

Tres cultivos para aprovechamiento energético

por: Gil Amores A.*, Vázquez Cobo A.**, Dorado M.P.***

Estudio de la productividad de *Brassica carinata*, *Brassica napus* y *Sinapis alba*, para su uso como biocombustible.

Nuevos cultivos para secano

Producciones no alimentarias

INTRODUCCIÓN

En zonas de clima mediterráneo, los cultivos de mayor interés son aquellos cuyo ciclo coincide con la estación de lluvias y que, por consiguiente, escapan al periodo de sequía estival.

Las especies oleaginosas pertenecientes al género *Brassica*, cuya estación de crecimiento coincide con el periodo invierno-primavera, disponen de un gran potencial para ser cultivadas en zonas de clima mediterráneo. A pesar de ello, dicho potencial sólo ha sido evaluado parcialmente en dichas áreas, en contraste con la importancia que estas especies tienen en países como Canadá, Alemania, Francia y países nórdicos, donde la colza es, junto con el girasol, el cultivo oleaginoso predominante.

En 1.978, por iniciativa del Profesor P. Knowles, de la Universidad de California, se ensayó en Córdoba una colección de más de cien genotipos de las cuatro especies de *Brassica* más importantes: *Brassica napus*, *Brassica carinata*, *Brassica juncea* y *Brassica rape*. Los resultados obtenidos pusieron de manifiesto las enormes posibilidades de estos cultivos en nuestras zonas, destacando la productividad de *Brassica carinata* y *Brassica juncea*.

Los resultados preliminares descritos anteriormente fueron corroborados gracias a los ensayos realizados de 1.981 a 1.983 por investigadores del Centro de Investigación y Desarrollo Agrario (C.I.D.A.) de Córdoba, en los que se puso claramente de manifiesto la existencia de genotipos de *Brassica carinata* y, en menor medida, de *Brassica juncea*, con una productividad notablemente superior a la de las mejores variedades de colza, para las condiciones de Andalucía Occidental (Ferrerías y otros, 1.983). Las posibilidades de conseguir resultados aún mejores, mediante un incremento en la presión de selección de estas especies se configuraba como el objetivo

fundamental de la mejora genética de ambas *Brassica*. No obstante, el «síndrome tóxico» interfirió gravemente en dicho objetivo al detenerse los proyectos de investigación por falta de financiación.

En 1.992, con financiación de la C.I.C.Y.T. y de la Junta de Andalucía, se reanudaron las investigaciones sobre las posibilidades de *Brassica carinata*, *Brassica juncea* y *Brassica napus* como «nuevos» cultivos de secano (de Haro, 1.992, 1.995). Uno de los objetivos fundamentales de dicho proyecto (en el que participan investigadores del C.S.I.C. y del C.I.D.A.) es el estudio de la variabilidad existente en las colecciones de *Brassica*, así como el incremento de ésta mediante mejora.

Por otro lado, la entrada en vigor de la reforma de la P.A.C. obliga bajo ciertas condiciones, a dejar una superficie importante de la tierra en barbecho (conocido como «set aside»). Estas tierras sólo pueden cultivarse si se trata de cultivos no alimentarios.

A todo lo anterior se une el hecho de que, a nivel de la Comisión de la Unión Europea, exista una política respecto a los biocombustibles líquidos que gire en torno a tres pilares básicos (Xenakis, 1.995):

a) El empleo de las tierras de retirada para la producción de biocombustibles, con una disminución impositiva del 90 % del impuesto especial de carburantes, respecto al combustible fósil que sustituya y que, con carácter general, supondrá la exención total del impuesto especial.

b) La amonización, a nivel europeo, de las especificaciones técnicas del biodiesel.

c) La promoción de proyectos de demostración del empleo de los biocombustibles.

El biocarburante tiene como principal ventaja que su combustión libera a la atmósfera CO₂ que había sido fijado previamente por las plantas, por lo que no se incrementa el balance total atmosférico ni contribuye, por tanto, a la contaminación y

(*) Investigador Colaborador del C.I.F.A. 'Alameda del Obispo'. Córdoba.

(**) Asesor Técnico del C.I.F.A. de Córdoba.

(***) Becaria de la Junta de Andalucía. C.I.F.A. de Córdoba.

al efecto invermadero. En un futuro podrían sustituirse algunos derivados del petróleo por estos combustibles, si se consigue reducir el coste de producción.

En consecuencia, y en base a experiencias previas realizadas en el C.I.D.A. de Córdoba, se ha comenzado a abordar el estudio agroeconómico de *Brassica carinata* y *Brassica napus*, al mismo tiempo que se ha efectuado una pequeña experiencia con *Sinapis alba*, consideradas como productoras de aceite para su empleo como biocombustible.

ENSAYOS REALIZADOS

Se han realizado ensayos con *Brassica carinata*, *Brassica napus* y *Sinapis alba* como cultivos de invierno (secano), bajo condiciones de no laboreo y no abonado, y con *Brassica carinata* como cultivo de primavera (regadio), en condiciones de no laboreo y con cuatro dosis distintas de abonado (0, 20, 40 y 60 unidades de N₂). En ambos casos se ha procedido al estudio temporal, por decenas de días, de aspectos fenológicos, así como de las producciones para la campaña 94-95. También se ha procedido al seguimiento del factor climatológico para ubicar los estadios de desarrollo de la planta en dicha cronología.

Climatología

Los datos climáticos se han obtenido a partir de la estación meteorológica del C.I.F.A. Se parte de datos diarios de temperaturas (máximas, mínimas y medias) y precipitación, con los cuales se ha elaborado un resumen decenal (Tabla 1).

En cuanto a las temperaturas, hay que

resaltar que las dos primeras decenas correspondieron a temperaturas mínimas extremadamente bajas, y que éstas volvieron a ser relativamente bajas en las decenas 6, 7, 13 y 14. Por otro lado, fueron relativamente altas las medias de las máximas entre las decenas 8 a 11 y 15 a 19, y relativamente bajas las correspondientes a las decenas de la 12 a la 14.

En cuanto al régimen de precipitaciones sólo indicar que ha sido un período extremadamente seco, recogiendo sólo 200 mm de precipitación en el ciclo de crecimiento de las plantas ensayadas, siendo muy escasa, incluso inferior a los 6,2 mm, en doce de las decenas.

Cultivos de invierno (secano)

a) *Brassica carinata*

Se procedió a la siembra con una sembradora de precisión. Se trataba de un terreno preparado para dejar en barbecho blanco. La emergencia se inició en la primera decena, con una densidad media de 77,4 plantas/m².

En cuanto a la evolución experimentada por el número de hojas por planta, para su estudio se muestreó un total de veinte plantas en cada toma de datos. Se observó que a partir de la decena 8 se estabilizó el número de hojas de la planta. En el gráfico 4 se puede apreciar dicha evolución.

La altura de las plantas se determinó en 20 plantas de cada muestreo. Su evolución se representa en el gráfico 5. Se observó que las plantas permanecieron en estado de roseta hasta la decena 5, a partir de la cual experimentaron un gran incremento en el porte. La fotografía 1 muestra su as-

pecto durante el estado vegetativo.

La evolución de la materia seca (gráfico 6) se comenzó a calcular a partir de la decena 4, para lo cual se procedió al desecado en estufa a 90° C de 10 plantas durante 48 horas.

Para evaluar el grado de competencia existente entre el cultivo y las malas hierbas se procedió a su identificación y se determinó la frecuencia de aparición de éstas, constatándose lo siguiente:

- Las especies más frecuentes fueron *Amaranthus blitoides*, *Polygonum aviculare*, *Capsella bursa-pastoris*, *Chenopodium album*, *Fumaria officinalis*, *Convolvulus arvensis*, *Solanum nigrum*, *Cyperus rotundus*, *Sonchus asper* y *Sorghum halepense*.

- Las frecuencias se midieron según muestreos efectuados en una superficie de 1 m². Para cada una de las especies, en las decenas 5 y 8 se obtuvieron unos valores medios por metro cuadrado de 35/37, 77/26, 16/3, 4/9, 1/0, 7/22, 3/2, 1/7, 1/0 y 1/1.

El cultivo de *Brassica carinata* compitió de forma efectiva con las malas hierbas que aparecieron. Las causas de este hecho residen, por un lado, en que la climatología durante el ciclo de desarrollo de la colza no ha sido favorable para la proliferación de malas hierbas, y por otro, en que la adaptación de la *Brassica carinata* ha sido óptima.

La plena floración se produjo en la decena 9, mientras que la maduración y el lle-

Tabla 1. Datos climáticos

Decena	Tª Med. Máx.	Tª Med. Mín.	Tª Media	Prec. decenal (mm)	Prec. acumulada (mm)
1	15,78	1,46	7,55	24,4	24,4
2	16,25	2,38	8,3	17,6	42
3	17,52	7,13	11,29	4,2	46,2
4	20,89	6,3	12,07	2,8	49
5	20,14	8,58	13,69	40,4	89,4
6	19,63	4,1	11,82	0,6	90
7	19,62	5,92	12,24	29,0	119
8	24,64	6,31	14,53	0,8	119,8
9	26,86	8,07	16,82	0	119,8
10	30,45	8,52	18,74	15,8	135,6
11	28,1	9,76	18,85	1,6	137,2
12	21,62	8,07	14,72	31,0	168,2
13	20,4	5,12	12,29	6,2	174,4
14	23,29	6,74	14,18	23,6	198
15	29,46	8,12	17,88	0	198
16	33,39	16,17	25,18	0	198
17	32,23	17,21	25,39	0	198
18	32,22	18,78	25,25	2,2	200,2
19	33,4	17,6	25,1	0	200,2

Fuente: elaboración propia.

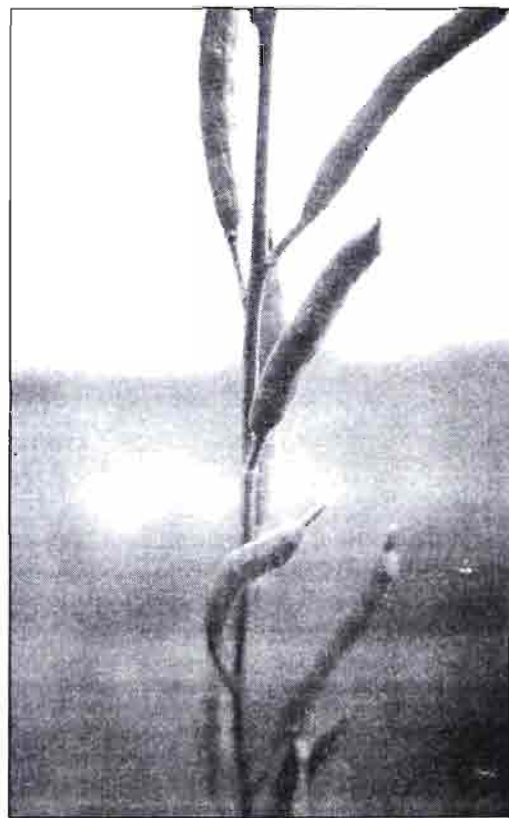


Foto 1: Etapa de llenado de grano en *Brassica*

SEMILLAS • NUEVOS CULTIVOS

nado del fruto se completaron durante las decenas 10, 11 y 14, favorecidos por las temperaturas suaves y las precipitaciones acaecidas durante este período.

La recolección se realizó durante la decena 15. El cultivo presenta un grado de dehiscencia bajo durante un amplio intervalo de tiempo (veinte días), lo cual constituye una característica muy favorable de la *Brassica carinata*. La producción total obtenida fue de **1.190 kg/ha**. Con las semillas obtenidas se realizaron los ensayos que a continuación se exponen:

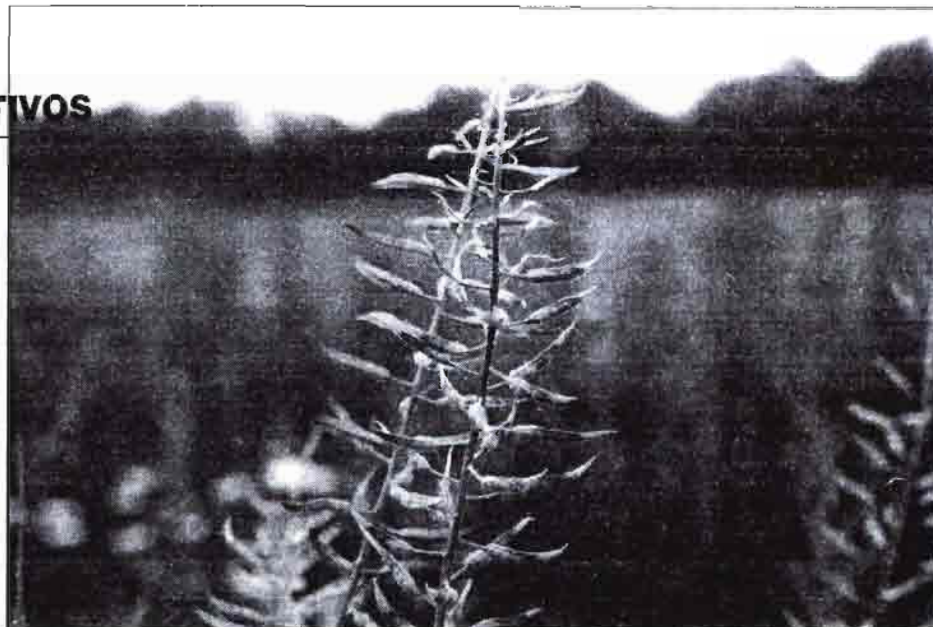
- **Contenido en aceite.** Para su determinación se empleó el método Soxhlet.

- **Contenido cualitativo y cuantitativo de ácidos grasos en el aceite.** Para ello se hizo uso de la cromatografía de gases de los ésteres metílicos, según el método descrito por Garcés y Mancha. Los resultados obtenidos, en porcentaje, permitieron la confección del gráfico 1.

- **Contenido de proteínas de la semilla.** Para su cálculo se empleó el método Kjeldahl, obteniéndose un valor del 22,74 %.

b) *Sinapis alba*

Los objetivos principales consistieron en comprobar la viabilidad del cultivo y en obtener cantidad suficiente de semillas a fin de realizar, en la próxima campaña, experiencias a mayor escala. Estos fines quedan avalados por las excelentes posibilidades que ofrece el cultivo que, incluso sin mejora genética, compite adecuadamente con otros cultivos y presenta un porcentaje



Etapa de llenado de grano en *Sinapis alba*

de decena. Esta cifra se considera baja, posiblemente motivada por la inadecuada calidad del material recolectado y/o el bajo contenido de humedad del suelo. En lo que respecta a plena floración, ésta se alcanzó en la decena 8.

Para determinar la altura de las plantas se utilizaron 20 plantas por muestreo. En base a los resultados obtenidos, se confeccionó el gráfico 5. A diferencia de las plantas que se encuentran en estado natural, éstas adquirieron un menor porte, atribuible a la siembra tardía y a la escasa precipitación. Su desarrollo en estado vegetativo se puede apreciar en la fotografía 2.

La evolución de la materia seca se estu-

dió de las especies de malas hierbas, obteniéndose los resultados que a continuación se exponen:

- Las especies más frecuentes fueron *Amaranthus blitoides*, *Capsella bursa-pastoris*, *Convolvulus arvensis*, *Chenopodium album*, *Polygonum aviculare*.

- Las frecuencias de aparición fueron: 69/33, 63/9, 7/17, 10/10 y 6/8.

La recolección se realizó la decena 13 utilizándose una cosechadora de ensayo. Puesto que el objetivo perseguido era la obtención de semilla, no se estimó la producción alcanzada. Del mismo modo con que se procedió para *Brassica carinata*, se realizaron una serie de ensayos con las semillas cosechadas de *Sinapis alba*, que proporcionaron los siguientes resultados:

- El contenido en aceite ascendió al 23 % en rendimiento graso, desglosándose en los siguientes porcentajes de ácidos grasos, representados en el gráfico 2.

c) *Brassica napus*

Se sembró la variedad Diamante con una sembradora de precisión. La semilla que se utilizó estuvo, durante diez años, envasada y almacenada en cámara frigorífica a 4°C aproximadamente. La siembra se realizó con una sembradora de precisión con una dosis de 10 kg/ha. La emergencia comenzó la primera decena. Se computó una densidad media de 42 plantas/m².

El número de hojas por planta se determinó previo estudio de 20 ejemplares. Su evolución con el tiempo se muestra en el gráfico 4.

En lo que atañe a la evolución de la altura, se midió en 20 plantas escogidas al azar. Con los resultados obtenidos se elaboró el gráfico 5. La evolución de la materia seca también se estimó en 20 plantas (gráfico 6).

En las decenas 5 y 8 se procedió a identificar y estudiar la frecuencia de aparición de malas hierbas, observándose los siguientes resultados:

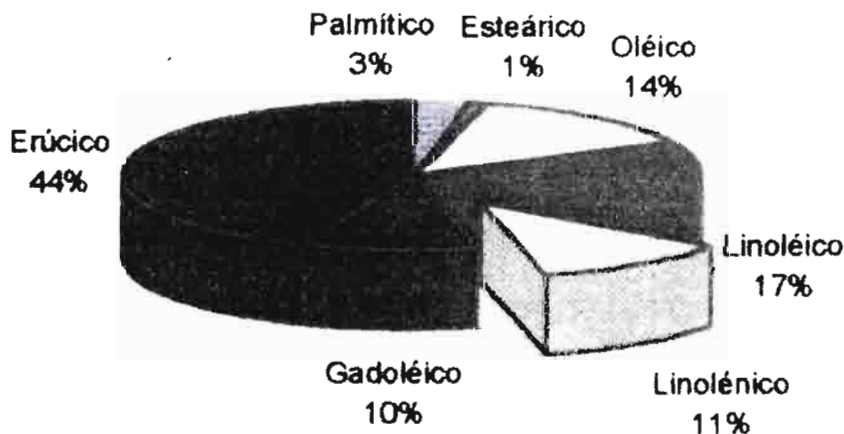


GRAFICO 1. Composición de ácidos grasos de *Brassica carinata*

Fuente: Elaboración propia

en ácidos grasos relativamente alto.

La siembra se realizó con una dosis de 2 kg/ha. Estas semillas fueron recolectadas tardíamente de plantas silvestres provocando la dispersión de las semillas de mayor peso específico, en detrimento de la calidad de las mismas.

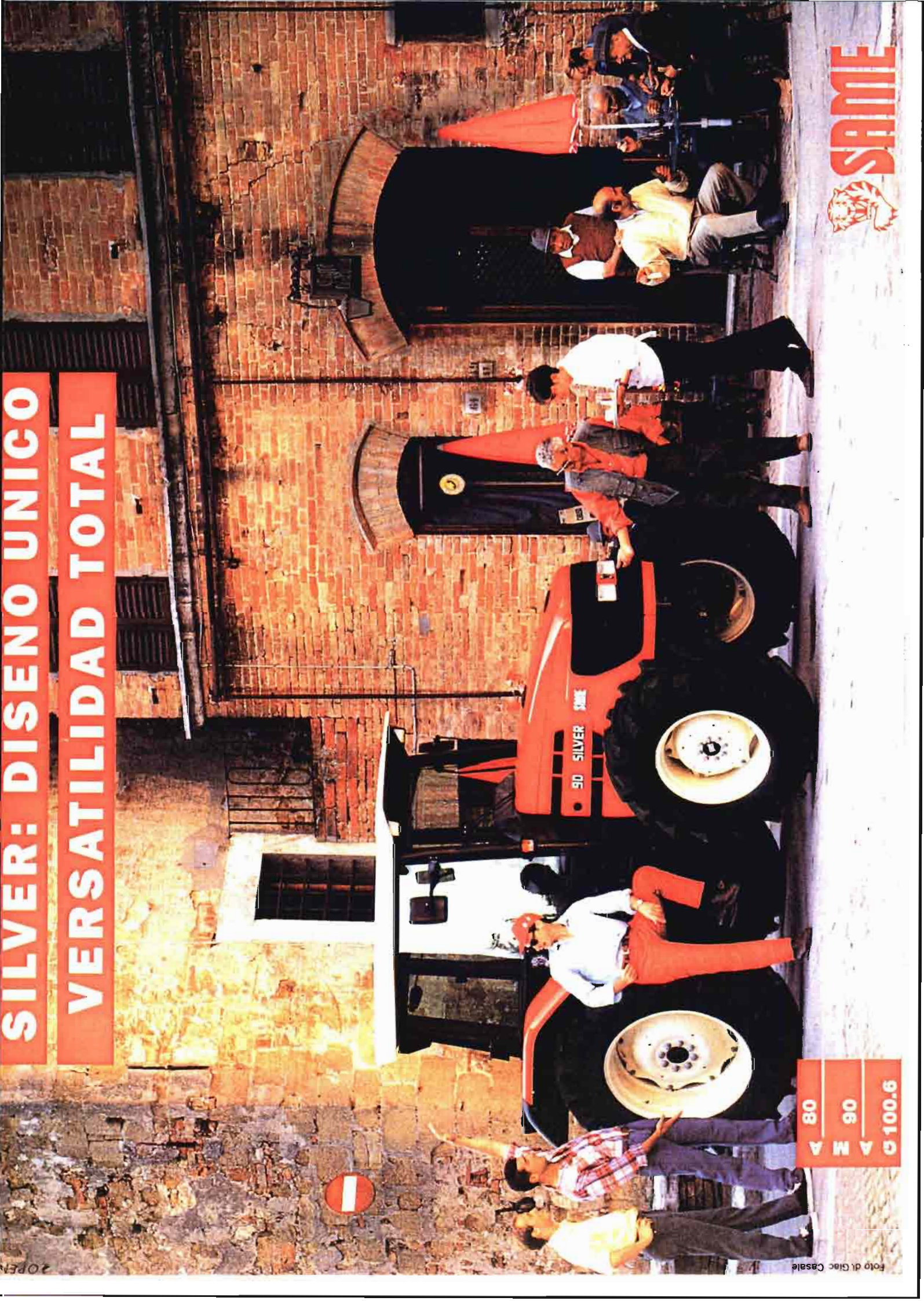
La densidad media de emergencia fue de 2,5 semillas/m² y se inició en la primera

dió a partir de la decena 4. En este caso se utilizaron cinco plantas por muestreo, obteniendo los resultados que se exponen en el gráfico 6.

A causa de la baja densidad de siembra, compitió peor con las malas hierbas que la *Brassica carinata*. En este sentido, durante las decenas 5 y 8, se procedió a la identificación y estudio de la frecuencia de apari-

SILVER: DISEÑO UNICO

VERSATILIDAD TOTAL



80
90
100.6
C A M A

SAME


Agricultura

Revista agropecuaria

PRESTIGIO Y PROFESIONALIDAD

FUNDADA EN 1928
LA MAS ANTIGUA DEL SECTOR
LA UNICA CONTROLADA POR O. J. D.



Opiniones
Hoy por hoy
Mercados agrarios
Medio ambiente
Colaboraciones técnicas
...

EDICIONES DE LIBROS

EDITORIAL AGRICOLA ESPAÑOLA, S. A.

C/ Caballero de Gracia, 24 3º, izq. 28013 Madrid

Tel.: (91) 521 16 33 Fax: (91) 522 48 72

- Las especies de malas hierbas más frecuentes fueron *Amaranthus blitoides*, *Polygonum aviculare*, *Fumaria officinalis*, *Capsella bursa-pastoris* y *Chenopodium album*.

- En ambas fechas de muestreo, las frecuencias de aparición observadas fueron: *Amaranthus blitoides* 10/11, *Polygonum aviculare* 13/2, *Fumaria officinalis* 8/8, *Capsella bursa-pastoris* 6/17.

La plena floración se produjo en la decena 8. La producción mermó a causa de la gran cantidad de abortos florales debidos, entre otras causas, a la falta de agua y al ataque de los frutos maduros por aves.

La recolección se realizó en la decena 15 mediante cosechadora tradicional. La producción ascendió a 400 kg/ha. Por otro lado, los ensayos realizados en las semillas proporcionaron los siguientes resultados:

- Contenido en aceite 39,69 %, con los porcentajes en ácidos grasos que se muestran en el gráfico 3.

- El contenido en proteína fue de 24,62 %.

Cultivos de primavera (regadío)

Brassica carinata

Se preparó para la siembra un terreno con laboreo superficial. Se decidió hacer muestreos para estimar la producción en peso de semillas por ha.

Observando los resultados, se apreció que las producciones obtenidas en las parcelas sin abonar fueron similares o superiores a las abonadas. La producción media fue de 1.767 kg/ha, sin diferencias significativas entre los distintos abonados, posiblemente debido a que, a causa de la extrema sequía padecida los últimos años, sólo se les pudo aplicar dos riegos a manta durante su ciclo de crecimiento. A esto se suma que, por la irregularidad del terreno,

el agua no llegase por igual a todas las zonas. Además, las plantas abonadas padecieron más el estrés hídrico, al estar más desarrolladas, la última semana de mayo, por irregularidad en los riegos, dándose abortos florales, con la consiguiente pérdida de producción. Esta suposición se basa en el conocimiento de que la colza común (*Brassica napus*), especie cercana a la *Brassica carinata*, muestra respuesta significativa al abonado.

Comparación entre los cultivos de *Brassica carinata* y *Brassica napus* (secano)

Brassica carinata proporcionó casi el doble de plantas/m² que *Brassica napus*. Esto podría atribuirse, además de a la dis-

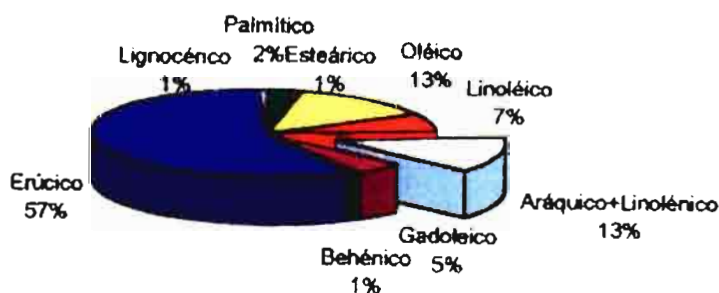


GRAFICO 2. Composición de ácidos grasos de *Sinapis alba*

Fuente: Elaboración propia

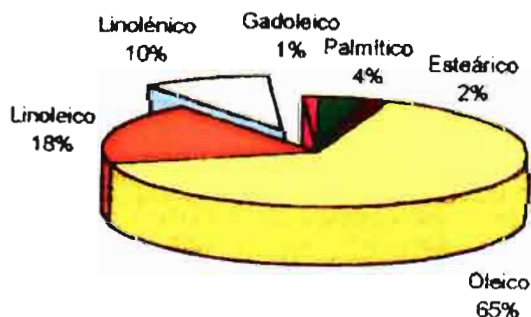


GRAFICO 3. Composición de ácidos grasos de *Brassica napus* (variedad Diamante)

Fuente: Elaboración propia

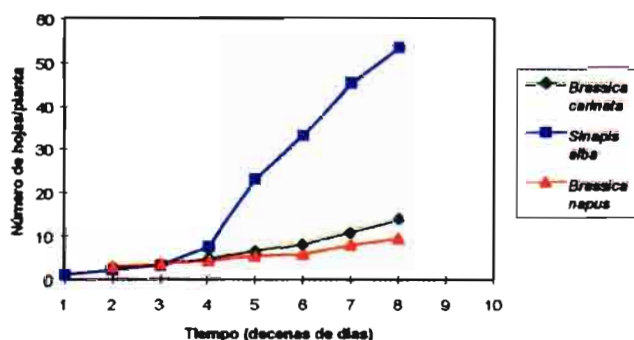


GRAFICO 4. Número de hojas por planta

Fuente: Elaboración propia

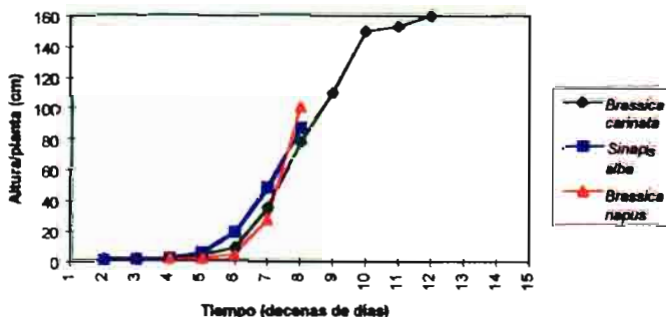


GRAFICO 5. Altura de las plantas

Fuente: Elaboración propia

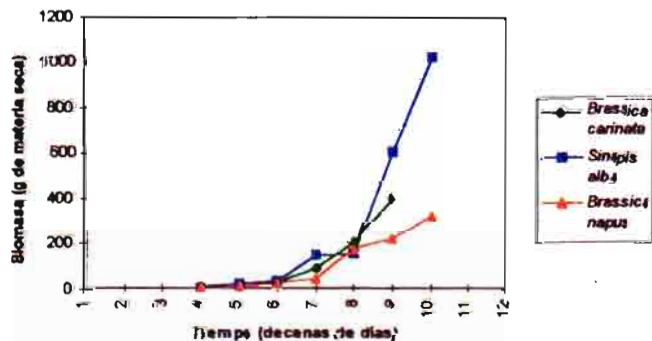


GRAFICO 6. Evolución de la materia seca

Fuente: Elaboración propia

tinta dosis de siembra, a haberse usado unas semillas almacenadas durante 10 años. Sin embargo, la evolución del número de hojas por planta fue muy similar en ambas (ver gráfico 4).

Si bien la evolución de la altura de la planta fue parecida, Diamante adquirió 1 m de altura mientras que *Brassica carinata* alcanzó un porte sensiblemente superior, con una altura media de 1,60 cm (ver gráfico 5).

La evolución de la materia seca varió entre las distintas especies (gráfico 6). El crecimiento de *Brassica carinata* fue continuo, mientras que Diamante presentó una evolución más irregular.

Diamante y *Brassica carinata* compitieron bien con las malas hierbas, gracias al estado del suelo previo a la siembra y a la extrema sequía patente a lo largo del ciclo.

La plena floración en *Brassica carinata* se retrasó en más de diez días respecto a Diamante. El estrés hídrico aumentó el número de abortos florales en *Brassica napus*. La maduración y el llenado en *Brassica carinata* se vieron favorecidos por las precipitaciones antes comentadas.

Las producciones han sido muy dispares: 1.190 kg/ha en *Brassica carinata* frente a sólo 400 kg/ha en *Brassica napus*, motivado principalmente por las escasas precipitaciones, a las que está mejor adaptada *Brassica carinata*. A esto se une el ataque de aves a *Brassica napus*, con escasa incidencia en *Brassica carinata*, pues su alto contenido en ácido erúxico las hacía menos apetecibles.

No obstante, las mayores diferencias entre las especies se aprecian, principalmente, en lo que atañe a la composición de las semillas, tanto a nivel cualitativo como cuantitativo. La cantidad de aceite osciló entre el 32 % de *Brassica carinata*, en que predominó el ácido erúxico, y casi el 40 % de *Brassica napus*, con predominio de ácido oleico. Cabe resaltar que un contenido en ácido erúxico mayor del 55% es deseable para uso industrial y como combustible. En este sentido, en *Brassica carinata* se han encontrado valores superiores al 60% (Alonso, sin publicar).

La composición de ácidos grasos resulta interesante si el aceite se emplea como biocombustible, ya que influye sobre el poder calorífico y la viscosidad de éste. Según Goering (1.981) el poder calorífico aumenta al incrementarse la longitud de la cadena y disminuir el número de dobles enlaces, que sería el caso de *Brassica carinata*, mientras que la viscosidad aumenta al crecer la longitud de la cadena y el número de enlaces múltiples (Auld, 1.982). Constituye, por tanto, un factor difícil de evaluar ya que, por una parte, *Brassica carinata* presenta longitudes de cadena mayores, efecto desfavorable en lo que a viscosidad se refiere, frente a *Brassica napus* con predominio de ácido oleico.

Finalmente, en lo que respecta al conte-

nido en proteína, muy importante desde el punto de vista económico, es similar en ambas especies (24,62 % en *Brassica napus* y 22,74 % en *Brassica carinata*), aunque la harina de *Brassica carinata* es más difícil de aprovechar para alimentación animal debido a la presencia de ácido erúxico.

No se ha efectuado la comparación de cultivos con *Sinapis alba* puesto que las condiciones de siembra sólo han permitido que pueda ser considerado como experiencia sin valor cuantitativo.

EVALUACIÓN DE LAS LABORES REALIZADAS

Se ha intentado reducir al máximo las labores agrícolas, ejecutándose un laboreo reducido al objeto de extrapolar la experiencia, en la medida de lo posible, a las tierras dedicadas al abandono obligatorio y disminuir los costes de producción. No se ha realizado ningún tratamiento herbicida, a fin de reducir costes y estudiar el grado de competencia del cultivo. Según esto, las labores realizadas para *Brassica carinata*, *Sinapis alba* y *Brassica napus* (variedad Diamante) fueron las que siguen:

- Labor de cohecho, preparatoria del terreno para la siembra.
- Siembra, con sembradora de ensayo, pudiéndose emplear sembradora convencional de chorrillo.
- Recolección, con cosechadora comercial.

No se ha efectuado una evaluación de los costes por hectárea al ser éste un factor que depende de la estructura de la explotación, uso de la maquinaria, etc. No obstante, con las labores mínimas realizadas, el balance económico de los cultivos parece rentable para el aprovechamiento de estos cultivos en terrenos de «set aside».

CONCLUSIONES

Brassica carinata es una alternativa válida a los cultivos de secano tradicionales, podría emplearse en las tierras de abandono para su uso como cultivo no alimentario, como productora de aceite para su empleo como biocombustible. Económicamente, aportaría rentas adicionales al agricultor, y supondría un aprovechamiento mayor de los factores productivos.

Al contrario *Brassica napus*, en las condiciones climáticas en las que se ha desarrollado el ensayo, **no ha proporcionado una respuesta satisfactoria.**

Mientras *Sinapis alba*, especie sin mejorar (tanto con técnicas genéticas como de cultivo), presenta unas **características productivas muy atractivas** (alto grado de rusticidad, y por tanto, gran adaptación al medio, así como un contenido de aceite alto), lo cual incita a proseguir con su cultivo e iniciar la mejora genética de la especie. Por otro lado, presenta problemas en la recolección a causa de la dehiscencia, producida al rozar los extremos de la barra

de corte con el cultivo. Esto se solucionaría a nivel de ensayo sembrando en bandas.

La implantación de estos cultivos en terrenos de «set aside» no sólo reportaría **beneficios económicos** tangibles para el agricultor, sino que, al implicar una mayor producción de oleaginosas, esto supondría un mayor empleo de las instalaciones extractoras, con la consiguiente mejora en sus costes unitarios, y una intensificación en el uso de factores de producción como capital y trabajo.

La puesta en cultivo de los terrenos del «set aside» **colabora en la conservación del terreno.** Este aspecto, de difícil evaluación económica posee, sin embargo, un **elevado valor ecológico**, y muy especialmente con especies como *Brassica carinata* o *Sinapis alba*, que están muy bien adaptadas a nuestro medio, aumentando así la variabilidad de plantas a cultivar.

El laboreo reducido supone un impacto mínimo sobre el suelo respecto a las labores tradicionales.

Como líneas futuras de investigación sobre estos cultivos, sería muy interesante abordar los puntos que a continuación se exponen:

–Respuesta del cultivo atendiendo a la época de siembra, realizando ensayos de siembra entre los meses de octubre hasta diciembre, en el caso de siembra otoño-invierno.

–Respuesta del cultivo al abonado, estudiando umbrales de rentabilidad.

–Respuesta al laboreo, estudiándose el laboreo tradicional, laboreo reducido y no laboreo.

–Respuesta al empleo de herbicidas.

–Programa de mejora de *Sinapis alba* al objeto de aumentar el contenido en ácidos grasos, incrementar la producción y perfeccionar el porte de la planta de forma que la ramificación principal mejoren su altura.

BIBLIOGRAFÍA

–AULD, D.L. (1982) Production and fuel characteristics of vegetable oil from oilseed crops in the Pacific North-West. (1.982). ASAE Publication. 4-82.

–DE HARO BAILÓN, A. (1995). Desarrollo de especies de Brassica como nuevos cultivos de secano. Instituto de Agricultura Sostenible. Córdoba.

–FERERES, E. FERNÁNDEZ, J.M., GIMÉNEZ, C. BERENJENA, J. MINGUEZ Y, DOMÍNGUEZ J. (1983). Productivity of *Brassica juncea* and *Brassica carinata* in relation to rapeseed. I Agronomic studies. Proceedings 6th International Rapeseed Conference. Paris.

–GAOUYER, J.P. (1995). Puesta a punto de una producción de biocombustibles en Francia. Che du Département Valorisation non Alimentaire des Cultures, Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie. Jornada Técnica Biocombustibles Líquidos. CIEMAT. Madrid.

–GOERING, C.E. (1981). Fuel properties of eleven vegetable oils. ASAE Paper 81-3579.

–XENAKIS, E. (1995). Liquid biofuels: European Union Policy Commission UE DG XVII. Jornada Técnica Biocombustibles Líquidos. CIEMAT. Madrid.