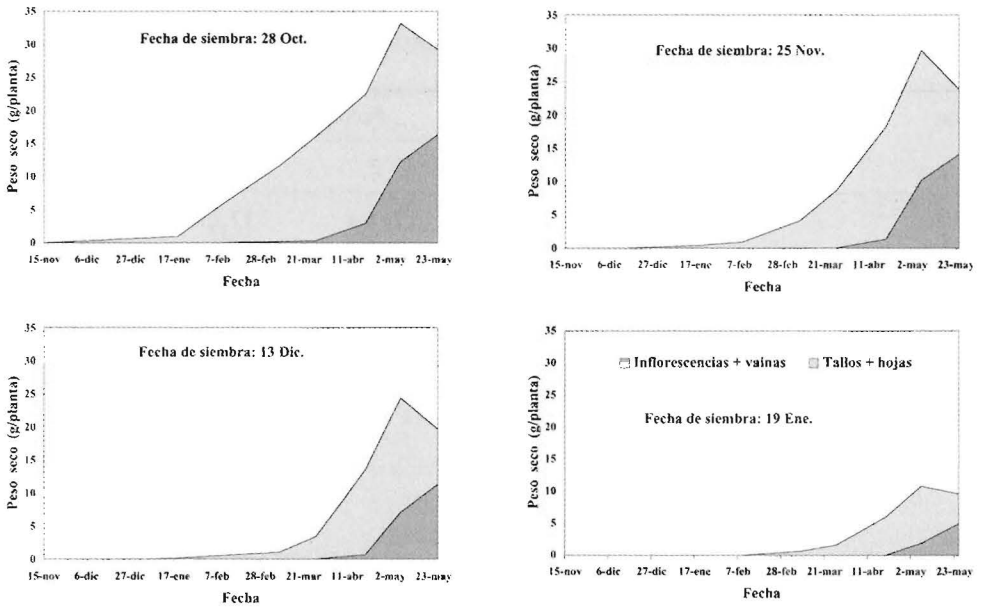


Figura 3. Evolución de la materia seca acumulada en el altramuz en las cuatro fechas de siembra del Ensayo 2, dividida en parte vegetativa (tallos y hojas) y en parte reproductiva (inflorescencias y vainas).
 Figure 3. Evolution of dry matter accumulation in lupin sown at four sowing dates (trial 2) with partition in vegetative parts (stem and leaves) and in reproductive parts (flowers and pods).

Cuadro 3. Evolución del índice de área foliar en el ensayo 86/87
 Table 3. Evolution of Leaf Area Index in trial 86/87

Fecha	Fecha de siembra			
	28 Oct.	25 Nov.	13 Dic.	19 Ene.
19 Ene.	0,2 a	0,1 b	–	–
9 Feb.	0,9 a	0,2 b	0,1 b	–
9 Mar.	2,0 a	0,9 b	0,3 c	0,1 c
27 Mar.	3,5 a	2,1 b	0,9 c	0,4 c
20 Abr.	4,0 a	3,9 ab	3,0 b	1,4 c
7 May.	3,2 a	3,1 a	2,7 a	2,0 b

Para cada fila, las medias seguidas de la misma letra no difieren significativamente según el test de Tukey ($P < 0,05$).

For each row, means followed by the same letter are not significantly different according to Tukey's test ($P < 0,05$).

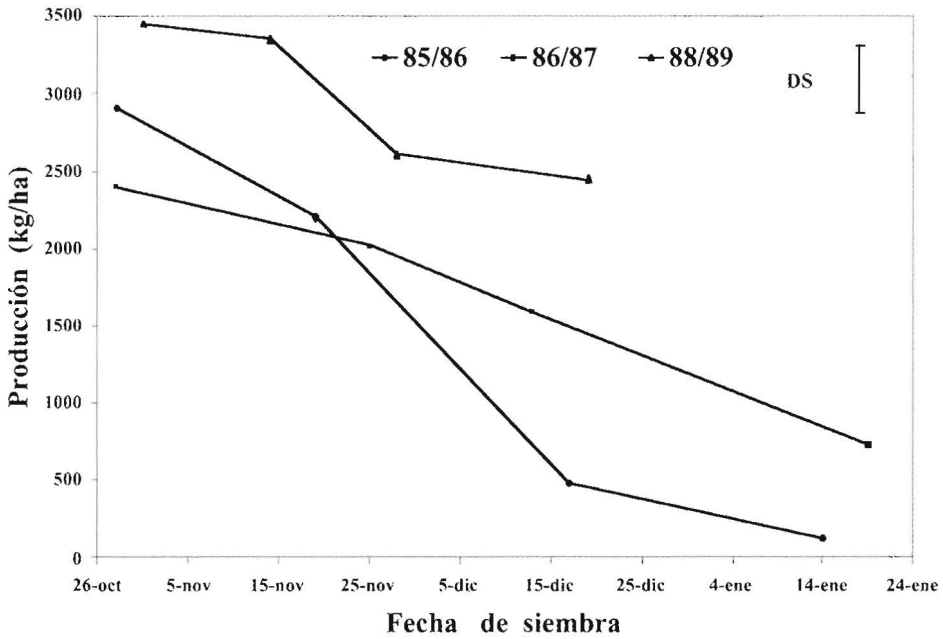


Figura 4. Efecto de las fechas de siembra en la producción de grano. La barra vertical representa la diferencia significativa (DS) según el test de Tukey ($P < 0,05$).

Figure 4. Effect of sowing dates on the grain yield. Vertical line represent the significant difference (DS) according to Tukey test ($P < 0.05$).

entre la 1ª y 2ª fecha de siembra y entre la 3ª y 4ª fecha de siembra en los Ensayos 1 y 2, pero no en el Ensayo 3. En todos los ensayos, las dos primeras fechas de siembra producían más que las dos últimas de forma estadísticamente significativa ($P < 0,05$).

Al retrasarse la siembra, tanto la producción del tallo principal como la de los brotes laterales disminuyó (figura 5), aunque este descenso fue mucho más acusado en estos últimos. Por ello, la contribución del tallo principal a la producción final aumentó con el retraso en la siembra hasta llegar a constituir el 100% de la misma para las siembras de Enero. La contribución a la producción de los brotes laterales de segundo orden fue muy pequeña siempre, mientras que la contribución de los brotes latera-

les de primer orden fue muy variable. En condiciones de primavera lluviosa (Ensayo 3) variaba del 44,2% para la primera fecha de siembra hasta el 30,8% para la última fecha. Sin embargo, cuando el cultivo se vio sometido a déficit hídricos importantes, como los que se produjeron en el Ensayo 1 debidos a la bajísima capacidad de retención de agua de la arena, o en el Ensayo 2, por las pocas lluvias de primavera, su descenso con el retraso de la siembra fue mucho más acusado, de un 48% en la 1ª siembra del ensayo 1 al 3% en la 3ª siembra, y del 34% para la 1ª siembra al 23% en la 3ª siembra en el Ensayo 2. Las diferencias de producción en el tallo principal fueron estadísticamente significativas ($P < 0,05$) entre todas las fechas de siembra en el

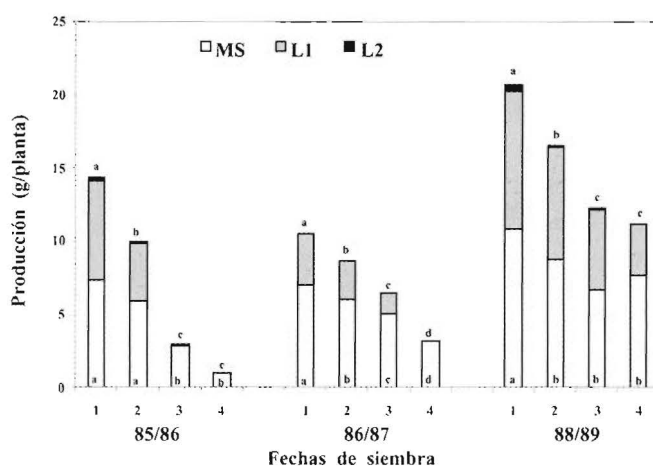


Figura 5. Producción de grano por planta y por secuencia de inflorescencias (MS: tallo principal; L1: tallos laterales de primer orden; L2: tallos laterales de segundo orden) para las cuatro fechas de siembra en los tres ensayos. Dentro de cada ensayo, las columnas con la misma letra no diferían significativamente según el test Tukey ($P < 0,05$) en la producción de grano por planta (letras sobre las columnas) o en la producción de grano sobre el tallo principal (letras abajo, dentro de la columna).

Figure 5. Grain yield per plant and per inflorescence sequence (MS: main stem; L1: first order lateral; L2: second order lateral) for the four sowing dates in each trial. Within each trial, bars with the same letter did not differ significantly according to Tukey's test ($P < 0.05$) in the grain yield per plant (letter top the bar) or in the grain yield on the main stem (letter bottom, inside the bar).

Ensayo 2. En el Ensayo 3 sólo lo fue comparando la primera fecha con todas las demás pero no entre éstas. En el Ensayo 1 hubo diferencias entre las dos primeras y las dos últimas.

La producción de paja por planta (cuadro 4) seguía las mismas directrices que la producción de grano, y por consiguiente, no se hallaron diferencias estadísticamente significativas en el índice de cosecha (IC) (cuadro 5).

Cuadro 4. Peso seco de la paja (g/planta)
Table 4. Straw dry weight (g/plant)

Ensayo	Fecha de siembra			
	1	2	3	4
1	22,8 a	13,0 b	4,8 c	2,1 c
2	16,4 a	12,0 b	8,5 bc	5,0 c
3	30,1 a	23,6 b	17,4 c	13,6 c

Para cada año, las medias seguidas de la misma letra no difieren significativamente según el test de Tukey ($P < 0,05$).

For each year, means followed by the same letter are not significantly different according to Tukey's test ($P < 0.05$).

Cuadro 5. Índice de cosecha
Table 5. Harvest index

Ensayo	Fecha de siembra			
	1	2	3	4
1	0,24 ns	0,28 ns	0,23 ns	0,18 ns
2	0,24 ns	0,27 ns	0,28 ns	0,24 ns
3	0,26 ns	0,26 ns	0,27 ns	0,29 ns

Componentes del rendimiento

En general, el retraso en la siembra provocó una reducción en el número de vainas por planta, tanto en el tallo principal como en los brotes laterales (figura 6). En el tallo

principal no hubo diferencias significativas en el número de vainas entre las dos primeras fechas de siembra, pero si las hubo entre éstas y las dos últimas. En los brotes laterales de primer orden las diferencias variaron entre los ensayos.

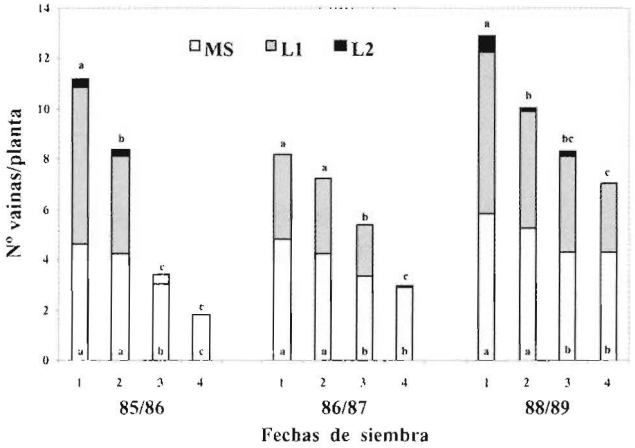


Figura 6. Número de vainas por planta y por secuencia de inflorescencias (MS: tallo principal; L1: tallos laterales de primer orden; L2: tallos laterales de segundo orden) para las cuatro fechas de siembra en los tres ensayos. Dentro de cada ensayo, las columnas con la misma letra no diferían significativamente según el test Tukey ($P < 0,05$) en el número de vainas por planta o en el número de vainas sobre L1 (letras sobre las columnas) o en el número de vainas sobre el tallo principal (letras abajo, dentro de la columna).

Figure 6. Number of pods per plant and per inflorescence se-quence (MS: main stem; L1: first order lateral; L2: second order lateral) for the four sowing dates in each trial. Within each trial, bars with the same letter did not differ significantly according to Tukey's test ($P < 0.05$) in the number of pods per plant and in the number of pods on the first order lateral (letter top the bar) or in the number of pods on the main stem (let-ter bottom, inside the bar).

El número de semillas por vaina (cuadro 6) era un parámetro mucho más estable; no había diferencias estadísticamente significativas en el número de granos existentes en las vainas de los brotes laterales en las diferentes fechas, aunque sí entre el número de semillas de los brotes laterales y del tallo principal. En el tallo principal, en el Ensayo 1, hubo más granos en las dos primeras fechas que en las dos últimas y en el Ensayo 2, al revés. En el Ensayo 3 el menor número de semillas en las vainas del tallo principal se encontraron en la segunda y tercera fecha de siembra, mientras que la primera y la última tuvieron una mayor granazón.

El peso de las semillas (cuadro 7) era un parámetro más sensible a la fecha de siembra que el número de semillas por vaina, aunque no tanto como el número de vainas por planta. El retraso en la siembra inducía un peor llenado del grano y, por consiguiente, semillas más pequeñas. Este efecto fue mucho más acusado en los Ensayos 1 y 2,

que se vieron sometidos a fuertes déficit hídricos, que en el Ensayo 3, donde aquellos fueron menores. También existían diferencias significativas ($P < 0,05$) en el peso de las semillas entre los distintos ordenes, las semillas del tallo principal eran siempre mayores que las de los brotes laterales.

Discusión y conclusiones

El suelo del Ensayo 1 estaba constituido por una arena con muy baja capacidad de almacenamiento de agua, situada sobre un estrato arcilloso impermeable. En este suelo, las siembras tempranas debieron desarrollar un sistema de raíces profundo durante los meses de baja demanda evapotranspirativa, lo que pudo permitir, en primavera, aprovechar el agua del subsuelo. Sin embargo, las últimas fechas de siembra pudieron verse sometidas a la fuerte demanda evapotranspi-

Cuadro 6. Número de semillas por vaina
Table 6. Number of seeds per pod

Ensayo	Secuencia de la inflorescencia ¹	Fecha de siembra ²			
		1	2	3	4
1	MS	3,76 a	3,78 a	3,08 ab	2,56 b
	L1	2,86 a	2,92 a	–	–
2	MS	3,28 b	3,66 ab	4,12 a	4,07 a
	L1	2,93 a	2,96 a	2,55 a	–
3	MS	3,86 a	3,38 b	3,38 b	3,89 a
	L1	3,27 a	3,47 a	3,17 a	3,05 a

¹ MS = Tallo principal; L1 = Tallos laterales de primer orden.

¹ MS = Main stem; L1 = First order lateral.

² Para cada fila, las medias seguidas de la misma letra no difieren significativamente según el test de Tukey ($P < 0,05$).

² For each row, means followed by the same letter are not significantly different according to Tukey's test ($P < 0.05$).

Cuadro 7. Peso de las semillas (g/semilla)
 Table 7. Seed weight (g/seed)

Ensayo	Secuencia de la inflorescencia ¹	Fecha de siembra ²			
		1	2	3	4
1	MS	0,41 a	0,38 b	0,30 c	0,23 d
	L1	0,42 a	0,31 b	–	–
2	MS	0,47 a	0,40 b	0,39 b	0,30 c
	L1	0,38 a	0,31 b	0,29 b	–
3	MS	0,53 a	0,52 a	0,48 b	0,46 b
	L1	0,47 a	0,48 a	0,44 ab	0,43 b

¹ MS = Tallo principal; L1 = Tallos laterales de primer orden.

¹ MS = Main stem; L1 = First order lateral.

² Para cada fila, las medias seguidas de la misma letra no difieren significativamente según el test de Tukey ($P < 0,05$).

² For each row, means followed by the same letter are not significantly different according to Tukey's test ($P < 0,05$).

rativa primaveral con un sistema radical más somero que no pudiera captar ese agua. La diferencia en desarrollo existente entre las primeras y las últimas fechas de siembra se fue acentuando a lo largo del tiempo, quizás atribuido a que las siembras tardías estaban sometidas a mayores déficit hídricos que las siembras tempranas y, por ello, la reducción en la producción con el retraso en la fecha de siembra fue muy acusada en este ensayo.

En general, al retrasarse la fecha de siembra el altramuz tiene un menor desarrollo estructural, un menor número de secuencias de brotes laterales y menos inflorescencias, consecuencia de su desarrollo indeterminado, que hace que el altramuz siga creciendo y fructificando mientras las condiciones medioambientales le son favorables. El número de vainas por planta era el componente del rendimiento que más decrecía a medida que se retrasaba la siembra. Sin embargo, esta reducción no se debía exclusivamente al menor desarrollo estructural del altramuz tardío, ya que, tanto en las siem-

bras tardías como en las tempranas, la producción se centraba en el tallo principal y en los brotes laterales de primer orden, contribuyendo muy poco o nada a la cosecha total las inflorescencias del segundo y del tercer orden lateral. La competencia entre inflorescencias y brotes, así como los déficit hídricos, que han sido estudiados por diversos autores (GREENWOOD *et al.*, 1975; WITHERS, 1979; WITHERS y FORDE, 1979 a,b; FARRINGTON y PATE, 1981; PATE y FARRINGTON, 1981) explicarían esta reducción en el número de vainas por planta.

El otro componente del rendimiento que más decrecía con el retraso en la fecha de siembra era el peso de las semillas. El crecimiento del fruto y el llenado de las semillas ha sido estudiado en numerosos trabajos (GREENWOOD *et al.*, 1975; FARRINGTON, 1976; WITHERS y FORDE, 1979b; PATE *et al.*, 1980), comprobándose que éste se realizaba casi simultáneamente para todas las inflorescencias, con una fuerte competencia entre ellas por los asimilados. Asimismo, se ha com-

probado como las reservas de carbono contribuyen poco a la producción y que prácticamente todo el C de las semillas procede de la fotosíntesis que se realiza en el período del llenado rápido del fruto. Por ello, éste es muy sensible a las condiciones ambientales del período de madurez, especialmente a los déficit hídricos (WITHERS, 1979; WITHERS y FORDE, 1979a). Las diferencias en el tamaño de las semillas entre los diferentes ensayos, en nuestro caso, estaría de acuerdo con tales aseveraciones.

Al inicio de la primavera, las condiciones ambientales para el desarrollo del cultivo suelen ser adecuadas, al ser suficientemente alta la temperatura y mantenerse aún elevado el contenido de humedad del suelo. En esta época, excepto para las siembras tempranas, el altramuz posee un IAF muy reducido y por ello su crecimiento queda limitado por esta baja captación luminosa. Posteriormente, el contenido de humedad del suelo suele ser muy bajo siendo el principal factor limitante.

Como resumen, podemos concluir que la menor producción a medida que se retrasa la fecha de siembra puede atribuirse a una menor estación de floración (menos vainas y un período más corto para el llenado del grano), y a que ésta se va desarrollando en condiciones más adversas a medida que va pasando el tiempo. El adelanto de la fecha de siembra a las primeras lluvias otoñales se presenta como la mejor estrategia para mantener unas producciones aceptables escapando a los fuertes déficit hídricos.

Bibliografía

- BOUNDY K.A., REEVES T.G., BROOKE H.D., 1982. Growth and yield studies of *Lupinus angustifolius* and *L. albus* in Victoria. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb., 22, 76-82.
- C.E.B.A.C. (Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto), 1962. Estudio Agrobiológico de la Provincia de Sevilla. Publicaciones de la Excm. Diputación Provincial de Sevilla. Sevilla, 173 pp.
- FARRINGTON P., 1974. Effect of planting time on growth and seed yield of lupins, peas and vetches on the Swan Coastal Plain, Western Australia. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb., 14, 539-546.
- FARRINGTON P., 1976. Fruit development and associated changes in the distribution of dry weight and nitrogen in *Lupinus angustifolius* cv. Uniharvest and *L. consentinii* selection CB12. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb., 16, 387-393.
- FARRINGTON P., PATE J.S., 1981. Fruit set in *Lupinus angustifolius* cv. Unicrop. I. Phenology and growth during flowering and early fruiting. Aust. J. Plant Physiol., 8, 293-305.
- GARSDALE A.L., 1979. Effect of sowing time on the development, yield components of some cultivars of *Lupinus angustifolius* and *Lupinus luteus* in northern Tasmania. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb., 19, 64-71.
- GOULDEN D.S., 1976. Effect of sowing rate and sowing date on lupin seed yield. N. Z. J. Exp. Agric., 4, 181-184.
- GREENWOOD E.A.N., FARRINGTON P., BERESFORD J.D., 1975. Characteristics of the canopy, root system and grain yield of a crop of *Lupinus angustifolius* cv. Unicrop. Aust. J. Agric. Res., 26, 497-510.
- LÓPEZ-BELLIDO L., FUENTES M., 1990. Growth, yield and yield components of lupin cultivars. Agron. J., 82, 1050-1056.
- LÓPEZ-BELLIDO L., FUENTES M., LHAMBY J.C.B., CASTILLO J.E., 1994. Growth and yield of white lupin (*Lupinus albus*) under Mediterranean conditions, effect of sowing date. Field Crops Res., 36, 87-94.
- ORDOVÁS J., ORTEGA M.C., AGUILAR N., ROMERO J.L., 1988. Efecto del abonado fosfopotásico en la nutrición de *Lupinus albus* cv. Multolupa. ITEA, 79, 17-27.
- PATE J.S., FARRINGTON P., 1981. Fruit set in *Lupinus angustifolius* cv. Unicrop. II. Assimilate flow during flowering and early fruiting. Aust. J. Plant Physiol., 8, 307-318.
- PATE J.S., ATKINS C.A., PERRY M.W., 1980. Significance of photosynthate produced at different stages of growth as carbon source for fruit filling and seed

- reserve accumulation in *L. angustifolius*. Aust. J. Plant Physiol., 7, 283-297.
- PERRY M.W., 1975. Field environment studies on lupins. II. The effects of time of planting on dry matter partition and yield components of *Lupinus angustifolius* L. Aust. J. Agric. Res., 26, 809-818.
- PERRY M.W., POOLE M.L., 1975. Field environment studies on lupins. I. Developmental patterns in *Lupinus angustifolius* L, the effects of cultivar, site and planting time. Aust. J. Agric. Res., 26, 81-91.
- WALTON G.H., 1976. Agronomic studies on *Lupinus angustifolius* in Western Australia, effect of cultivar, time of sowing and plant density on seed yield. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb., 16, 893-904.
- WITHERS N.J., 1979. Effects of water stress on *Lupinus albus*. II. Response of seed yield to water stress during a single growth stage at two humidity levels. N. Z. J. Agric. Res., 22, 455-461.
- WITHERS N.J., FORDE B.J., 1979a. Effects of water stress on *Lupinus albus*. III. Response of seed yield and vegetative growth to water stress imposed during two or three growth stages. N. Z. J. Agric. Res., 22, 463-474.
- WITHERS N.J., FORDE B.J., 1979b. Translocation of ^{14}C in *Lupinus albus*. N. Z. J. Agric. Res., 22, 561-569.

(Aceptado para su publicación el 13 de marzo de 2002)