

1^{as} Jornadas de la Asociación Española de leguminosas



Consejería de Agricultura y Pesca

1^{as} JORNADAS DE LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE LEGUMINOSAS

Córdoba 17 diciembre 2003

1^{as} JORNADAS DE LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE LEGUMINOSAS

© **Edita:** JUNTA DE ANDALUCÍA. Consejería de Agricultura y Pesca

Publica: Viceconsejería. Servicio de Publicaciones y Divulgación.

Autores: M^o T. Moreno, S. Nadal y A. Martínez

Colección: Congresos y Jornadas

Serie: Herbaceos

Depósito Legal: SE-4.610-03

I.S.B.N.: 84-8474-119-2

Maquetación e impresión: J. de Haro Artes Gráficas, S.L. Parque Ind. P.I.S.A.,
Mairena del Aljarafe • Sevilla

LEGUMINOSAS ARBUSTIVAS SILVESTRES, UNA ALTERNATIVA PARA LA RECUPERACIÓN DE TERRENOS DEGRADADOS Y MARGINALES.

E.F. de Andrés¹, N. Alonso Blázquez², J. Alegre² y J.L. Tenorio¹

¹INIA, Dpto. Medio Ambiente, Apdo. 8111. 28080-Madrid

²IMIA, Apdo. 127, 28800-Alcalá de Henares (Madrid)

La pérdida de la cubierta vegetal, en combinación de factores climáticos y geomorfológicos, provoca procesos de degradación del suelo: erosión, pérdida de suelo, degradación de la estructura del suelo, pérdida de fertilidad, de materia orgánica y de la actividad microbiológica. Las leguminosas arbustivas silvestres por su rápido crecimiento, su capacidad de enriquecer el suelo y su supervivencia en condiciones adversas, son muy atractivas como una alternativa para la revegetación y la restauración de la cubierta vegetal de terrenos degradados y marginales. Además, algunas especies tienen un gran interés como forrajeras por su elevado valor nutritivo.

En los últimos años estamos trabajando en la evaluación de distintas especies de leguminosas arbustivas silvestres, ampliando el conocimiento de estas especies en cuanto a su multiplicación, técnicas de cultivo, productividad, resistencia a condiciones adversas, capacidad de mejorar las condiciones del suelo, etc... En este trabajo se presentan los resultados de producción de biomasa y calidad nutritiva del forraje de tres especies de alfalfas leñosas: *Medicago arborea* L. (procedente de Gerona), *Medicago citrina* (Font-Quer) Greuter (procedente de las Islas Columbretes) y *Medicago strasserii* Matthäs, Greuter y Risse (procedente de Creta). El trabajo experimental se realizó en la finca "La Canaleja" del INIA, en Alcalá de Henares (Madrid), en parcelas de 5 m x 9 m con un marco de plantación de 3 m x 1 m y 4 repeticiones. Las plantas se sometieron a dos regímenes hídricos: Regadío, aporte hídrico mensual de 60 l/m² en verano y Secano, plantas sin regar. Transcurridos 2 años de crecimiento de los arbustos, se sometieron a 3 regímenes de corte: 1) 1 corte anual en primavera; 2) 1 corte anual en otoño; y 3) 2 cortes anuales, en primavera y otoño; recogiendo el material susceptible de ser utilizado como forraje, determinándose la materia seca de las distintas fracciones: hojas, tallos, hojas, y flores y frutos. Además se analizó la calidad nutritiva del forraje obtenido.

En la tabla 1 se muestra la producción de biomasa total por planta de las tres especies de alfalfas leñosas. La biomasa recogida en el año 1997 fue mucho mayor que la obtenida en 1998 (1429.8 vs 568.3), si bien es cierto que estas medidas corresponden a periodos de crecimiento diferentes. En 1997 se cortó la biomasa de los dos primeros años de crecimiento, mientras que la medida de 1998 corresponde a un periodo anual. En 1997 *M. citrina* fue la especie menos productiva siendo *M. strasserii* la especie de mayor producción de biomasa. Esta tendencia no se

mantuvo en 1998, donde *M. citrina* resultó la especie de mayor crecimiento tras el corte anterior. En general, se observa que en el corte de primavera se produce más cantidad de forraje que en los otros regímenes de corte utilizados, siendo la peor época de aprovechamiento el otoño, por la pérdida de hoja durante el verano. El incremento de producción atribuible al riego fue del 24 % en 1997 y del 42 % en 1998. La respuesta al riego fue mayor en *M. strasseri* que incrementó su producción en un 63 % frente al 21 % y el 16 % en *M. arborea* y *M. citrina* respectivamente. En el año 1997, las interacciones "Especie*Riego" y "Especie*Corte" no resultaron significativas. Sin embargo, si resultaron significativas estas interacciones en el año 1998 poniendo de manifiesto los efectos a más largo plazo de las prácticas de manejo sobre cada una de las especies.

Tabla 1. Producción de biomasa total de tres especies de alfalfas leñosas

Factor	Biomasa Año 1997 g ms/planta (n = 216)	Biomasa Año 1998 g ms/planta (n = 205)
Especie		
<i>M. arborea</i>	1421.9	466.6
<i>M. citrina</i>	1249.7	683.4
<i>M. strasseri</i>	1617.8	552.0
Riego		
R	1642.6	670.1
S	1247.0	471.4
Corte		
O	1203.8	494.1
P	1312.9	713.1
O+P	1772.7	489.4
Media	1429.8	568.3
SEM	51.0	26.9
Nivel de significación		
Especie	**	**
Riego	***	***
Corte	***	***
Especie*Riego	ns	**
Especie*Corte	ns	**
Riego*Corte	ns	ns
Especie*Riego*Corte	ns	ns

(P < 0.001), ** (P < 0.01), * (P < 0.05).

Tabla 2. Composición química del forraje de alfalfas leñosas y porcentaje de las distintas fracciones. (PB, proteína bruta; NDF, fibra neutro detergente; FAD, fibra ácido detergente; ADL, lignina ácido detergente; Cen., cenizas).

Factor	PB %	NDF %	ADF %	ADL %	Cen. %	Ca g·kg ⁻¹	Mg g·kg ⁻¹	P g·kg ⁻¹	K g·kg ⁻¹	Fe mg·kg ⁻¹	% H	% T	% F
Especie													
<i>M. arborea</i>	16.5	44.1	32.3	10.1	9.5	9.64	1.85	0.73	4.49	144	37.6	45.9	16.5
<i>M. citrina</i>	16.8	38.3	27.0	8.3	7.4	6.70	1.46	0.77	9.55	126	59.9	34.0	6.1
<i>M. strasserii</i>	15.5	44.7	31.4	9.8	9.0	12.48	1.66	0.71	7.62	146	40.3	46.7	13.0
Riego													
R	15.9	43.1	30.8	9.7	8.4	9.44	1.45	0.69	7.27	116	46.1	43.9	10.0
S	16.6	41.6	29.7	9.2	8.9	9.77	1.86	0.78	0.78	161	45.8	40.5	13.7
Media	16.3	42.4	30.2	9.4	8.6	9.61	1.66	0.74	7.22	139	45.9	42.2	11.9
SEM	0.22	0.35	0.27	0.12	0.19	0.34	0.50	0.01	0.19	5.99	0.89	0.62	0.55
Nivel de significación													
Especie	*	***	***	***	***	***	**	ns	***	ns	***	***	***
Riego	ns	*	*	*	ns	ns	***	***	ns	***	ns	**	***
Especie * Riego	ns	ns	*	*	ns	ns	*	ns	**	*	**	***	*

*** (P < 0.001), ** (P < 0.01), * (P < 0.05).

En la tabla 2 se muestra el análisis nutritivo del forraje de las tres alfalfas leñosas recogido en la primavera de 1997. La composición química del material estudiado es de buena calidad similar a la de un forraje herbáceo con contenidos elevados en proteína y niveles medios en fibras, debido principalmente a la alta proporción de tallos. La composición química era dependiente de la especie pero el riego no afectó a la composición del forraje.

La alta capacidad de regeneración y crecimiento de estas alfalfas leñosas hace que sean especies muy interesantes en trabajos de revegetación, por su potencialidad de producción de un forraje de calidad y para proteger el suelo de la erosión.

TRATADO INTERNACIONAL SOBRE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. HISTORIA, CONTENIDOS Y SU SITUACIÓN ACTUAL.

Luis Ayerbe Mateo-Sagasta¹, José I. Cubero Salmerón², Alvaro Ramos Monreal³, Luis Salaices Sánchez⁴

¹ Centro de Recursos Fitogenéticos INIA,

² Departamento de Genética Universidad de Córdoba,

³ Instituto Tecnológico Agrario Junta de Castilla y León,

⁴ Oficina Española de Variedades Vegetales.

Breve historia del Tratado hasta su adopción.

Su antecedente es el Compromiso Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos, cuyos objetivos generales eran Promover y Conservar los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. Este documento fue elaborado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) en el año 1983. Se basaba en el principio universalmente aceptado de que los recursos fitogenéticos son un patrimonio de la humanidad y en consecuencia debían estar disponibles sin restricción, para quién los requiriese. El Compromiso no tenía carácter vinculante para los países firmantes, y en su Anexo II (1989) ya se consideraban los “derechos de los agricultores”. Se denominan así los que se les reconocen: “para participar plenamente en los beneficios derivados, en el presente y en el futuro por el uso mejorado de los recursos fitogenéticos a través de la mejora y otros métodos científicos”.

El Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB), que entró en vigor el 29 de diciembre de 1993, en su artículo 15.1 reconoce la soberanía de los estados sobre sus recursos naturales y la facultad para regular el acceso a los mismos. Este concepto estaba en contradicción frontal con la idea de que los recursos fitogenéticos constituían un patrimonio de la humanidad. Se encargó entonces a FAO, y en concreto a su Comisión de Recursos Genéticos el revisar el Compromiso Internacional, poniéndolo en armonía con el CDB.

Esa “puesta al día” supuso un largo y complicado proceso de negociaciones en el seno de la Comisión, que culminó con la Adopción del Tratado Internacional (nuevo nombre del Compromiso revisado), por la trigésimo primera Conferencia de FAO, el 3 de noviembre de 2001. Durante este periodo es de destacar el empeño y esfuerzo de los delegados de la Comisión, del Secretariado de la misma y en particular de su secretario: José T. Esquinas Alcázar.

Espíritu y contenidos básicos del Tratado.

Sus objetivos generales son la conservación y el uso sostenible de los recursos fitogenéticos y el reparto justo y equitativo de los beneficios derivados de su utilización, en armonía con el CDB y estando el Tratado vinculado a FAO.

El Tratado será vinculante para los países que lo ratifiquen, y además de lo dicho contiene estas ideas fuerza:

- Equilibrar los Derechos del Obtentor, también reconocidos en el Anexo I del Compromiso Internacional, con los Derechos de los Agricultores.
- Contribuir a garantizar la seguridad alimentaria mundial, reconociendo la interdependencia de los países en lo que se refiere a los recursos fitogenéticos.
- Dar acceso facilitado a las partes contratantes, a los recursos Fitogenéticos, dentro de un Sistema Multilateral, que incluye los cultivos que se incluyen en el Anexo I del Tratado, y que estén bajo la administración y el control de las partes contratantes y sean del dominio público. El Anexo I incluye 36 cultivos para la alimentación y 29 forrajeros.

Situación actual del Tratado.

Después de su adopción en 2001, el Tratado se puso a la firma durante un año, España junto con el resto de los países de la Unión Europea lo firmo el 6 de junio de 2002 durante la presidencia española de la UE.

El Tratado entrará en vigor el nonagésimo día después de la fecha en que se haya depositado el cuadragésimo instrumento de ratificación, siempre que al menos 20 de dichos instrumentos hayan sido depositados por Miembros de la FAO. Se convocará entonces al Órgano Rector del Tratado.

En su primera sesión, el Órgano Rector, que estará integrado por países que para esa fecha hayan ratificado el Tratado examinará cuestiones particularmente importantes, tales como el importe, la forma y las modalidades de los pagos monetarios resultantes de la comercialización; la aprobación de un modelo de transferencia de material para los recursos fitogenéticos; los mecanismos destinados a promover el cumplimiento de las disposiciones del Tratado; así como una estrategia de financiación. Obviamente en su primera reunión, el Órgano Rector solo examinará y debatirá los intereses de las partes contratantes existentes.

Hasta ahora han sido depositados 31 instrumentos de ratificación (aceptación, aprobación o adhesión) ante el Director General de FAO. De la UE están en disposición de ratificar los siguientes países: Alemania, Dinamarca, España, Grecia y Suecia. El problema de la Unión Europea es que de acuerdo con su normativa, sus países miembros deben ratificar de forma conjunta, lo cual podría conducir, si algún país retrasa mucho su procedimiento, a que la UE no forme parte del primer Órgano Rector y consecuentemente no pueda participar de las importantes decisiones que se adopten en la primera reunión de este grupo. En relación con este tema está en curso una iniciativa que propone el que la Comisión Europea autorice explícitamente, a los países miembros de la Comunidad Europea a ratificar el Tratado de forma individual.

ESTUDIO PRELIMINAR DE HERBICIDAS DE POSTEMERGENCIA EN LENTEJA

Rodríguez Cachón, Manuel Julio, Duque Rodríguez, Patricia; Diez Fraile, M^a Carmen; Caminero Saldaña, Constantino; Laguna Redondo, Rosario y Ramos Monreal, Álvaro.

Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León.
Ctra. Burgos, Km. 119. 47080 Valladolid.

Introducción

La lenteja compite muy mal contra las malas hierbas por su lento crecimiento inicial y su bajo porte. Contra dicotiledóneas, solo existen herbicidas de preemergencia en este cultivo y precisamente los más efectivos desaparecen del mercado por la nueva normativa europea. Estos herbicidas, además de funcionar solamente si se incorporan al terreno formando una capa protectora de 3-4 cm por lluvia después de su aplicación, poseen una efectividad o persistencia de solo 2 o 3 meses, por lo que en siembras otoñales, las únicas que aseguran un buen rendimiento, el cultivo queda desprotegido cuando la mayoría de las malas hierbas germinan en febrero y marzo.

El objetivo de este estudio fue probar una serie de materias activas o mezcla de las mismas para utilizarlas como herbicidas selectivos de lenteja contra malas hierbas de hoja ancha en postemergencia del cultivo. La mejor estrategia a seguir fue la consecución de una mezcla de un herbicida sistémico, otro de contacto y otro específico contra la especie de flora a combatir. Solo así se puede conseguir una mezcla efectiva a dosis mínimas, y por ende, barata ecológicamente y rentable en este cultivo de poco margen.

Material y Métodos

Para estudiar la selectividad de un amplio grupo de herbicidas en lenteja y decidir sus dosis a aplicar en campo, se estudió en invernadero el efecto de 15 herbicidas en postemergencia en la variedad de lenteja Águeda, y en garbanzo Duratón para otros fines, a dosis recomendadas en campo para preemergencia. Este estudio se repitió de nuevo para corroborar datos. Se observaron daños visibles y reducción de materia seca con respecto a plantas testigo sin tratar.

Con la misma variedad de lenteja, se estableció el 2-4-03 un ensayo en la finca del ITA de Valladolid. Para retener la mala hierba mientras la lenteja crecía a un estadio donde soportara los tratamientos en post, se aplicó dos días después un tratamiento de preemergencia con Prometrina 50% a la dosis subletal de 1 l/ha. El 29 y

30-4-03 se aplicaron 15 tratamientos herbicidas en post. Como controles se dejó un tratamiento sin tratar y otro sin tratar a doble densidad de siembra. El diseño estadístico fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue de 1,55 x 9 m². En 1,55 x 2 m² de cada parcela se contaron, por especie, todas las malas hierbas antes (29 y 30-4-03) y después (18 a 26-4-03) de los tratamientos. Las 66 parcelas, se recogieron a mano y trillaron individualmente entre el 18 y 21-7-03. Además del peso de semilla de cada parcela, se tomó la altura de cinco plantas recogidas aleatoriamente, el n° de sus vainas, y peso de sus semillas.

Resultados y Discusión

Materia activa	Nombre comercial	Dosis inver. Kg - l /ha	Selectividad Lenteja %	Dosis campo Kg - l /ha	Efecto en M.H.	Lenteja Kg/ha	Coste trt €
Benfluralina 18%	QUILAN	5,5	100				
Linurón 12% + Trifluralina 24%	GADISAN	4	20				
Terbutrina 49%	TERBUREX	2,5	0				
Diclofop metil 36%	ILOXAN	2,5	80	2,5	poco	305,7 efg	51,44
Linurón 45%	AFALON Flo	1	20	0,5	alto	251,5 fg	7,39
Prometrina 50%	GESAGARD	2,5	75	0,5	muy alto	564,2 abcde	6,87
Bentazona 48%	BASAGRAN	2	20	0,5	alto	333,5 defg	14,79
Pendimetalina 33%	STOMP LE	5	100	0,8	nada	602,5 abcd	8,13
Aclonifén 60%	CHALLENGE	2,5	80	1,5	muy alto	480,7 cdef	32,32
Fomesafén 22%	DARDO	1,5	50	0,5	medio	446,9 cdef	30,87
Cloridazona 65%	PYRAMIN	3	100	1	nada	458,1 cdef	29,59
Etofumesato 30%+Lenacilo 6%	TRAMAT	2	80	1	muy poco	492,1 cdef	34,08
Propizamida 40%	KERB Flo	3	85	1	nada	761,4 ab	50,18
Fenmedifam 8%+Desmedifam 8%	BETANAL AM11	5	80	1,25	muy poco	694,6 abc	35,60
Tribenurón 75% + Ioxinil 12% +	GRANSTAR+	0,01+		0,01+			
Mecoprop 36%	CERTROL	0,7	0	0,7	alto	165,5 g	38,72
Aclonifén 60%+Pendimetalina 33%	CHALLENGE + STOMP			1+0,3	alto	619,5 abc	24,60
Aclonifén 60%+Diclofop metil 36%	CHALLENGE + ILOXAN			1+2	alto	442,7 cdef	62,70
Aclonifén 60%+Propizamida 40%	CHALLENGE +KERB			1+0,5	alto	681,6 abc	46,64
Testigo sin tratar					nada	520,8 bcdef	0,00
Doble densidad siembra					nada	820,8 a	0,00

Test de rango múltiple de Duncan Kg/ha: Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Las materias activas ensayadas se dividieron en tres grupos: Los que no afectan al cultivo pero que no hacen nada a las malas hierbas: propizamida, fenmedifam +desmedifam, pendimetalina, etofumesato+lenacilo y cloridazona. Los que no afectan, o muy poco, a cultivo, presentando muy buen control de dicotiledóneas: prometrina, aclonifén y sus mezclas con las otras materias activas, excepto la de con diclofop. El tercer grupo es el que afecta muchísimo, con distintos mecanismos y síntomas, al cultivo, aunque el control de flora arvense fuera satisfactorio.

De los del primer grupo destaca la propizamida (Kerb), que fue el tratamiento herbicida que más semilla produjo, así como su mezcla con aclonifén (Challenge) y el fenmedifam+desmedifam (Betanal AM11), aunque esta ventaja bien puede tratarse de mera variación experimental. Además de tener poco efecto en la flora arvense, ambos tratamientos son muy caros. Del segundo grupo destaca la prometrina (Gesagard) por su buen rendimiento (estadísticamente se encuentra en el grupo más productivo), por su buen control de casi todas las malas hierbas excepto el cardo (*Cirsium arvense*) y por su excelente precio de tratamiento, al usar una dosis tan pequeña. Es la alternativa perfecta al aclonifén, que estará registrado el año que viene para lenteja en post, pero que a dosis recomendada la afecta bastante. La mala noticia es que la prometrina goza de la calificación de Uso Esencial y desaparecerá en el 2007 si no cambia la legislación.

NUEVAS FUENTES DE RESISTENCIA A *UROMYCES VICIAE-SATIVAE* Y *ASCOCHYTA PUNCTATA* EN *VICIA SATIVA*.

S. Cortés¹, D. Rubiales², S. Nadal¹, A. Moral², M. T. Moreno¹ y J.I. Cubero³

¹Dpto. de Mejora y Agronomía, CIFA Alameda del Obispo, Apdo. 3092. 14080 Córdoba

² Instituto de Agronomía Sostenible. CSIC. Apdo. 4084. 14080 Córdoba

³ Dpto. de Genética, ETSIAM. Universidad de Córdoba, Apdo. 3048. 14080 Córdoba

Introducción

La veza (*Vicia sativa* L.) es actualmente la leguminosa grano más cultivada en España. La superficie sembrada en la campaña 2002-2003 ascendió a más de 166.000 ha, seguida por la superficie dedicada a yeros (123.100 ha), guisantes secos (99.200 ha), garbanzos (78.100 ha), habas (42.100 ha), lentejas (28.600 ha) y judías (11.000 ha) (MAPA, 2003). Y esta situación no parece que vaya a cambiar, ya que con la nueva Reforma de la Política Agraria Comunitaria, la especie continuará disfrutando de una sustanciosa ayuda a su cultivo. Por lo tanto es necesario poder ofertar nuevos materiales precompetitivos de altos rendimientos, pero que incluyan resistencias a las potenciales enfermedades limitantes del cultivo, dotando así de mayor sostenibilidad al sistema.

Siendo la "roya" y la "ascoquitosis" dos de las principales enfermedades, la identificación de nuevas fuentes de resistencia a los patógenos causantes de tales males es necesaria, con el fin de una vez identificadas, transferirlas mediante métodos convencionales de mejora a líneas seleccionadas por presentar buenas características agronómicas.

Materiales y métodos

Una colección de 136 entradas de *V. sativa*, procedentes en su mayoría de la Cuenca mediterránea, ha sido estudiada bajo condiciones naturales de campo y en cámara de crecimiento (20° C) para la respuesta frente a *Uromyces viciae-sativae* y *Ascochyta punctata*, patógenos causantes de la roya y de la ascoquitosis, respectivamente.

En cámara de crecimiento, se sembraron tres repeticiones de cada entrada con cuatro plantas por repetición para ambos estudios de resistencia. Las inoculaciones se llevaron a cabo cuando las plantas se encontraban en un estadio de cuarta hoja (15 días). En el caso de *U. viciae-sativae*, se inoculó con una mezcla homogénea de esporas con talco en una proporción 1:9, siendo la concentración de inoculación de 2 mg/planta, utilizando para ello un aislado agresivo procedente de

Córdoba (España), mientras que la inoculación con *A. punctata* se realizó mediante un difusor con una suspensión de esporas de un aislado recolectado en Mengíbar (Jaén, España), siendo la concentración de 1×10^6 conidios/ml, a la que se añadió Tween-20 (0.03%, v:v) (Sillero et al., 2001a). Tras la inoculación las plantas se incubaron durante 24 y 48 horas respectivamente, bajo unas condiciones de humedad relativa del 100% y a una temperatura de 20° C en completa oscuridad, para más tarde trasladarlas de nuevo a la cámara de crecimiento. La evaluación del desarrollo de la enfermedad tuvo lugar a los 14 días, donde se tuvieron en cuenta distintos componentes de resistencia para ambas enfermedades: la severidad de la enfermedad (DS), siendo ésta el porcentaje de área de la planta que presenta lesiones causadas por el hongo; y el tipo de infección (IT) de acuerdo con la escala 0-4 descrita por Stakman et al. (1962) para roya y la escala 0-9 recomendada por ICARDA (Bernier et al., 1984) para ascoquita descrita sobre plantas de *Vicia faba*, por tanto esta escala tuvo que ser modificada ligeramente para adaptarla a la fisiología de *V. sativa*, quedando de la siguiente forma: 0 = ausencia de síntomas, 1 = pequeños puntos de diámetro < 0.5 mm; 2 = algunas lesiones de diámetro 0.5-2 mm; 3 = lesiones discretas de diámetro 2-3 mm; 4 = lesiones discretas algo mayores, de diámetro 3-4 mm; 5 = lesiones a veces coalescentes y lesiones en tallos; 6 = como la anterior y algo de defoliación (deseccación de hojas y peciolo) y 7 = marchitez de la planta.

En condiciones de campo se sembraron tres repeticiones de cada entrada, con diez semillas por repetición en surcos de 1 metro y con espacio entre los mismos de 0.70 m. Las plantas fueron inoculadas dos veces, a intervalos de dos semanas y con las mismas concentraciones utilizadas en cámara de crecimiento. Para favorecer la incubación de las esporas, las inoculaciones se realizaron al atardecer, de este modo se obtenía alta humedad relativa durante la noche (Sillero et al., 2001b). La evolución de la enfermedad se fue controlando periódicamente, realizando tres evaluaciones de las distintas entradas a intervalos de dos semanas, utilizando para ello los mismos componentes de resistencia descritos anteriormente.

La resistencia a *U. viciae-sativae*, se consideró cuando las líneas evaluadas presentaban valores < 3 según la escala y < 4 con respecto a la resistencia frente *A. punctata* según la escala modificada de ICARDA. También se consideraron líneas resistentes aquellas que presentaron bajo porcentaje de severidad.

Resultados

Se ha podido observar un amplio rango de susceptibilidad frente a ambas enfermedades dentro de la colección de germoplasma de *V. sativa*. En el caso de *U. viciae-sativae* se ha obtenido tanto en cámara como en campo un gran número de líneas susceptibles al ataque de dicho hongo, aunque también se han encontrado buenos niveles de resistencia. De las 136 líneas de la colección de *V. sativa* estudiadas,

cinco líneas han presentado inmunidad (IT = 0) y dos líneas han mostrado resistencia hipersensitiva (IT < 3) (Sillero et al., 2000). Estas últimas presentaban pequeñas pústulas, no desarrolladas, rodeadas por áreas necróticas. El resto de las entradas de la colección presentaron altos valores de IT, siendo por tanto susceptibles a la enfermedad causada por este hongo. Los valores altos correspondientes al tipo de infección se correlacionaron positivamente con los valores del porcentaje de severidad de la enfermedad. Por el contrario, los resultados obtenidos en el estudio de resistencia a *A. punctata*, nos muestran que la mayoría de las líneas estudiadas podrían ser consideradas como resistentes, presentando unos valores de IT < 4 y un rango de porcentaje de severidad de 0-20%, siendo necesario destacar ocho de estas líneas, ya que presentaron una alta resistencia frente a la enfermedad.

Las líneas que han mostrado, de algún modo, resistencia para ambos tipos de enfermedades, se introducirán en el programa de cruzamientos, y se estudiarán histológicamente para conocer los mecanismos de resistencia que utilizan frente a la infección de ambos hongos.

Bibliografía

BERNIER C.C., HANOUNIK S.B., HUSSEIN M.M. and MOHAMED H.A. (1984). ICARDA Informative Bulletin 3; 40.

MAPA, 2003. Resumen de los avances de superficies y producciones. www.mapya.es

SILLERO J.C., AVILA C.M., MORENO M.T. and RUBIALES D. (2001b). Identification of resistance to *Ascochyta fabae* in *Vicia faba* germplasm. Plant Breeding 120; 529-531.

SILLERO J.C., MORENO M.T. and RUBIALES D. (2001a). Resistance to faba bean rust (*Uromyces viciae-fabae*) and ascochyta blight (*Ascochyta fabae*) in a collection of *Vicia* spp. 4th European Conference on Grain Legumes.

SILLERO J.C., MORENO M.T. and RUBIALES D. (2000). Characterization of new sources of resistance to *Uromyces viciae-fabae* in a germplasm collection of *Vicia faba*. Plant pathology 49, 389-395.

STAKMAN E.C., STEWART D.M. and LOEGERING W.Q. (1962). Identification of physiologic races of *Puccinia graminis* var. *Tritici*. Minn. Agric. Exp. Sci. Jour. Series 4691.

AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN Y LAS LEGUMINOSAS; PARA UNA AGRICULTURA MÁS SOSTENIBLE.

Jaime Costa Vilamajó
Monsanto Agricultura España, S.L., Avda. de Burgos, 17, 10^a. 28036
Madrid. Email: jaime.costa@ea.monsanto.es

RESUMEN

La disponibilidad de herbicidas a un coste asequible ha hecho posible la adopción extensiva de la agricultura de conservación reduciendo labores y costes. El uso de estos productos está muy regulado en países desarrollados como los de la Unión Europea, mediante evaluación oficial previa a su comercialización de aspectos que incluyen sus riesgos toxicológicos, utilidad agronómica e impacto medioambiental. De esta forma, sólo se mantienen las autorizaciones de comercialización para aquellos productos que no han presentado problemas sanitarios, agronómicos o medioambientales.

La importancia de las leguminosas como cultivo extensivo en España ha disminuido considerablemente durante las últimas décadas, sin haber razones agronómicas que lo justifiquen, perjudicando la biodiversidad de nuestros campos y dificultando la adopción de la agricultura de conservación en los monocultivos de cereales. Para favorecer el crecimiento tanto de las leguminosas como de la agricultura de conservación se propone incluir aspectos como uso de suelo, consumo de combustible o emisiones de CO₂ por unidad de alimento producido, como parámetros indicadores de sostenibilidad a tener en cuenta en las futuras ayudas agroambientales.

INTRODUCCIÓN

En su amplia revisión conocida como "Informe Dobris" (European Environment Agency, 1995), la Agencia Europea de Medio Ambiente reconocía extensas zonas de Portugal, España y otros países mediterráneos con unos altos riesgos reales de erosión, con tasas de pérdida de suelo superiores a la capacidad de regeneración. En su revisión de 1999, la misma agencia reconocía que la previsión de cambio desde 1990 a 2050 indica un aumento en las tasas de erosión hídrica en la Europa mediterránea (European Environment Agency, 1999). En el último informe anual publicado donde se establece una escala de problemas medioambientales presentes y futuros, la Agencia Europea de Medio Ambiente sitúa la degradación del suelo en 6^o

lugar, por delante de otras cuestiones tan debatidas como las basuras, riesgos tecnológicos o la biodiversidad (European Environment Agency, 2000). La gravedad del problema de la erosión no ha sido correspondida hasta la fecha con medidas activas para resolverlo o reducirlo a escala europea, aunque la Comunicación de la Comisión de las Comunidades Europeas al Consejo, el Parlamento Europeo, el Comité Económico y Social y el Comité de las Regiones "Hacia una estrategia temática para la protección del suelo" ofrece cierta esperanza.

Frente a este problema, la agricultura de conservación ofrece soluciones prácticas y aplicables en amplias superficies fundamentalmente dedicadas a la producción agrícola. Se ha definido la agricultura de conservación como el conjunto de prácticas agronómicas que permiten un manejo del suelo agrícola alterando lo menos posible su composición, estructura y biodiversidad, y evitando también su erosión y degradación; incluye, por tanto las técnicas de mínimo laboreo y siembra directa con el objetivo de aumentar la presencia sobre el suelo de los restos vegetales (ECAJ, 1999).

Puesto que las recomendaciones propuestas en la agricultura de conservación incluyen en muchos casos la aplicación de herbicidas para el control de las plantas indeseables sin alterar la superficie del suelo, y el uso de este medio de producción preocupa a algunos sectores de la sociedad, parece oportuno revisar en este trabajo los aspectos medioambientales de la autorización de cada producto, y otros temas relacionados con su empleo y comunicación.

USO DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS AUTORIZADOS

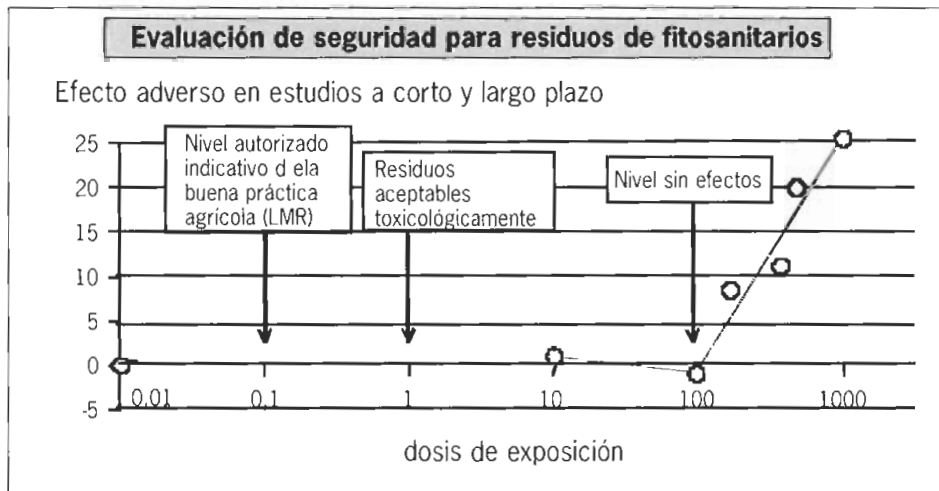
La legislación española establece desde hace más de 30 años que para comercializar un producto fitosanitario -grupo de productos que engloba a los herbicidas- es necesario que el producto esté inscrito en el Registro Oficial de Productos Fitosanitarios. La autorización es precedida por una evaluación toxicológica que determina los riesgos de cada producto y las precauciones para que su empleo no ocasione problemas. En principio, sólo aquellos productos sin problemas para aplicadores, consumidores y el medio ambiente siguen autorizados.

Además, son necesarios:

- ensayos de eficacia en comparación con los tratamientos de referencia y para demostrar que las dosis recomendadas son las necesarias para un control eficaz
- ensayos de selectividad para el cultivo para comprobar el grado de tolerancia del cultivo cuando se aplican las dosis normales y el doble de las recomendadas

- ensayos de toxicidad a corto, medio y largo plazo, con el fin de determinar unas buenas prácticas de manejo y aplicación
- ensayos de seguridad sobre diferentes especies de aves, peces, crustáceos, abejas, lombrices y otras especies indicadoras de riesgos para el medio ambiente
- ensayos de residuos en cada cultivo para determinar la cantidad de trazas de la materia activa o de sus metabolitos sobre el cultivo, cuando la aplicación se realiza de acuerdo con las buenas prácticas agrícolas propuestas.

El valor determinante para establecer el límite máximo de residuos (LMR) son los resultados obtenidos en los ensayos de campo, analizando los residuos obtenidos después de aplicar cada producto de acuerdo con la buena práctica agrícola. Este valor sólo es aceptado cuando la suma de los posibles residuos en todos los cultivos autorizados, ajustada con la importancia en la alimentación de cada cultivo, es inferior a la Ingestión Diaria Admisible (IDA). Como para fijar la IDA se establece un margen de seguridad de 100 como mínimo -calcule si este mismo criterio se aplicara a las normas de la circulación- respecto al mínimo nivel sin efecto observado en los ensayos con animales, se puede decir que la presencia de residuos por encima del LMR es más indicativa de que no se ha seguido la buena práctica agrícola, que de un riesgo para el consumidor.



El seguimiento de que se cumplen las normas establecidas se realiza en España mediante el Programa Nacional de Vigilancia de Productos Fitosanitarios en origen (Orden de 20 de junio de 1990 del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación), con resultados presentados anualmente que muestran un alto nivel (

> 97 %) de cumplimiento de las condiciones establecidas. La posible detección en un pequeño número de muestras de alimentos de residuos superiores a los autorizados no es necesariamente una alerta de riesgo toxicológico, pues solo se puede concluir que no se ha respetado la buena práctica agrícola reflejada en la etiqueta del producto.

De forma parecida, el nivel máximo de residuos permisibles en agua potable se definió hace más de 20 años en la Unión Europea como 0,1 microgramos / litro. Esta cantidad tan baja (10^{-10} , es decir, con la misma significación que 1 mm en una distancia de 10.000 Km), pretende indicar que no se espera la presencia en agua potable de residuos de ninguno de los productos fitosanitarios. Esto no quiere decir que la eventual detección represente un riesgo toxicológico, pues las tolerancias actuales para productos mucho más peligrosos como arsénico, plomo y otros metales pesados son centenares de veces más altas que para el más suave de los productos fitosanitarios.

La nueva legislación para la autorización de productos fitosanitarios, armonizada en la Unión Europea mediante la Directiva 414/91, exige la demostración de seguridad antes de su inscripción, pues incluye entre sus considerandos para la legislación propuesta:

“es necesario, en el momento de la autorización de los productos fitosanitarios, garantizar que, cuando se utilicen adecuadamente para los fines previstos, sean lo suficientemente eficaces y no tengan efectos inaceptables sobre los vegetales o sobre los productos vegetales ni efectos inaceptables sobre el medio ambiente en general, ni, en particular, un efecto nocivo sobre la salud humana o animal o en las aguas subterráneas”.

La inscripción de una materia activa en el Anexo I, presupone que al menos existe una formulación cuyo empleo respeta los principios establecidos en el párrafo anterior, incluyendo la evidencia de no sobrepasar el límite antes indicado en caso de presencia de aguas subterráneas. El uso de herbicidas para la agricultura de conservación representa, más que un riesgo, una oportunidad para reducir la carga contaminante de las aguas superficiales (sedimentos, nitratos, otros fitosanitarios), pues la reducción en la erosión del suelo facilita la limpieza del agua más importante en países mediterráneos. Sin embargo, se trata de niveles de seguridad exagerados que van a causar la desaparición en la UE de materias activas como atrazina y simazina, añadiendo dificultades adicionales a la producción agraria local sin que eso se corresponda con un mayor nivel de seguridad.

A pesar de esta restricción la bondad final del tratamiento seguirá dependiendo de que el agricultor haya respetado las condiciones establecidas en la etiqueta.

Uno de los herbicidas más empleados en agricultura de conservación es Roundup* (360 g/l de glifosato). La baja peligrosidad de la materia activa de este herbicida para personas y fauna había sido reconocida previamente por las autoridades de Portugal, España y otros países así como por la Organización Mundial de la Salud (Environmental Health Criteria nº 159). Después de una revisión liderada por Alemania, se ha ratificado que esta sustancia cumple los estrictos requisitos de la Directiva Europea 91/414 por lo que se incluye en el Anejo I (DOCE nº L 304/14-16 del 21/11/2001). Esto significa el reconocimiento de que los usos recomendados pueden realizarse sin daño para los aplicadores, consumidores o el medio ambiente, incluyendo el parámetro de trazas en aguas subterráneas que en este caso es 50.000 veces inferior al aceptado por la Organización Mundial de la Salud. Esta ratificación de la materia activa será seguida de la revisión, antes de 2006, de las formulaciones autorizadas en cada país para que se mantenga la seguridad en las condiciones que figuran en cada etiqueta. En cualquier caso, ante la elevada frecuencia de empleo para este y otros herbicidas autorizados conviene respetar las siguientes normas:

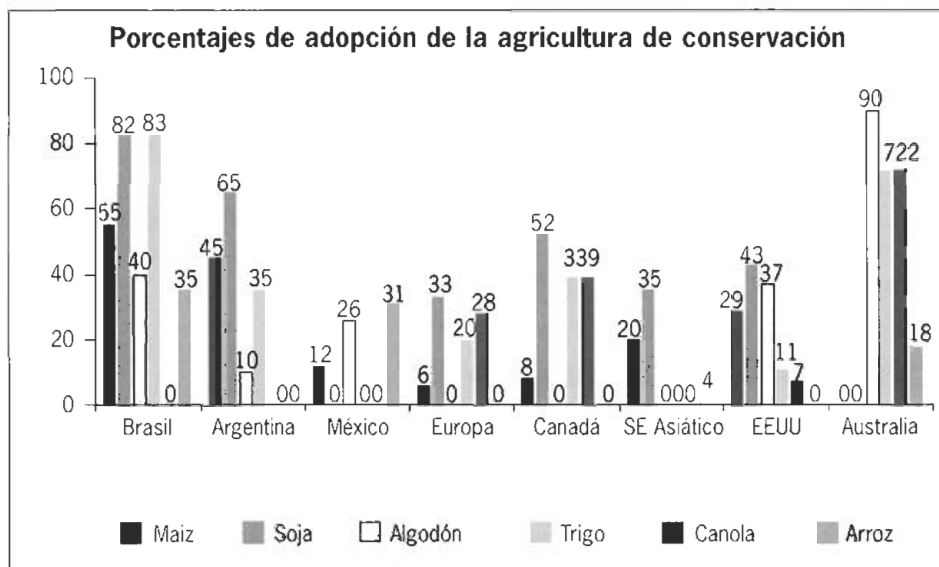
- preparar la mezcla de aplicación en lugares apartados de cauces donde puede circular agua corriente
- respetar bandas de 6-10 m de anchura con vegetación viva en el borde de la parcela por donde la escorrentía del agua en caso de tormenta puede pasar al cauce de un río o corriente continua de agua
- aplicar evitando que la pulverización alcance a cauces con agua corriente
- al final del tratamiento, limpiar el equipo en lugares apartados de cauces donde puede circular agua corriente.

CONTRIBUCIÓN A LA SOSTENIBILIDAD

Durante los últimos años se viene insistiendo en foros nacionales, europeos y mundiales sobre la necesidad de avanzar hacia actividades económicas más sostenibles. En la Estrategia Española de Desarrollo Sostenible (<http://www.esp-sostenible.net/>), éste se define como el que satisface las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades (en una sociedad solidaria, con un crecimiento económico equilibrado, usando con prudencia los recursos naturales y conservando el medio ambiente). Mientras que apenas se discute el papel de la moderna tecnología agrícola -que incluye fitosanitarios, fertilizantes, mecanización, variedades genéticamente mejoradas y otras técnicas autorizadas- para aumentar la competitividad, a menudo se implica que es a costa de menoscabar a calidad y otros parámetros sociales y medioambientales, por lo que es oportuno revisar si esta percepción se corresponde con la realidad.

El empleo de los herbicidas autorizados en la agricultura de conservación es positivo desde el punto de vista de la sostenibilidad por la solución que ofrece al problema de la erosión del suelo, por su mayor compatibilidad con el hábitat de la fauna terrestre y otros componentes vivos de nuestros suelos (según la Comunicación reciente de la Comisión Europea, la masa de los organismos vivos en una hectárea puede llegar a 25 toneladas!), para obtener aguas superficiales más limpias y para mitigar el problema del aumento de emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero. No hay que olvidar que la agricultura y los bosques ocupan el 77% de la superficie europea, por lo que los beneficios de las medidas adoptadas en este entorno pueden ser cuantiosos.

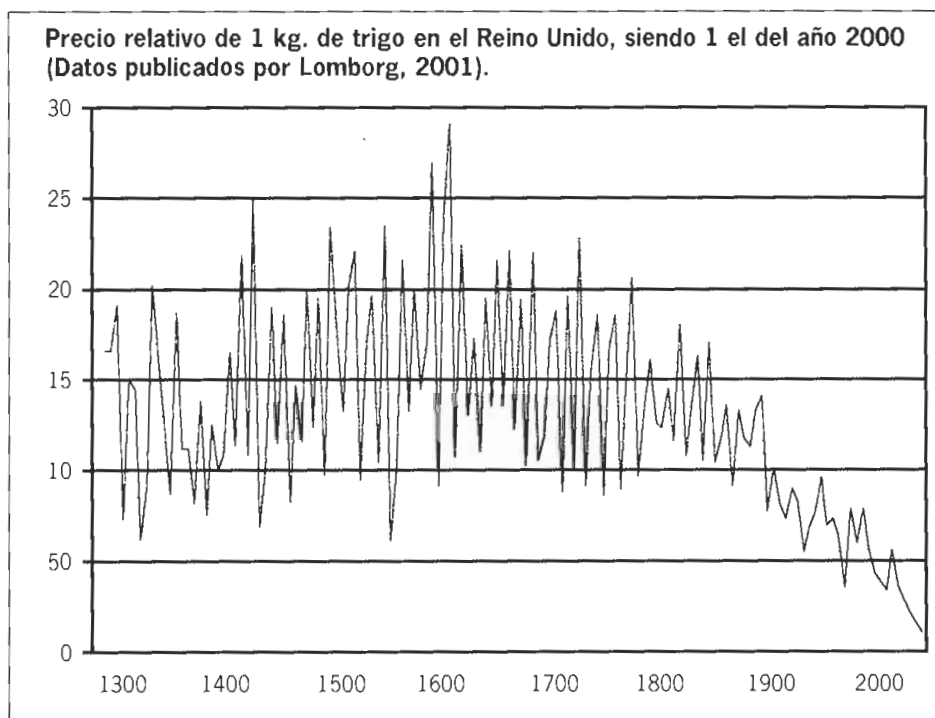
De esta forma, y contando con un mayor apoyo de las autoridades españolas y europeas, esperamos que el empleo de la agricultura de conservación en la agricultura europea llegue a los porcentajes de adopción que hoy se han alcanzado en otros países, como se ilustra en el gráfico adjunto (Monsanto, 2002).



Por otra parte, como además de ser sostenibles hay que parecerlo, es recomendable una mayor participación de técnicos y asociaciones de agricultores en la *comunicación* de beneficios que no siempre son bien comprendidos por el resto de la sociedad. Nos referimos a las siguientes aspectos:

Los beneficios para el agricultor se comparten con el consumidor

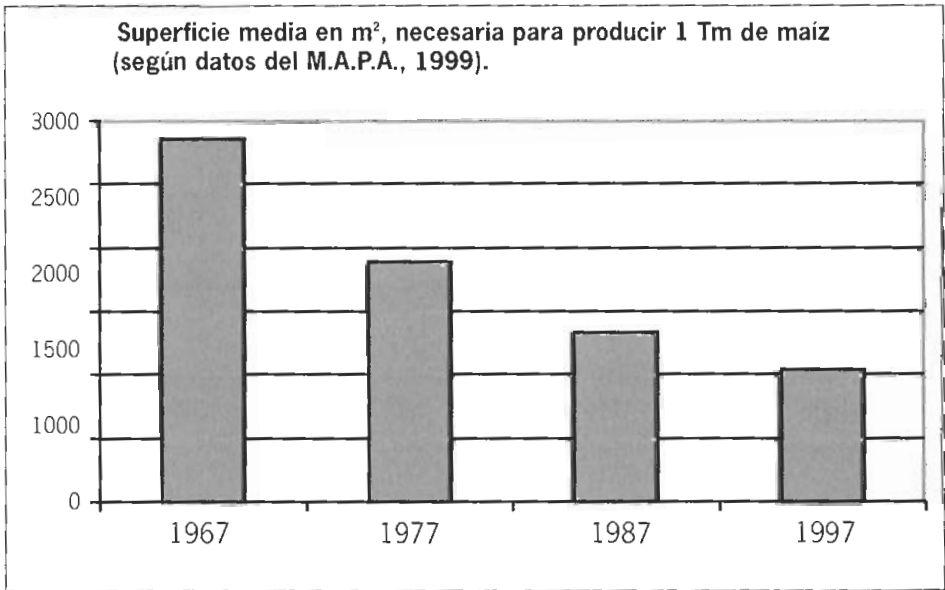
El alejamiento entre agricultores y consumidores, precisamente gracias a la mayor eficiencia que permite la especialización, ha tenido el efecto colateral de que muchos consumidores perciben como ajenos los problemas y alegrías de los agricultores. Por eso se desprecian algunos avances que "benefician sólo a los agricultores". La realidad es que los avances en tecnología agraria han disipado las predicciones de Malthus haciendo posible un abaratamiento impresionante del precio de los alimentos básicos, como puede observarse en el siguiente en la siguiente figura.



Una evolución similar podría encontrarse en España, pues mientras que a mitad del siglo XX un jornal equivalía a tres Kg. de cereal, a finales de siglo equivale a unos 200 Kg. (Cerdá-Olmedo, 2000). Como en otros campos de la actividad humana, este logro se ha conseguido gracias al uso juicioso de las nuevas tecnologías, y los nuevos beneficios acaban siendo compartidos con todos los eslabones de la cadena alimentaria, incluyendo a los consumidores.

La eficiencia favorece al medio ambiente

La eficiencia es considerada un avance positivo en la industria, el transporte y los servicios, pero cuando se habla de "agricultura productivista" es generalmente de forma peyorativa. La verdad es que cuando se ha detectado algún problema debido al abuso de un medio de producción, la culpa no es de la tecnología -en principio neutra, como pueden serlo la electricidad o el acero- sino del mal uso que algunas personas han hecho de ella, frecuentemente perjudicando también sus propios intereses. De la misma forma que algunos conductores imprudentes no deben comprometer el uso sensato del automóvil por el resto de la sociedad, tampoco es razonable hacer pagar a justos por pecadores cuando se encuentran abusos en el empleo de fitosanitarios, fertilizantes o cualquier otro medio de producción. Puesto que productos como fitosanitarios, variedades genéticamente modificadas, etc., están autorizadas sólo bajo unas recomendaciones de empleo que eviten consecuencias adversas, cuando la tecnología agraria se usa correctamente la eficiencia en la producción contribuye positivamente a la sostenibilidad. Veamos, como ejemplo, como han evolucionado en España las necesidades de suelo para producir una tonelada de maíz.



La máxima eficiencia en el uso del suelo es importante, pues cualquier tipo de agricultura representa una drástica alteración de la biodiversidad y representa la principal amenaza para los escasos espacios naturales del planeta. Podría presentarse un gráfico similar comparando la evolución en necesidades de recursos limitados como agua de riego, fertilizantes, o energía, y en el caso de la agricultura de

conservación, proponemos la comparación de litros de combustible necesarios para obtener una tonelada de producción agraria. Los que piensen en la importación de productos como alternativa al cultivo local deben considerar que, además de las implicaciones sociales y pérdida de puestos de trabajo, el impacto de la producir cada tonelada de alimento puede acabar siendo superior en países donde la tecnología productiva está menos desarrollada, especialmente si los controles medioambientales no son tan estrictos como en la Unión Europea. Si el desarrollo de automóviles capaces de recorrer 100 Km. con 3 litros de combustible es ecológico, también lo es el desarrollo de nuevas técnicas o variedades vegetales que precisen menos suelo, agua y energía para producir una tonelada de alimento.

EL PAPEL DE LAS LEGUMINOSAS

Las leguminosas grano han jugado un papel destacado en la alimentación española, hasta el punto de que garbanzos, alubias o lentejas son claros exponentes de la dieta mediterránea. No obstante, las vicisitudes de la política agraria y las tendencias hacia la especialización han conducido a que los tres cultivos citados, que en 1950 sumaban 619.000 hectáreas, ocupen solo unas 126.200 hectáreas en 2003 (Boletín Mensual de Estadística del MAPA, 2003). Y, por si fuera poco, con un balance comercial deficitario como puede observarse en el siguiente cuadro (Anuario Estadístico del MAPA, 2001).

Cultivo	Producción española en miles de Tm	Importaciones en miles de Tm (provisional 2001)	Exportaciones en miles de Tm (provisional 2001)
Garbanzos	53,3	72,5	4,8
Judías secas	18,4	56,4	4,7
Lentejas	17,3	49,0	1,4

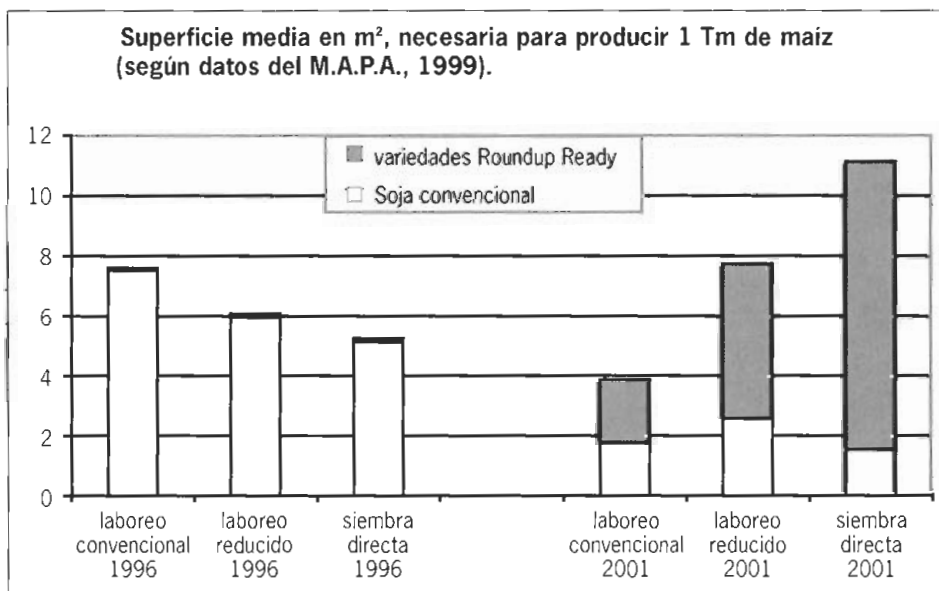
Por otra parte, las leguminosas grano para alimentación del ganado, también han experimentado un descenso continuado, empujado por las dificultades en el cultivo de habas para grano, si bien en los últimos años se está produciendo un cierto aumento en cultivos como vezas o yeros.

Sin entrar en profundidad en la conveniencia de importar estas producciones, pues la huella ecológica en los países de origen puede ser superior a la que tendría en España, es indiscutible que sería muy recomendable una mayor superficie dedicada a leguminosas grano en nuestro país, como alternativa al monocultivo de cereales. Sería muy deseable tanto desde el punto de vista agronómico como medioambiental y sin duda facilitaría una mayor adopción de la agricultura de conservación,

pues la rotación de cultivos es esencial para reducir al mínimo los problemas de establecimiento del cultivo y de control de plagas, enfermedades y malas hierbas.

Con el uso correcto de modernas sembradoras, que aseguran el firme contacto de las semillas con el suelo sin necesidad de laboreos previos, hemos observado en España que la siembra directa puede dar resultados satisfactorios en leguminosas como habas, yeros, garbanzos, vezas, y soja en segunda cosecha tras cereales.

Un ejemplo de la sinergia entre el cultivo de leguminosas y la agricultura de conservación lo tenemos en las rotaciones con soja en Estados Unidos, Argentina y Brasil, donde el control de malas hierbas se ha simplificado enormemente con la introducción de variedades Roundup Ready*, genéticamente tolerantes a glifosato. De acuerdo con una encuesta entre 452 agricultores de la "American Soybean Association" (Costa y otros, 2001).



CONCLUSIONES

Cuando se habla tanto de una agricultura multifuncional, capaz de aportar a la sociedad otros beneficios además del aporte de alimentos, los logros como la protección del suelo frente a la erosión o la disminución en las emisiones de CO₂ merecen mayor notoriedad. Estos aspectos son los más relevantes en la Europa mediterránea y figuran entre los 6 principales problemas al iniciar el siglo XXI (European Environment Agency, 1999).

La protección del suelo es urgente en una parte importante de nuestro territorio, pues las pérdidas anuales por erosión superan su capacidad de regeneración. Los criterios para reducir la erosión han sido definidos, y existen equipos asequibles, herbicidas respetuosos con el medio ambiente y agricultores preparados dispuestos a cultivar los campos manteniendo el suelo cubierto continuamente de plantas vivas o restos vegetales en más de un 30% de su superficie. Para que esta disposición se convierta en realidad sólo es necesario que los resultados de conservación del suelo se reconozcan adecuadamente en las ayudas agroambientales, con parámetros de sostenibilidad que contemplen los niveles de producción.

Finalmente, es preciso estimular la mejora genética y el cultivo de especies leguminosas, pues su recuperación es recomendable para restablecer los niveles de biodiversidad y paisaje que demanda la sociedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cerdá-Olmedo, E., 2000. Ingeniería de la diversidad. Discurso de ingreso en la Academia de Ingeniería, Madrid, 33p.

Costa, J., Fernández, J., González, J., Novillo, C., Rodríguez, J.J. y Valera, A., 2001. Agricultura de conservación más fácil con variedades Roundup Ready*. Congreso 2001 de la Sociedad Española de Malherbología, 305-309.

ECAF, 1999. Agricultura de Conservación en Europa: Aspectos Ambientales, Económicos y Administrativos en la UE. ECAF, Bruselas, 23 p.

European Environment Agency, 1995. Medio Ambiente en Europa. El Informe Dobris. Trad. Española publicada en 1998 por el Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 712 p.

European Environment Agency, 1999. Environment in the European Union at the turn of the century. European Environment Agency, Copenhagen, 446 p.

European Environment Agency, 2000. Annual Report 1999. European Environment Agency, Copenhagen, 59 p.

Lomborg, B., 2001. The Sceptical Environmentalist. Cambridge University Press, London, 515 p.

Monsanto, 2002. Fulfilling Our Pledge. 2000-2001 Report. 24 p.

*Roundup y Roundup Ready son marcas registradas de Monsanto.

UNA PERSPECTIVA DE LA EVOLUCIÓN DEL CULTIVO DE LAS LEGUMINOSAS GRANO DE ESPAÑA

De la Cuadra*, C; De la Rosa*, L.; Laguna, R**

*CRF-INIA, Apdo. 1045, 28800 Alcalá de Henares, Madrid

** ITACyL, Apdo. 172, 47080 Valladolid

1. Introducción

Durante siglos la agricultura ha sido una actividad de subsistencia. En esta agricultura que las leguminosas estuvieron destinadas a suministrar proteínas. En nuestro país y hasta la primera mitad del siglo XX, el aporte de proteína en la dieta de hombres y animales estaba constituido mayoritariamente por leguminosas. Otras de sus funciones importantes fue la de fertilizar la tierra, sin que los seres humanos que las cultivaban tuvieran el conocimiento exacto de ese aporte. El suministro de proteína para humanos y animales y de fertilidad para la tierra, que el cultivo y consumo de leguminosas supone, se ha mantenido hasta fechas muy recientes y el daño del abandono de estos cultivos y disminución del consumo de sus productos, ha sido señalado numerosas veces en la literatura científica.

Si analizamos los datos estadísticos de FAO, en cuanto a superficies, rendimientos y producciones mundiales de los principales cultivos de leguminosas y cereales, llama la atención que las superficies dedicadas a cereales es 9,5 veces superior a la dedicada a las leguminosas, 669.080.749 has frente a 70.988.744 has. Por su parte la producción es 38 veces superior en las primeras que en las segundas. De lo dicho se desprende que, además de diferencias en superficie, el rendimiento de los dos grupos de cultivos es sorprendente. Así, mientras que en la mayoría de los cereales la media supera los dos mil kilos por hectárea, sin tener en cuenta el maíz que supera los cuatro mil, en el caso de las leguminosas para grano ninguna alcanza rendimientos medios similares y, sólo en algunos casos, los guisantes proteaginosos pueden acercarse a estas cifras, lo que se debe al apoyo de la PAC y de programas internacionales de investigación y mejora.

Al igual que sucede a escala mundial, en el caso de la **Unión Europea** no son comparables las superficies dedicadas a trigo y cebada, treinta y ocho millones de hectáreas, con los dos millones dedicados a guisante. La relación en cuanto a superficie es 9,63 veces y en cuanto a producción 27 veces mayor en el caso de los cereales. En cuanto a los rendimientos, la media de los cereales es de 5.500 kg/ha y la de las leguminosas de 1.300 kg/ha.

Refiriéndonos a **España**, las superficies ocupadas por cultivos de cereales es catorce veces la ocupada por cultivos de leguminosas y la producción de los pri-

meros es casi 45 veces las de los segundos, siendo el rendimiento de los cereales de 2.500 kg/ha mientras que no suelen llegar a la tonelada por hectárea los cultivos de leguminosas.

Más grave es la situación de muchas leguminosas tradicionales españolas, que no llegan a entrar en las estadísticas porque su cultivo es residual. Prueba de ello es la práctica desaparición en nuestros campos de la almorta, la algarroba, la alholva y los titarros.

Este problema ya se manifestó en las Primeras Jornadas Técnicas sobre leguminosas grano, que tuvo lugar en Palencia en 1992. Hoy, diez años después y en la siguientes Jornadas que abarcan trabajos sobre todas las leguminosas, parece interesante analizar la evolución que han vivido estos cultivos.

2. Evolución en España de los principales cultivos de leguminosas

Para comprender la situación actual del cultivo de leguminosas en España, es necesario partir de la aceptación de que la situación actual es heredera del abandono del cultivo de leguminosas en nuestro país, que alcanzó un mínimo histórico en 1993, año en el que sólo se dedicó a las leguminosas una superficie total de 211.000 ha. Esa errónea situación, motivó la celebración de las Primeras Jornadas de Leguminosas de grano, celebradas ese año en Palencia, jornadas en las que se hizo un gran esfuerzo por reconducir la situación y ofrecer conclusiones válidas para futuras actuaciones (Franco-Jubete y Ramos, 1996). Hoy, diez años después, podemos empezar a disfrutar de un ligero optimismo ya que, en la mayoría de las especies, han aumentado modestamente las superficies, las producciones y los rendimientos.

Como se ha indicado en la introducción la situación de "pariente pobre" de los principales cultivos de leguminosas respecto a los principales cereales es una situación mundial. Este hecho no puede ser motivo de disculpa para no actuar, pero tampoco podemos olvidarlo porque los acuerdos políticos y, sobre todo, económicos de escala mundial nos van a afectar indiscutiblemente. La sociedad global debe ser correctamente dirigida y necesita ser ajustada y modificada en muchos aspectos, pero creo que no es evitable.

La Unión Europea es el primer colectivo internacional en el que batallar contra el desinterés por las leguminosas en general y por las típicamente mediterráneas en particular. Miembros de la Asociación Española de Leguminosas trabajaron junto a técnicos del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación en la elaboración de unas recomendaciones en el caso del llamado "mal de las vacas locas", en las que se ponían de manifiesto la necesidad de apoyar estos cultivos tan importantes, entre otras cosas, para la nutrición animal.

La situación en España viene influida, desde luego, por todo lo anterior, pero en un país con tantísima tradición de ingestión de legumbres, tanto en alimentación humana como animal, en el que los beneficios medioambientales son sobradamente conocidos y experimentados y que posee una enorme riqueza en agro-diversidad, las políticas nacionales y autonómicas deberán subsanar las deficiencias que en este tema tienen las políticas internacionales y muy especialmente las de la PAC.

En la Tabla 1 se presenta la evolución en España de la superficie, producción y rendimiento de las principales leguminosas desde 1992 a 2002.

Además de la ligera recuperación antes señalada, que se extrae del análisis de los datos de la Tabla 1, se destacan a continuación aspectos más concretos de cada uno de los cultivos mostrados. En algunos casos, hay grandes aumentos de superficie como ocurre con las vezas, los yeros y los guisantes consecuencia de apoyos especiales a estos cultivos. Hay aumentos más modestos, pero muy significativos, como el de nuestros tradicionales garbanzos o la recuperación del altramuz casi totalmente abandonado en 1992. Por último cabe destacar el claro descenso de la judía que contrasta con el esfuerzo por conseguir que este cultivo de productos de calidad altamente competitivos desde un punto de vista económico.

Tabla 1: Superficies cultivadas (ha), producciones (tn) y rendimientos (kg/ha) de los principales cultivos de leguminosas de grano en España durante los años 1992, 1997 y 2002. Fuente: www.fao.org. Fuente *: www.mapya.es

CULTIVOS	DATOS	1992	1997	2002	2002-1992
Judías	Superficie	60.682	10.878	11.900	-48.782
	Producción	36.081	16.298	15.800	-20.281
	Rendimiento	595	498	1.328	+733
Habas	Superficie	26.100	12.953	37.080	+10.980
	Producción	32.800	13.625	41.600	+8.800
	Rendimiento	1.257	1.052	1.122	-135
Lentejas	Superficie	33.200	32.925	29.678	-3.522
	Producción	10.600	16.899	23.900	+13.300
	Rendimiento	319	513	805	+486
Guisantes	Superficie	7.100	60.282	79.004	+71.904
	Producción	8.400	58.448	90.500	+82.100
	Rendimiento	1.183	970	1.146	-37
Garbanzo	Superficie	44.000	95.943	88.304	+44.304
	Producción	30.100	75.055	72.500	+42.400
	Rendimiento	684	782	821	137

(Continúa página siguiente)

CULTIVOS	DATOS	1992	1997	2002	2002-1992
Vevas	Superficie	51.200	271.152	168.179	+116.979
	Producción	23.000	147.062	131.100	+108.100
	Rendimiento	449	542	780	+331
*Altramuz	Superficie	2.000	15.768	16.718	+14.718
	Producción	1.100	10.675	11.500	+10.400
	Rendimiento	550	677	688	+138
*Yeros	Superficie	15.700	66.771	118.879	+103.179
	Producción	8.300	42.036	98.300	+90.000
	Rendimiento	529	630	827	+298
TOTALES	Superficie	240.000	566.672	549.742	+309.742
	Producción	150.381	380.098	485.200	+334.819
	Rendimiento	627	671	883	+256

Los rendimientos, que junto a la superficie nos van a propiciar una mayor o menor producción, no siempre concuerdan con los aumentos de superficie de cultivo. Así las lentejas y judías, cuyas superficies de cultivos descienden, tienen los mayores aumentos de rendimiento, lo que concuerda con la razón que se apuntó anteriormente respecto a la judía. Menores áreas de cultivo, pero con mayores rendimientos y calidad, para propiciar un precio altamente competitivo parece la vía escogida para la defensa de estos cultivos. El resto de las leguminosas muestran aumentos de sus producciones, lo que se confirman si tenemos en cuenta los datos de los años no mostrados. Estos datos resultan también informativos en el cultivo de habas que muestra un pequeño descenso en su rendimiento. En cualquier caso, la superficie cultivada tiene por sí misma un valor, independientemente de la producción o de los precios en mercado, ya que las leguminosas propician grandes beneficios ambientales.

A continuación se presenta la evolución de los principales cultivos de leguminosas durante la última década.

Judía. El fuerte descenso de la superficie de este cultivo tuvo lugar entre 1993 y 1994, periodo en el que se abandonaron 49.925 hectáreas, lo que supone el descenso que se aprecia entre 1992 y 2002. La mejora de la productividad se refleja por primera vez en los datos de 1997, y sigue subiendo a lo largo de los siguientes años. El descenso entre 2001, en el que los rendimientos superan los 1.700 kg/ha, y los de 2002 (1328 kg/ha) pueden reflejar un problema particular del año o bien una disminución artificial de los datos, aún provisionales, del 2002 de la FAO.

Haba. Entre 1992-97 se produjo una importante disminución de superficie. 1998 supuso el punto de inflexión en esta tendencia. A partir este año hay una lige-

ra recuperación hasta que en 2002 se triplica la superficie respecto a los tres años anteriores. El descenso de rendimiento que puede observarse en la Tabla 1, refleja realmente un comportamiento irregular de este índice en el cultivo, cuya media de 929 Kg/ha tiene una desviación de 226 Kg/ha. Es fácil detectar que, entre otras cosas, las irregularidades climáticas actuales están afectando a este cultivo.

Lenteja. Este cultivo se mantiene muy constante en cuanto a superficie ocupada, aunque puede apreciarse una disminución entre 1998 y 2000. En 1996 se da una clara mejora en el rendimiento que se mantiene hasta una nueva subida en el 2000.

Guisante. Desde 1997 hasta 2001 se produce un descenso progresivo de la superficie de cultivo, que cae hasta las 34.205 hectáreas en 2001. No se puede por ello saber si el aumento en 2002, en el que se duplica la media de los cinco años anteriores, se mantendrá posteriormente. Hubo un descenso de los rendimientos durante los años 1993 y 1994 produciéndose posteriormente un aumento progresivo hasta la actualidad.

Garbanzo. El descenso de superficie de este cultivo se ha producido principalmente entre 1999 y 2001, el ascenso en 2002 puede señalar una recuperación que sólo podrá confirmarse en años posteriores. Los rendimientos van mejorando progresivamente si exceptuamos alguna caída clara como la de 1998 debida a condiciones particulares de esa campaña que posteriormente no se confirman como una tendencia si no como una excepción.

Veza. La cantidad de superficie cultivada se muestra fluctuante en este periodo. Los rendimientos mejoraron muy apreciablemente en 1966 y 2001, esta mejora de rendimientos no es puntual si no que marca una tendencia en los años posteriores, siendo actualmente la leguminosa a la que se dedica en España una mayor superficie de cultivo.

Altramuz. En 1995 la superficie cultivada ya había aumentado hasta las 19.327 hectáreas, estabilizándose posteriormente en los alrededores de las quince mil, con la excepción de 2001 en el que sólo 9700 hectáreas fueron cultivadas. La mejora de los rendimientos se mantiene desde 1996, si exceptuamos descensos puntuales que no fueron confirmados en años siguientes.

Yero. Se han producido grandes aumentos de superficie cultivada desde 1997. El rendimiento fluctúa anualmente entre los 630 y los 870 kilos por hectáreas, si se exceptúa la caída hasta los 340 que se produjo en 1999 el peor año para la producción total de leguminosas durante el periodo 1996-2002.

3. Cultivo de leguminosas por Comunidades Autónomas.

En la Tabla 2 se presentan los datos totales de superficie y producción de leguminosas grano en las Comunidades Autónomas en las que estos cultivos son más importantes. Teniendo en cuenta estos datos, observamos que actualmente Castilla-La Mancha cultiva y produce el 40% de la superficie destinada a leguminosa, Castilla y León el 21% y Andalucía el 12%, repartiéndose el porcentaje restante entre las demás comunidades productoras de estos cultivos.

Tabla 2: Superficie (ha) y producción (tn) de leguminosas en las principales comunidades autónomas productoras de España.

CCAA		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Cataluña	Superficie	4.684	4.071	3.846	3.745	3.368	2.918	3.091	3.289
	Producción	4.893	5.635	4.399	4.893	3.515	3.067	3.200	4.700
Aragón	Superficie	35.111	104.816	63.377	46.474	39.095	31.456	34.687	37.728
	Producción	16.028	57.744	61.222	16.028	27.301	20.485	24.100	40.000
Castilla y León	Superficie	79.918	76.663	72.265	59.738	73.403	82.742	83.575	117.215
	Producción	51.217	77.937	63.333	51.217	75.727	95.972	63.000	91.100
Andalucía	Superficie	102.968	123.252	98.967	77.586	71.123	57.029	50.103	71.030
	Producción	46.451	85.201	82.437	46.451	19.886	34.882	37.192	63.212
Castilla-La Mancha	Superficie	171.306	271.379	258.514	237.770	248.667	200.790	205.887	220.525
	Producción	33.507	197.254	127.922	33.507	91.125	191.187	117.800	194.700

Si se analiza la distribución de cada especie (datos no mostrados), se puede destacar la tendencia general a mantener y mejorar los cultivos que son tradicionales en cada zona. Así aumentan y se afianzan las judías en Galicia, los altramuces en Extremadura y Castilla y León, las habas en Cataluña, Andalucía y Extremadura, etc.

Por último, se debe recordar que numerosas especies utilizadas en el pasado tienen ahora solo una presencia testimonial. Estos cultivos no presentados en los datos, por ser sus superficies excesivamente pequeñas, deben ser defendidas por su enorme interés medioambiental y su capacidad para ofrecer soluciones interesantes para problemas concretos. El creciente interés en la recuperación de cultivos tradicionales de leguminosas se puede ilustrar con alguna de las solicitudes de material que se han recibido recientemente en el CRF, en muchos casos relacionados con medidas agroambientales o de alimentación animal, como son el uso de titarros rastreros como cobertura de suelos en plantaciones de leñosas o el interés que ha resurgido en la provincia de Toledo por el uso de algarrobas para alimentación de perdicés.

4. Conclusiones:

El aumento progresivo de superficies, producciones y rendimientos, de las leguminosas para grano, que se han dado estos últimos años dan lugar a un cierto optimismo, aunque las superficies de cultivo deben ser claramente aumentadas.

Los programas de mejora han tenido un efecto claro sobre los rendimientos, pero hay que tener en cuenta para el futuro los estreses bióticos o abióticos que pueden propiciar las irregularidades climáticas y el movimiento de semillas aún poco controlado.

Se manifiesta la importancia de la difusión de los resultados de la investigación hacia el sector y la elaboración de propuestas para elevar a las administraciones.

Los esfuerzos por la recuperación de cultivos abandonados tienen un gran interés ambiental, que puede ser acompañado del económico si se desarrollan nuevas utilizaciones.

5. Referencias:

FAOSTAT Database 2003. <http://www.fao.org>

Franco-Jubete, F y Ramos, A. 1996. El cultivo de las leguminosas grano en Castilla y León. Junta de Castilla y León. Valladolid

MAPA 1999. Anuario de Estadística Agroalimentaria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid

MAPA 2002. Hechos y cifras del sector agroalimentario (6ª edición). Madrid

MAPA 2003. <http://www.mapya.es/estadística>

ANÁLISIS DE LA ALERGINICIDAD DE LEGUMINOSAS UTILIZADAS COMO ADITIVOS O INGREDIENTES ALIMENTARIOS

Carmen Cuadrado, Mercedes Muzquiz, Eva Guillamón, Carmen Goyoaga, Pilar Altares, Alejandro Varela, Mercedes M. Pedrosa y Carmen Burbano.

Dpto. de Tecnología de Alimentos, SGIT-INIA,
Apdo. 8111, 28080 Madrid, Spain.

INTRODUCCION

La alergia (hipersensibilidad) a alimentos es una respuesta anormal del sistema inmunitario a determinados componentes de los alimentos. Se han documentado más de 170 alimentos diferentes como causa de alergia alimentaria, entre ellos se encuentran las leguminosas, tanto por su consumo como tales alimentos, como por su uso en forma de ingredientes o aditivos en otros alimentos (alergenos "ocultos") (1). Entre estos últimos el lupino y algarrobo se utilizan para alimentación humana en formas diversas. Las aplicaciones de la harina del lupino están enfocadas en la industria panadera y pastelera por sus propiedades multifuncionales (2) y su progresiva utilización como ingrediente nutritivo es posiblemente la causa de que en los últimos años se hayan comunicado reacciones alérgicas a dicho alimento en EEUU, España y Francia. Se han identificado varias proteínas de lupino como posibles alérgenos, algunos de ellos con reactividad cruzada con cacahuete (3). La harina de semillas de algarrobo o "garrofines" se utiliza principalmente en preparados dietéticos, con algunos de los cuales se han detectado casos de reacciones alérgicas (4); sin embargo, no se han identificado ni caracterizado sus proteínas alérgicas, ni se ha evaluado el grado de reactividad cruzada con otras leguminosas.

Por otra parte, está demostrada la utilidad de las técnicas de procesado para aumentar la calidad nutritiva de leguminosas, incrementando la digestibilidad de nutrientes y eliminando sustancias antinutritivas y/o tóxicas. En concreto, los tratamientos térmicos pueden actuar inactivando factores proteicos pero su efecto sobre proteínas alérgicas de leguminosas está poco estudiado (5).

El objetivo de este trabajo es identificar y caracterizar los alérgenos de lupino y algarrobo para establecer su verdadera relevancia alérgica, conocer su relación inmunoquímica con otros alimentos y completar el estudio de seguridad para su consumo humano.

MATERIAL Y METODOS

Para el presente trabajo se utilizaron 2 variedades de lupino (*Lupinus albus*): Multolupa y Marta procedentes del SIA de Badajoz y 4 líneas de mejora de algarrobo (*Ceratonía siliqua*): Banya de Cabra, Matalafera, Duraio y Rojal procedentes IRTA de Mas Bové (Tarragona). La var Multolupa de *L. albus* se sometió a diferentes tratamientos térmicos en agua destilada y tampón 0,05M Tris-HCl salino (0,05N NaCl, pH 8,0): a) cocción durante 15, 30 y 60 min., b) cocción en autoclave 5, 20 y 30 min. a 121°C y 138°C, c) microondas (700 y 900 W durante 10, 20 y 30 min.) y d) extrusión/cocción (67 % lupino + 33 % maíz). En el caso del algarrobo se determinó el rendimiento de vainas y semillas y la proporción de cotiledón y endospermo (goma) de las semillas tras remojo a 50°C. Las variedades Duraio y Matalafera se sometieron además a otros tratamientos: remojo a Tª ambiente y cocción durante 90 min.

Extracción de proteínas

Los extractos alergénicos de lupino y algarrobo crudo y tratado se obtuvieron a partir de 1g de harina desengrasada (6) extraída (x2) con 10 ml de tampón 0,05M Tris-HCl salino (0,05N NaCl, pH 8,0) en agitación durante 1h a 4°C. Los sobrenadantes combinados obtenidos tras centrifugar a 27.000g (20 min, 4°C) se sometieron a 48h de diálisis frente a agua destilada utilizando membranas de 3.500 daltons de volumen de exclusión. La valoración de la proteína soluble se realizó por el método Bradford.

Electroforesis

Se realizó mediante geles de poliacrilamida en condiciones desnaturizantes (SDS-PAGE) utilizando dos métodos electroforéticos basados en el sistema discontinuo de Laemmli (7): (i) geles Criterion (Bio-Rad) Bis-Tris del 15% con 0,025M Tris-Glicina como tampón de electroforesis y (ii) Criterion XT (Bio-Rad) Bis-Tris del 12% con MOPS como tampón de electroforesis. Tras realizar la electroforesis a 200V los geles se sometieron a tinción con azul de Coomassie.

Inmunodetección

Se realizó tras electrotransferencia de las proteínas previamente separadas por SDS-PAGE a membranas de PVDF y mediante incubación con los sueros individuales y sueros pool, seguido de la incubación con anticuerpo monoclonal anti-IgE y un anticuerpo anti-monoclonal y sistema de revelado mediante quimioluminiscencia. Se han utilizado 22 muestras de suero de pacientes con anticuerpos IgE específicos a lupino de la seroteca del Laboratorio del Servicio de Alergia del Hospital Universitario Doce de Octubre con el criterio de "niveles de IgE específica a lupino mayor o igual a 0,7 kU/l". Aquellas proteínas reconocidas por más del 50% de los sueros se han considerado como alérgenos principales.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del contenido de proteína total en lupino y algarrobo crudo indicaron que apenas existen diferencias entre las distintas variedades analizadas de cada especie (Tabla1). Los datos obtenidos con los distintos tratamientos realizados en *L. albus* var Multolupa muestran que el tratamiento térmico disminuye la cantidad proteína total en todos los casos y que la máxima disminución se produce con los tratamientos de autoclave (1,9-2,6 g/100 g). En el caso de algarrobo, la cocción también produce una reducción en el contenido de proteína mientras que los tratamientos con remojo a 50°C son los más eficaces en cuanto a la cantidad de proteína extraída. Este tratamiento se aplicó al resto de las variedades obteniéndose 28,08 g/100g de proteína en la var. Rojal y un 25,89 g/100g en la var. Banya de Cabra.

Tabla 1. Contenido de proteína total (g/100 g) en lupino y algarrobo crudo y procesado.

<i>Lupinus albus</i>		<i>Ceratonía siliqua</i>	
Var. Marta	18,31	Var. Duraio:	
Var. Multolupa	21,4	Remojo a T ^a ambiente	33,36
Cocción	4,5-10,7	Cocción 90 min.	19,95
Autoclave	1,9-2,6	Remojo a 50°C	37,18
Microondas	13,9-17,5	Var. Matalafera:	
Extrusión/cocción	8,31	Remojo a T ^a ambiente	30,57
		Remojo a 50°C	31,03

El análisis electroforético de los extractos de proteína total de lupino y algarrobo indicaron que no había diferencias entre las variedades analizadas dentro de cada especie. Sin embargo, se observaron grandes diferencias en los patrones de SDS-PAGE entre las semillas de lupino control (sin tratar) y los tratamientos térmicos realizados, excepto para microondas y extrusión-cocción que apenas difieren del lupino crudo. El análisis realizado con algarrobo indicó que existen diferencias en el perfil electroforético entre las muestras remojadas a T^a ambiente y las sometidas a 50° C en la var. Duraio, sin embargo en la var. Matalafera los perfiles mostrados son idénticos. Los resultados de inmunodetección realizados con extracto proteico de lupino indicaron que hay proteínas de lupino que reaccionan positivamente frente al suero IgE de pacientes alérgicos. En el inmunobloting se detectaron bandas positivas en más del 50% de los sueros en las zonas de 34,5 kD y 21,2 kD. Estas proteínas podrían ser los alérgenos mayoritarios de esta especie.

BIBLIOGRAFIA

1. Pascual CY, Crespo JF, Sanchez-Pastor S, Padiál MA, Diaz-Pena JM, Martín-Munoz F, Martín-Esteban M. Allergy to lentils in Mediterranean pediatric patients. *J Allergy Clin Immunol* 1999; 103:154-8.
2. Willing PE, Carreno P, Urrutia X, Lopez L, Ballester D. Sensory evaluation and acceptability of cookies enriched with sweet lupin flour (*Lupinus albus* cv Multolupa). *J Food Sci* 1987; 52:1434-5.
3. Moneret-Vautrin DE, Guerin L, Kanny G, Flabbee J, Fremont S, Morisset M. Cross-allergenicity of peanut and lupine: the risk of lupine allergy in patients allergic to peanuts. *J Allergy Clin Immunol* 1999; 104:883-8.
4. Van der Brempt X, Ledent C, Mairesse M. Rhinitis and asthma caused by occupational exposure to carob bean flour. *J Allergy Clin Immunol* 1992; 90:1008-10.
5. Ibañez Sendin D, Martínez San Ireneo M, Marañón Lizana F, Fernández Caldas E, Alonso Lebrero E, Laso Borrego T. Specific IgE determination to crude and boiled lentil (*Lens culinaris*) extract in lentil sensitive children and controls. *Allergy* 1999; 54:1209-14.
6. Melo SL, Ferreira RB, Teixeira AN. The seed storage proteins from *Lupinus albus*. *Phytochemistry* 1994; 37, 3: 641-648
7. Laemmli UK. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature (Lond.)* 1970; 227: 680-685.

CRITÉRIOS MORFOLÓGICOS DE SELECÇÃO DE GENÓTIPOS DE GRÃO DE BICO (*Cicer arietinum* L.) PARA AMBIENTE MEDITERRÂNICO

Isabel DUARTE e Manuel TAVARES-DE-SOUSA
Estação Nacional de Melhoramento de Plantas
Apt. 6, 7350-951 Elvas, Portugal

RESUMO

O grão de bico (*Cicer arietinum* L.) é a terceira leguminosa para grão mais importante a nível mundial, bem conhecida pela riqueza proteica das suas sementes. Além da proteína esta leguminosa apresenta teores elevados de hidratos de carbono, sendo por isso uma importante fornecedora de energia nas dietas alimentares.

Apesar do grão de bico ser uma cultura tradicional de Primavera sofre quebras acentuadas de rendimento quando sujeito a longos períodos de seca durante o desenvolvimento reprodutivo. As variações climáticas características do clima Mediterrânico impõem novas orientações no programa de melhoramento de grão de bico, que foram adoptadas neste trabalho, que teve como objectivo geral: desenvolver novas linhas de grão de bico resistentes às doenças e adaptadas a diferentes ambientes e sistemas de produção.

Da comparação dos resultados obtidos em sequeiro e regadio, pode referir-se que à medida que o ambiente se torna mais seco, as características que permitem a adaptação dos genótipos tornam-se mais importantes. A interpretação das análises de correlação múltipla e do 'path coefficient' sugerem que os componentes do rendimento e os parâmetros morfológicos mais importantes, para quantificar o rendimento final, são o número de vagens por planta, o número de sementes por planta, o peso de 100 sementes e o intervalo reprodutivo. Este facto, reforça a necessidade de centrar esforços no estudo pormenorizado da fase reprodutiva e da data de entrada em floração, de modo a maximizar o intervalo reprodutivo (IR), sobretudo nas situações de sequeiro. A rega, como recurso durante os longos períodos secos, mantém as plantas hidratadas permitindo que estas se mantenham verdes e em crescimento durante mais tempo.

Os critérios de selecção devem ser múltiplos e complementares, conjugando resistência à seca, elevado potencial produtivo em ambiente favorável, e estabilidade de produção, com o objectivo de produzir variedades adequadas às condições de sequeiro das regiões Mediterrânicas. Para ambientes mais secos, procuram-se genótipos que acelerem o ciclo vegetativo, para escapar ao stress final, de modo a iniciar e a finalizar o período reprodutivo mais cedo e atingir rendimentos mais estáveis em situação de déficit de fim de ciclo.

COMPUESTOS FENÓLICOS BIOACTIVOS EN LA TESTA DE LENTEJAS (*Lens culinaris*) Y GUISANTES (*Pisum sativum*).

M. Dueñas, T. Hernández, I. Estrella
Instituto de Fermentaciones Industriales, CSIC, C/ Juan de la Cierva, 3.
28006 Madrid. Teléfono: 91-5622900; Fax: 34-915644853;
e-mail: thernandez@ifi.csic.es

En los últimos años es creciente el número de estudios epidemiológicos en los que se han establecido una relación entre el alto consumo de alimentos ricos en compuestos bioactivos y la prevención de enfermedades cardiovasculares, cáncer etc (Shrikhande, 2000).

Las legumbres como alimentos de origen vegetal, contienen compuestos fenólicos considerados componentes bioactivos, debido a sus propiedades, antioxidante, antimutagénica, antiinflamatoria, etc. Dentro del amplio número de familias fenólicas, los flavonoides son los que presentan mayor actividad antioxidante.

La composición fenólica de las legumbres varía en función de las especies y variedades y su distribución en las distintas partes de la semilla es diferente, tanto cualitativa como cuantitativamente.

El objetivo de este trabajo es el estudio pormenorizado de la composición fenólica de la testa de dos variedades de lentejas (Pardina y Castellana) y dos de guisantes (ZP-849 y Fidelia), de distinto origen geográfico y con testa de color oscuro. La testa de las semillas se separa manualmente y se tritura en un molino de bolas. La identificación y cuantificación de los compuestos fenólicos se realizó por HPLC-PAD y HPLC-MS, según el método descrito por Dueñas y col. (2002).

Lenteja (*Lens culinaris*): En la testa de las dos variedades se han identificado 34 compuestos fenólicos entre los que se encuentran mayoritariamente compuestos flavonoideos. Destaca la alta concentración de (+)-catequina 3-O glucósido, entre los monómeros de flavan 3-ol (914,5-1633,8 mg/g), y de los dímeros de procianidina, B₃, B₁ y B₂, siendo la B₃ la mayoritaria (445,3-869,9 mg/g).

Tabla 1. Porcentaje (%) de grupos de compuestos fenólicos en la testa de lenteja.

Grupos	Pardina 1	Pardina 2	Castellana 1	Castellana 2
Acidos hidroxibenzoicos	0,69	0,72	1,10	1,60
Acidos hidroxicinámicos	0,47	0,26	0,64	1,25
Catequinas	37,02	35,65	41,59	39,13
Prodelfinidinas	17,62	11,68	11,71	16,74
Dímeros de procianidina	23,53	24,49	31,85	26,33
Trímeros de procianidina	10,87	11,59	7,21	8,33
Tetrámeros de procianidina	0,40	1,30	1,64	1,27
Procianidinas galoiladas	2,98	2,20	2,28	2,95
Glicósidos flavonoles	2,86	7,07	0,73	0,41
Glicósidos de flavonas	3,32	4,91	1,05	1,76
Glucósido de resveratrol	0,23	0,14	0,18	0,23

También se han identificado trímeros y tetrámeros de procianidina y de prodelfinidina, derivados galoilados y glicósidos de miricetina y quercetina (9,6-323,8mg/g) y de flavona de apigenina y luteolina (33,2-224,8mg/g). En mucha menor concentración se han encontrado compuestos no flavonoideos, hidroxibenzoicos (28,4-37,7mg/g) e hidroxicinámicos (11,8-29,5mg/g). Se ha identificado por primera vez en lenteja el resveratrol 3-O glucósido (Dueñas y col., 2002).

Del cálculo de los porcentajes de los diferentes grupos de compuestos fenólicos respecto al contenido total (Tabla 1) se deduce que los monómeros y polímeros de flavan-3-ol constituyen el grupo mayoritario en todas las muestras, correspondiendo a los dímeros de procianidina los mayores porcentajes (31,8%-23,5%). Las diferencias más marcadas entre las variedades corresponden a flavonoles y flavonas, siendo la variedad Pardina la más rica en este tipo de compuestos.

Guisante (*Pisum sativum*): En la testa de las dos variedades se han identificado 25 compuestos fenólicos, hidroxibenzoicos (105,3-240,2mg/g) e hidroxicinámicos (13,4-53,9mg/g) en forma libre y esterificados con ácido málico, flavonoideos como monómeros y oligómeros de prodelfinidina (17,4-118,4mg/g) y glicósidos de flavonol y de flavona (201,7-394,5mg/g). Se han identificado por primera vez en guisantes, los ácidos *p*-hidroxibenzoil-málico, *p*-cumaroil-málico *trans* y feruloil-málico *trans*, un glicósido de tetrahidroxidihidrocalcona y el resveratrol 3-O glucósido.

En la Tabla 2 se muestran los porcentajes de los grupos de compuestos fenólicos, de donde se deducen las grandes diferencias entre variedades, presentando la variedad Fidelia un mayor porcentaje en glicósidos de flavonol y flavona y de compuestos hidroxibenzoicos.

Tabla 2. Porcentaje (%) de los grupos compuestos fenólicos en la testa de guisantes

Grupo	ZP-849	Fidelia
Compuestos hidroxibenzoicos	16,28	32,28
Compuestos hidroxicinámicos	2,06	7,25
Catequinas y Prodelphinidinas	19,11	2,34
Glicósidos de flavonol y flavona	30,90	53,15
Tetrahidroxidihidrocalcona	31,79	4,07
Glucósido de resveratrol	nd	0,89

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que la testa de lentejas y guisantes oscuros son sustratos ricos en compuestos fenólicos con estructura flavonoidea, lo que coincide con los datos obtenidos en la testa de lenteja por Ronzio y col. (1998). Por esta razón estos sustratos pueden utilizarse como fuente natural de antioxidantes, para reforzar la funcionalidad de algunos alimentos, lo que es de gran interés en la industria alimentaria.

BIBLIOGRAFIA

- Dueñas M, Hernández T, Estrella I. (2002). *European Food Research and Technology*, 215:478-483.
- Shrikhande A.J. (2000). *Food Research International* 33:469-474.
- Ronzio RA, Muanza DN, Sparks WS (1998). United States Patent 5, 762, 936.

RESISTENCIA A ENFERMEDADES EN GUISANTE

Sara Fondevilla¹, Ana M. Torres¹, Eleonora Barilli^{1,2} y Diego Rubiales²

¹ CIFA, Alameda del obispo, Apdo.4240, E-14080 Córdoba

² CSIC, Instituto Agricultura Sostenible, Apdo.4084, E-14080 Córdoba

El cultivo del guisante se fue imponiendo en Andalucía a principios de la década de los 90 gracias a su potencial e interés, y a los esfuerzos de la Administración por fomentar su cultivo a través de subvenciones a la superficie. Pero estas ayudas económicas a los agricultores no fueron acompañadas de una inversión en I+D que permitiera conocer el cultivo y su problemática. Al no fomentarse el uso de semilla certificada, las empresas no consideraron rentable iniciar programas de mejora específicos para estas condiciones, limitándose a comercializar las variedades disponibles, obtenidas en otros países con unas condiciones distintas a las nuestras. El guisante dio unos resultados muy esperanzadores en los secanos andaluces en los años 1992-1996 lo que permitió pasar en 3 años de 2.000 a 40.000 Has con grandes expectativas de aumento. No obstante, como era previsible al no estar esa extensión del cultivo acompañada de la necesaria labor de investigación y mejora para esas condiciones, en la campaña 1995-1996 hubo graves problemas sanitarios debidos fundamentalmente a los ataques de jopo (*Orobanche crenata*) y ascoquitos (*Micosphaerella pinodes*) (Rubiales *et al.*, 1999, 2003). Se podría decir que ese intento poco planificado de potenciar el cultivo del guisante a base de subvenciones a la superficie, sin hacer la suficiente inversión en investigación, desarrollo tecnológico y regulación del cultivo, desgraciadamente ha tenido consecuencias funestas. Para reintroducir esta leguminosa de tanto potencial en las rotaciones de secano andaluzas, y para potenciar su expansión en el resto de España es de vital importancia disponer de variedades resistentes a las enfermedades

En el resto de España no tienen el problema del jopo, pero sí de ascoquitos, y en menor medida de oidio (*Erysiphe pisi*) y roya (*Uromyces pisi*). El mildiu (*Peronospora viciae*) y la bacteriosis (*Pseudomonas syringae*) son enfermedades graves en zonas frías de Castilla León. El SIDTA de Valladolid sigue un programa de mejora propio, con prioridad en caracteres agronómicos y resistencia a bacteriosis, frío y sequía. Las peculiares condiciones climáticas de Andalucía son completamente distintas a las del resto de Europa, por lo que incidencia e importancia relativa de las enfermedades varían.

El problema del jopo ha despertado el interés de diversos programas de mejora nacionales (CIFA-UCO) e internacionales (ICARDA), pero sus trabajos se han centrado en habas, lentejas o vezas. Así, en habas, la resistencia descrita hasta el momento es cuantitativa, pero el gran desconocido es el guisante. Fue por esa falta de información, y aprovechando la experiencia acumulada en Córdoba en estudios

sobre esta planta parásita, por lo que hemos iniciado estudios de resistencia a jopo en guisante. Se han puesto a punto métodos de evaluación por resistencia a jopo en campo, maceta e *in vitro* que han sido indispensables en la identificación y en la caracterización y mapeo de la resistencia. Con las líneas resistentes encontradas hemos iniciado un programa de mejora por resistencia a jopo.

Posteriormente, iniciamos estudios preliminares sobre resistencia a otras enfermedades en guisante. Hemos encontrado resistencia a ascoquitosis (*M. pinodes*) (Fondevilla *et al.* 2001), oidio (*Erysiphe pisi*) y roya (*Uromyces pisi*) en entradas de algunas especies silvestres (*P. fulvum*, *P. elatius* y *P. arvense* entre otros) que se han hibridado con éxito con el guisante cultivado (Rubiales *et al.* 1999, 2003). En la actualidad estamos abordando el estudio de la herencia de la resistencia detectada hasta el momento en *P. sativum* y en otros *Pisum*. La resistencia a jopo y a *M. pinodes* parece estar controlada por un sistema poligénico por lo que, pese a su importancia biológica y económica, resulta difícil de manipular en programas de mejora convencional. Es por ello que hemos iniciado estudios a nivel molecular encaminados a localizar QTLs y/o genes de acción cualitativa que controlen la resistencia a jopo y ascoquitosis en guisante. La mejora asistida por marcadores se ha convertido en una herramienta de gran ayuda en la mejora, al permitir la selección para caracteres, como estos, de gran importancia económica pero herencia compleja. Lo poco que conocemos sobre resistencia a roya, indica que tampoco hay resistencia hipersensitiva y no hay una clara raza-especificidad. Las diferencias detectadas hasta el momento entre las entradas son sólo cuantitativas (Rubiales *et al.*, 2002), aunque no descartamos la identificación de una resistencia de tipo cualitativo tras una búsqueda más intensa, tal como ocurrió en habas. En cambio, en oidio se han descrito dos genes de resistencia recesivos (*er1* y *er2*). En nuestro grupo hemos desvelado como actúan estos genes y hemos hallado un nuevo tipo de resistencia completa mas estable a las variaciones ambientales que las actualmente descritas. Esta resistencia presente en *P. fulvum* es un carácter dominante que da lugar a una muerte celular hipersensitiva que detiene el desarrollo de la enfermedad.

Los trabajos descritos están encaminados a la caracterización de los distintos mecanismos de resistencia y al estudio de su herencia, con el objetivo final de combinarlos en variedades adaptadas mediante cruzamiento y selección. Para ello se desarrollarán, paralelamente, las herramientas moleculares que faciliten dicha selección y la obtención de nuevas variedades de un modo más eficiente y económico.

Fondevilla, S., C.M. Ávila, J.I. Cubero and D. Rubiales, 2001. Resistance to *Mycosphaerella pinodes* in wild accessions of *Pisum*. Proc. 4th European Conference on grain legumes, pp. 180-181, Ed. AEP, Cracow, Poland.

Rubiales, D., A. Pérez-de-Luque, J.C. Sillero and J.I. Cubero, 2002. Screening for resistance to rusts in grain legumes. *En*: A. Ramos y R. Laguna (eds.), Standardisation diseases resistance screenings in grain legumes germplasm banks. pp. 117-127.

Rubiales, D., M.T. Moreno and J.C. Sillero, 2003. Search for resistance to crenate broomrape (*Orobanche crenata*) in pea germplasm. Genetic Resources and Crop Evolution, in press.

Rubiales D., A. Pérez-de-Luque, J.I. Cubero and J.C. Sillero, 2003. Crenate broomrape (*Orobanche crenata*) infection in field pea cultivars. Crop Protection, 22: 865-872.

Rubiales, D., J.C. Sillero and J.I. Cubero, 1999. Broomrape (*Orobanche crenata*) as a major constraint for pea cultivation in southern Spain. In: Cubero *et al.* (eds) Resistance to *Orobanche*: the state of the art., pp. 83-89, Junta de Andalucía, Sevilla.

MEJORA GENETICA DEL GARBANZO EN CORDOBA

J. Gil¹, J. Rubio², C. Martínez², J.I. Cubero¹, M.T. Moreno²

¹ Dpto de Genética, ETSIAM. Universidad de Córdoba, Apto. 3048. 14080 Córdoba

² Dpto. de Mejora y Agronomía, CIFA Alameda del Obispo, Apto. 3092. 14080 Córdoba

INTRODUCCION

Ya en el siglo II d. C. Columela, romano nacido en Cádiz, cita tres tipos de garbanzos que se cultivaban en aquella época en la península Ibérica: negros, rojos y blancos. Actualmente solo se cultivan los blancos, llegándose a cultivar los negros y rojos hasta no hace mucho; en los años 80 del siglo pasado aun se podían encontrar estos tipos de garbanzos que se dedicaban principalmente para alimentación animal. La causa de que se haya abandonado el cultivo de los tipos rojos y negros ha sido los bajos rendimientos que presenta esta especie (aprox. 700 K/ha), en el caso de los blancos, usados principalmente para consumo humano, el bajo rendimiento se compensa con el alto precio de su grano lo que explica que aun se sigan cultivando.

Son varias las causas que pueden explicar estos bajos rendimientos, por un lado el garbanzo tradicionalmente es un cultivo de primavera que no desarrolla mucha biomasa lo que en parte limita su producción de semilla. Por otro lado existen dos enfermedades, la rabia (*Ascochyta rabiei*) y la marchitez o seca (producida principalmente por *Fusarium oxysporum ssp ciceri*) que constituyen dos factores limitantes muy importantes de este cultivo. Finalmente, aunque se han desarrollado nuevas y mejores variedades estas no llegan fácilmente al agricultor debido a que al ser esta especie autógama su comercialización parece no interesar económicamente a las casas productoras de semillas.

PASADO, PRESENTE Y FUTURO

Durante los años 70 se desarrollaron las primeras líneas resistentes a rabia y adaptadas a condiciones mediterráneas en ICARDA (Centro internacional para la investigación agrícola ubicado en Siria). La resistencia a rabia permite la siembra del garbanzo en otoño - invierno, como consecuencia de esto las plantas desarrollan mas biomasa y los rendimientos se pueden duplicar o triplicar respecto a los garbanzos de siembra de primavera (Muehlbauer y Singh, 1987; Singh, 1990). Estas líneas resistentes a rabia fueron ensayadas y evaluadas en España como fruto de una colaboración que se inició en el año 1978 con ICARDA. Dos de las mejores de estas líneas fueron registradas como nuevas variedades de siembra invern

('Fardón' y 'Zegri') y fueron incluidas en el programa de cruzamientos que se inició en los años 80 en Córdoba. Otras líneas resistentes a fusarium y procedentes del ICRISAT (Centro internacional de investigación agrícola ubicado en la India) fueron también incluidas en este programa de cruzamientos. El objetivo fue obtener variedades resistentes a rabia y fusarium, con buena calidad del grano para consumo humano y buena adaptación a nuestras condiciones ambientales.

Como resultado del programa de cruzamientos, en los años 90 se registraron, en colaboración con KOIPESOL Semillas S.A. y en el marco de un proyecto europeo, cinco variedades de siembra invernal resistentes a rabia ('Kairo', 'Athenas', 'Bagdag', 'Krema' y 'Bianka'). Desde entonces hasta ahora se han ido incluyendo nuevas fuentes de resistencia en nuestro programa de cruzamientos así como líneas que poseen caracteres que pueden ser interesantes en la mejora de esta especie, generalmente relacionados con el porte de la planta, ciclo vegetativo y algún componente del rendimiento como el carácter doble vaina por nudo. Más recientemente, cuatro nuevas variedades resistentes a rabia y de siembra invernal han sido registradas por nuestro Grupo de Mejora ('Patio', 'Pringao', 'Juano' y 'Saborio'). Actualmente se encuentra en fase de registro una variedad resistente a rabia y fusariosis recomendada para alimentación animal ('Zoco'), otra resistente a fusariosis de siembra primaveral y de consumo humano ('Cavir') y otra resistente a rabia ('Pedroche') para consumo humano. El comportamiento de algunos de estos materiales desarrollados hasta ahora se puede ver en la tabla 1 donde se incluyen como testigos en los últimos ensayos de nuevas líneas avanzadas de selección.

LINEAS DE INVESTIGACION

Dentro de nuestro programa de cruzamientos se han desarrollado también materiales que se están empleando en el estudio genético de caracteres de interés agronómico, realización del mapa genético del garbanzo y en conocer la influencia que algunos caracteres de herencia simple tienen sobre el rendimiento en esta especie. Respecto a lo último, un estudio llevado a cabo durante cuatro años en diferentes localidades y con siembras de invierno y primavera ha dado como resultado que el porte semierecto y el ciclo precoz tienen una influencia positiva sobre el rendimiento, mientras que el carácter dos vainas por nudo no confiere un mayor rendimiento pero sí una mayor estabilidad a las líneas que lo poseen. Resultados que habrá que tener en cuenta en la selección de líneas más productivas.

Ante la necesidad actual de obtener proteínas vegetales para alimentación animal actualmente se ha comenzado un proyecto subvencionado por la Junta de Andalucía que tiene como objetivo la obtención de variedades de garbanzo de alto rendimiento para pienso, lo que contribuiría también a diversificar el cultivo de esta especie. Para tal fin la selección se va a realizar sobre materiales ya desarrollados procedentes de cruzamientos amplios dentro de la misma especie e incluso con

especies silvestres. El hecho de que los parentales en los cruzamientos estén muy distanciados genéticamente puede facilitar la aparición de nuevas combinaciones génicas que pueden dar lugar a la aparición de líneas con mayor potencial productivo, hipótesis que trataremos de probar en garbanzo. En otros cultivos como los cereales el uso de cruzamientos amplios incluso con especies silvestres cercanas ha contribuido a incrementar el rendimiento de estos (Prescott-Allen, 1988). Algunas líneas avanzadas de selección de garbanzo procedentes de este tipo de cruzamientos han sido ya incluidas en ensayos multilocalidades y presentan un buen comportamiento (Tabla 1; CA3025, CA3024 y CA3026), estas líneas son de ciclo precoz y de porte achaparrado o semierecto lo que viene a confirmar los resultados obtenidos en el estudio citado anteriormente.

CONCLUSIONES

En conclusión, podemos decir que la escasa labor de mejora realizada hasta los años 80 (Cubero et al, 1990) no es ya una de las causas que explique el bajo rendimiento medio del garbanzo en España y que el problema a resolver sería el acceso a las nuevas variedades por parte del agricultor. En la tabla 1 se puede observar como las primeras variedades desarrolladas, como 'Fardón', van siendo superadas por otras variedades o líneas más modernas. No obstante, no hay que olvidar que el éxito de las nuevas variedades dependerá también de un buen manejo agronómico, por lo que habría que informar al agricultor sobre aspectos tales como, buen estado fitosanitario de las semillas de siembra, tratamientos fitosanitarios y momentos adecuados de estos, herbicidas, rotación de cultivos, tipo de laboreo, fechas de siembra, etc.

REFERENCIAS

Cubero, J.I., Moreno, M.T. and Gil, J. 1990. Chickpea breeding in Spain. *Options Méditerranéennes; Serie A*, 9: 157-161.

Muehlbauer FJ and Singh KB 1987. Genetics of chickpea. In: M.C. Saxena and K.B. Singh, eds., *The Chickpea*, CAB International, pp. 99-127.

Prescott-Allen R. 1988. *Genes from the wild*. Earthscan Publications. London UK.

Singh KB 1990. Prospects of developing new genetic material and breeding methodologies for chickpea improvement. *Options Méditerranéennes; Serie A*, 9: 43-50

Tabla 1. Rendimiento medio de líneas avanzadas de selección de garbanzo correspondientes a diferentes ensayos de evaluación en siembra de invierno y primavera.

Córdoba			Mengíbar		
2001/02		2002/03		2002/03	
Línea	Rendimiento (k/ha) ^a	Línea	Rendimiento (k/ha)	Línea	Rendimiento (k/ha)
Invierno					
3023	3131 a	3025	1765 a	3025	3194 a
3024	3040 a	Zoco	1674 ab	3024	3164 ab
3026	3014 a	3036	1513 abc	3026	3096 abc
3025	2848 ab	3022	1508 abc	3036	3035 abcd
3022	2604 abc	3026	1507 abc	3018	2752 abcde
3021	2460 bcd	3024	1504 abc	3046	2741 abcde
3018	2389 bcde	3018	1469 abc	Pedroche	2510 bcde
3016	2285 cdef	Pedroche	1384 abc	Pringao	2499 cde
3017	2209 cdefg	3046	1363 abc	Zoco	2481 cde
3020	2035 defgh	3035	1306 bc	3016	2472 cde
Pringao	1888 efgh	3016	1254 bc	3030	2441 cde
Fardón	1766 fgh	3030	1235 c	Fardón	2383 def
3015	1639 h	Pringao	1181 c	3035	2312 ef
3019	931 i	Fardón	1143 c	3022	2184 ef
		3019	1117 c	3019	1751 f
	CV=14%		CV=18%		CV=15%
Primavera					
3026	849 a	Cavir	936 a	3026	1537 a
3024	844 a	3025	815 ab	Cavir	1404 ab
3022	825 a	3026	744 ab	Pringao	1288 bc
3025	767 ab	Zoco	662 abc	3025	1220 bcd
3023	716 abc	3022	643 abcd	Zoco	1217 bcd
Pringao	700 abc	3016	642 abcd	3022	1111 cde
3020	532 abc	Pringao	616 abcd	3024	1085 de
3021	524 abc	Pedroche	563 abcd	3016	1017 ef
Fardón	468 bc	3024	557 abcd	3018	892 fg
3018	451 bc	3018	509 bcd	3046	811 gh
3017	421 c	3019	278 cd	3019	641 h
3019	419 c	3046	267 d	Pedroche	632 h
	CV=31%		CV=38%		CV=10%

^aMedias con la misma letra no difieren significativamente para $P < 0.05$ mediante LSD

IDENTIFICACIÓN DE CEPAS NO TOXIGÉNICAS DEL PATÓGENO DE LA GRASA DE LAS JUDÍAS EN ESPAÑA

Ana Isabel González, Marcelino Pérez de la Vega, María Luisa Ruiz y Carlos Polanco
Área de Genética, F. Ciencias Biológicas y Ambientales, Univ. de León, 24071 León

INTRODUCCIÓN

Pseudomonas syringae pv. *phaseolicola* es el patógeno responsable de la enfermedad de la grasa en las judías. Bajos niveles de infección primaria de esta bacteria pueden originar fuertes pérdidas en los cultivos debido a su rápida diseminación bajo condiciones ambientales apropiadas. El mejor control práctico de esta grave enfermedad es el empleo de semillas libres de patógeno. Por ello, la necesidad de un ensayo altamente sensible y específico para identificar a esta bacteria ha llevado a desarrollar varios métodos basados en técnicas moleculares que permiten detectar en semilla la secuencia de ADN del cluster de genes para la faseolotoxina, toxina característica de este patógeno.

La aparición de halos cloróticos en las hojas que muestran las plantas infectadas son debidos a esta toxina, cuya producción está regulada por la temperatura disminuyendo progresivamente a temperaturas superiores a 18°C. La faseolotoxina inhibe a la OCTasa, una enzima involucrada en la biosíntesis de arginina. Los genes responsables de la producción de esta toxina se encuentran agrupados en un cluster que presenta ocho loci transcripcionales, de *phtA* a *phtH*. El patógeno resiste a su propia toxina porque posee una OCTasa resistente que está codificada por el gen *argK*, situado en proximidad a los genes para la faseolotoxina por lo que se denomina al conjunto de genes como el cluster *argK-tox* (Figura 1).

Las cepas que no producen faseolotoxina se denominan no toxigénicas y se pensaba que no tenían importancia epidemiológica, a pesar de que causan lesiones no distinguibles de las causadas por cepas toxigénicas (excepto la ausencia de halos cloróticos) y se multiplican en las plantas con las mismas tasas. En este trabajo se presentan datos que indican una amplia presencia de cepas no toxigénicas en los campos de cultivo de judía del norte de España y un análisis molecular que revela que estas cepas no son detectadas por los métodos moleculares desarrollados hasta la fecha, que están basados en la detección del cluster *argK-tox*.

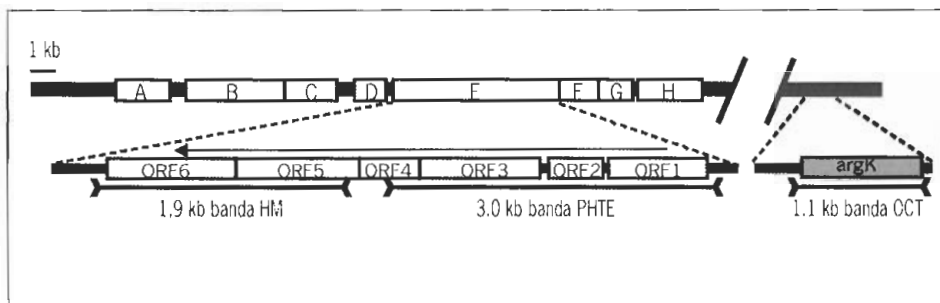


FIGURA 1.- Mapa de las regiones amplificadas que han sido empleadas para detectar la presencia del cluster de genes para la faseolotoxina y el gen de la OCTasa resistente a la faseolotoxina (*argK*), conocido como cluster *argK-tox*. Las cajas blancas superiores indican los loci funcionales para la producción de faseolotoxina (A a H) y las cajas blancas inferiores indican los marcos de lectura abiertos en el locus *phtE* (ORF1 a ORF6). El gen *argK* está situado dentro de un fragmento de 5 kb situado a continuación del locus H pero su localización precisa y orientación transcripcional no es conocida.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se han obtenido 46 aislados de *P. syringae* pv. *phaseolicola* a partir de plantas infectadas procedentes de diferentes campos de cultivo de la provincia de León durante los años 1999 a 2002. Su análisis mediante ensayos de inhibición de *E. coli* (Figura 2) ha revelado que ninguno de ellos produce faseolotoxina y su clasificación en una de las nueve razas descritas para este patógeno (Taylor et al. 1996), mediante infecciones controladas en cultivares control de judía, indicó que todos ellos correspondían a la raza 5. El análisis molecular amplificando distintas regiones del cluster *argK-tox* (Figura 1) mostró que ninguno de los 46 aislados presentan la citada región (Figura 2). El análisis de otras 62 cepas obtenidas de colecciones mantenidas en otros tres laboratorios (S: Dr. Stevens, Univ. of London, UK; T: Dr. Taylor, Horticultural Research International, Warwick, UK; A: Dra. Asensio, S.I.A., Valladolid) permitió identificar otras cepas no toxigénicas, pero todas ellas presentaban el cluster *argK-tox*, excepto las cepas de raza 5 que habían sido aisladas en campos de judías del norte de España.

Los trabajos de Sawada et al. (2002) han revelado un origen foráneo para el cluster *argK-tox* mediante transferencia horizontal desde una especie distante, por lo que nuestros resultados abren la cuestión sobre si la raza 5 no toxigénica es una forma antigua previa a la adquisición del cluster por el patógeno o si los mismos y desconocidos mecanismos involucrados en dicha adquisición han eliminado este fragmento de DNA del genoma de esta cepa.

La presencia de cepas silvestres no toxigénicas que causan la enfermedad de la grasa en las judías, pero no portan el cluster *argK-tox* representan un grave inconveniente para los métodos moleculares actuales de detección en semilla, incluido un nuevo método basado en el gen de la OCTasa (Mosqueda-Cano y Herrera-Estrella, 1997), ya que estas cepas no serían detectadas por ninguno de ellos y la enfermedad podría extenderse al sembrar semillas contaminadas. En particular, en áreas donde estas cepas no toxigénicas son frecuentes, como en el norte de España, la enfermedad de la grasa puede transmitirse fácilmente sin detección a nuevos campos de cultivo. Por ello es necesario identificar nuevas secuencias de DNA específicas para esta bacteria que permitan desarrollar nuevos métodos moleculares que detecten con una mejor resolución a este patógeno.

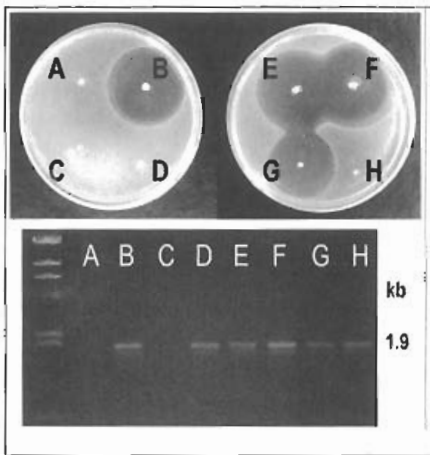


FIGURA 2.- Análisis de la producción de faseolotoxina empleando el ensayo de inhibición de crecimiento de *E. coli* (mitad superior) y de la presencia de la banda HM de 1.9 kb (mitad inferior) obtenida del cluster de genes para la faseolotoxina (ver Figura 1) para varias cepas. La presencia de las bandas PHTE de 3.0 kb y OCT de 1.1 kb mostró el mismo patrón que la banda HM (datos no mostrados). Marcador molecular: DNA del fago lambda digerido con *Hind*III. A, cepa N1; B, cepa 528^s; C, cepa 508^s; D, cepa 1375A^s; E, cepa 1375A^s; F, cepa 882^s; G, cepa 1281^s; H, cepa 1281^t.

Mosqueda-Cano G y Herrera-Estrella L, 1997. World J. Microbiol. Biotech. 13:463-467.

Sawada H, Kanaya M, Tsuda F, Suzuki K, et al., 2002. J. Mol. Evol. 54: 437-457.

Taylor JD, Teverson DM, Allen DJ, Pastor-Corrales M, 1996. Plant Pathol. 45: 469-478.

INTERPRETACIÓN DE LA INTERACCIÓN GENOTIPO X AMBIENTE EN GUISANTE PROTEAGINOSO MEDIANTE EL MODELO MULTIPLICATIVO AMMI, CON LA INCORPORACIÓN DE COVARIABLES GENOTÍPICAS Y AMBIENTALES

González, M.R.¹, Laguna, R.², Caminero, C.², Ayerbe, L.³, Ramos, A.²

¹: Dpto de Producción Vegetal y Silvopascicultura. ETSIAA de Palencia. Universidad de Valladolid.

²: Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. Valladolid

³: Centro de Recursos Fitogenéticos. INIA. Alcalá de Henares (Madrid).

OBJETIVOS

En este trabajo se analiza la interacción GxA en los valores del rendimiento en grano del guisante proteaginoso mediante el método multivariante AMMI, introduciendo en él distintas covariables genotípicas y ambientales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se ha estudiado un conjunto de 11 variedades comerciales europeas (3 españolas: CEA, ESL y GLO), 2 variedades locales españolas (LE1 y LE2) y 7 líneas de mejora de guisante proteaginoso (*Pisum sativum* L.), cultivándose en las fincas «La Canaleja», del INIA de Alcalá de Henares (Madrid) y «Zamadueñas», del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (Valladolid), durante las campañas 1993/94, 1994/95, 1995/96 y 1996/97. En cada localidad y año se estudiaron tres tratamientos distintos: uno de siembra en otoño en condiciones de secano, y otros dos de siembra en primavera, uno en secano y otro en regadío. En total han resultado 24 ambientes distintos, 12 en Madrid (M1-M12) y 12 en Valladolid (V13-V24). Se ha utilizado un diseño experimental en bloques completos al azar con 4 repeticiones.

En cada uno de los ambientes se ha realizado un seguimiento de los estados de desarrollo de los genotipos (nascencia, principio y final de floración, principio y final del estado límite de aborto y final de llenado del grano), caracterizando su morfología y perfil reproductivo (tipo de hojas, altura de las plantas, nudos hasta la primera vaina del tallo principal, etc.). Se ha evaluado el rendimiento en grano de cada genotipo y sus componentes, la producción total de biomasa y el índice de cosecha.

La interacción GxA se ha analizado mediante el método multivariante AMMI (análisis de los efectos principales aditivos e interacción multiplicativa), introducido por Mandel en 1971. En la representación del análisis se introducen posteriormente covariables genotípicas y ambientales, previamente seleccionadas de entre los parámetros de desarrollo del cultivo controlados y de entre las características termoplumiométricas más representativas de los ambientes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante el método de validación predictiva del análisis AMMI de Gauch y Zobel (1988), se ha determinado que el número óptimo de ejes de componentes principales de la interacción para los valores del rendimiento en grano es dos, generando así el modelo para el que el estadístico RMS-PD tiene un valor más bajo ($0,695 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$).

En este análisis multiplicativo, el primer término bilineal representó el 48% de la suma de cuadrados de la interacción GxA y el segundo eje el 24%.

En la figura 1 se representan los genotipos y ambientes en primer plano principal del AMMI. Los ambientes de Madrid se diferencian nitidamente de los de Valladolid. Dentro de los ambientes de Valladolid se agrupan, por un lado, los de secano (V15 y V16) y todos los del año 1995 (V14, V18, V22), con rendimientos muy bajos. Los ambientes más productivos (V15, V17 y V20) se agrupan en el primer cuadrante.

Los genotipos LLV1, ESL, AMI, LV5 y FRI son los más estables en cuanto a rendimiento por estar los más cercanos al origen (figura 1).

Los genotipos tardíos (GLO, JI2, LE1 y LE2) presentan interacción positiva con los ambientes de secano y las condiciones de Valladolid menos productivas, asociadas a heladas tardías en el mes de abril.

En la figura 1 se han representado las covariables genotípicas y ambientales con mayores coeficientes de determinación (R^2) en la regresión respecto a las coordenadas de genotipos y ambientes en los dos primeros ejes factoriales.

Los genotipos LE1, LE2, JI2 y GLO, todos ellos de talla alta, se asociaron positivamente con la media marginal de producción de biomasa en todos los ambientes (PTg). Por el contrario, las variedades PRO, FRD y FRI, de escaso desarrollo vegetativo, se asocian negativamente con esta covariable (figura 1). Los genotipos DES, LV1, LV2, LV3, CEA, ESL y AMI se asociaron negativamente con el número de tallos por planta y el porcentaje de proteína de la semilla.

El efecto principal ambiental fue positivamente correlacionado con las medias marginales de cada ambiente para la producción total de biomasa, número de vainas por unidad de superficie y peso de cien semillas (PTa, VTa, ICa y P100a), y negativamente correlacionado con la temperatura media del mes de mayo (covariable TM5). La mayor parte de los ambientes de Madrid están asociados positivamente con TM5, como lo están los de primavera-secano en Valladolid V22 y V23. Con las otras tres covariables ambientales representadas en la figura 1 (PTa, VTa y P100a) se asocian positivamente los ambientes de Valladolid (salvo V22 y V23) y negativamente los de Madrid.

Los resultados obtenidos confirman al análisis multiplicativo como una herramienta muy útil para cuantificar e interpretar la interacción GxA en guisante proteaginoso. Este estudio es un aspecto clave para optimizar los procesos de selección del material vegetal.

BIBLIOGRAFÍA

Mandel, J., (1971). A new analysis of variance model for non-additive data. 13: 1-18.

Gauch, H.G.; Zobel, R.W., (1988). Predictive and postdictive success of statistical analyses of yield trial. *Theor. Appl. Genet.*, 76: 1-10.

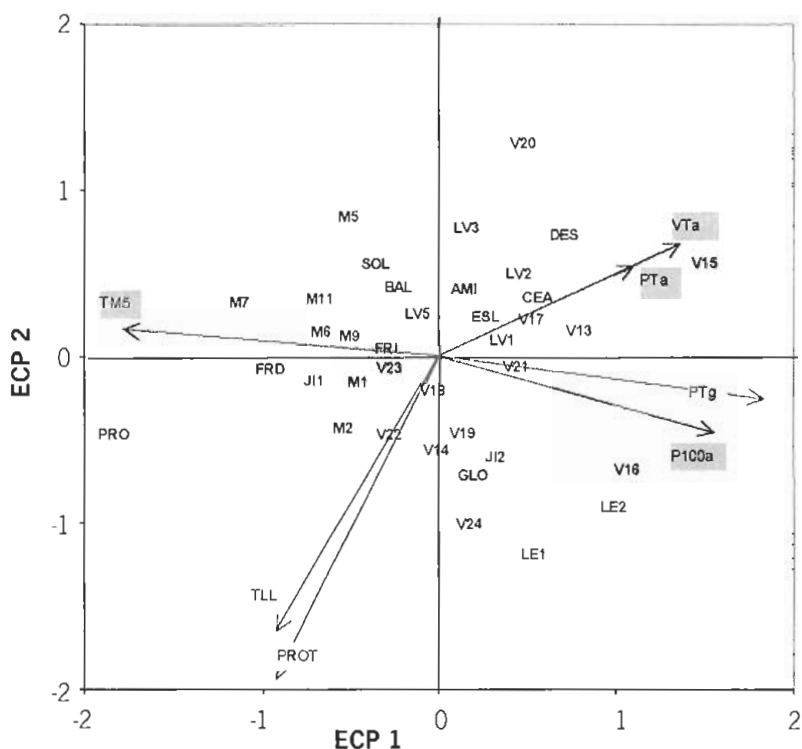


Figura 1: Representación de genotipos y ambientes respecto a los dos primeros ejes principales (ECP) del análisis AMMI del rendimiento en grano. Se añaden las direcciones de las covariables media de productividad total de biomasa de cada genotipo en todos los ambientes (PTg), número de tallos por planta (TLL), contenido en proteína del grano (PROT), media de productividad total de biomasa, vainas por unidad de superficie y peso de 100 semillas de cada ambiente para todos los genotipos (PTa, VTa y P100a) y temperatura media de mayo (TM5).

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN CASTILLA-LEÓN

Rosario Laguna Redondo
Instituto Tecnológico Agrario de Castilla-León (ITA)
Valladolid

ESTABLECIMIENTO DE UNA COLECCIÓN NUCLEAR DE GUISANTE MEDIANTE EL USO DE MARCADORES MOLECULARES

INIA. Acción estratégica: Conservación de Recursos Genéticos de Interés Agroalimentario

Coordinador del proyecto: Rosario Laguna Redondo

Clave: RF01-029-C2-2

Grupo Investigador: SIDTA (Valladolid) IRNA CSIC (Salamanca)

Duración del proyecto: 2002-2004

Objetivos específicos:

- 1. Obtener en el laboratorio métodos rápidos basados en técnicas de PCR para la identificación de variedades de guisante.**
Se están poniendo a punto métodos basados en AFLPs y en microsatélites.
- 2. Detectar las relaciones filogenéticas entre variedades.**
Se realizará mediante el empleo de programas de filogenia molecular una vez obtenidos los patrones de bandas.
- 3. Asociar determinados marcadores con marcadores con características fenotípicas.**

Aquellas bandas que aparezcan asociadas a estas características se podrán clonar y secuenciar para investigar la base molecular de importantes características fisiológicas y agronómicas.

ESTUDIO SOBRE LA GERMINACIÓN EN LA COLECCIÓN DE VARIEDADES LOCALES DE GUISANTES CONSERVADAS EN EL BANCO DE GERMOPLASMA DE VALLADOLID: OPTIMIZACIÓN Y ESTIMACIÓN DE LA VIABILIDAD MEDIANTE EL USO DE MARCADORES MOLECULARES.

INIA. Acción estratégica: Conservación y Utilización de Recursos Fitogenéticos

Coordinador del proyecto: Emilio Cervantes Ruiz de la Torre.

Clave: RF00-009-C2-2

Grupo Investigador: SIDTA (Valladolid) IRNA CSIC (Salamanca)

Duración del proyecto: 2001-2003

Objetivos específicos:

- 1. Estudiar el potencial germinativo de las semillas de guisante correspondientes a la variedades locales españolas de la colección de germoplasma del Servicio de Investigación y Desarrollo Agrario de la Junta de Castilla y León**

Se pretende identificar diferencias en el poder germinativo entre semillas con diferentes periodos de conservación

- 2. Identificar y utilizar marcadores moleculares para estimar la viabilidad de las semillas**

Se busca mejorar la germinación de aquellas variedades con dificultad para la germinación

- 3. Condiciones óptimas de germinación de las semillas de variedades locales españolas.**

Optimizar las mejores condiciones para obtener mayor porcentaje de germinación

NUEVOS ALIMENTOS ELABORADOS CON LEGUMINOSAS

Junta de Castilla y León

Grupo Investigador: SIDTA (Valladolid)

Duración del proyecto: 2002-2004

Objetivos específicos:

1. Intentar dar mayor valor añadido a las legumbres (alubias, garbanzos y lentejas)
2. Fomentar el aumento del consumo.
Las estrategias de actuación propuestas son dos:
 1. Mediante cambios en la gastronomía y presentación de los platos típicos de legumbres y la creación de otros nuevos.
 2. Presentando al consumidor las ventajas nutritivas de las legumbres.

OBTENCIÓN DE NUEVAS VARIEDADES DE GUISANTE PROTEAGINOSO ADAPTADOS A CONDICIONES SEMIÁRIDAS

Proyecto Sectorial Recursos y Tecnologías Agrarias

Coordinador del Proyecto: Alvaro Ramos.

Clave: RTA01-109-C2-1

Grupo Investigador: CRT (Madrid) Luis Ayerbe y SIDTA (Valladolid)

Objetivos específicos:

1. Iniciar la introducción de resistencia en las nuevas variedades al ataque de gorgojo (*Bruchus pisorum*).
2. Continuar con la introducción de resistencias y mejora en la calidad, que se vienen considerando desde el inicio de nuestro trabajo:
 - a) Resistencia a *Pseudomonas*.
 - b) Nuevas variedades más productivas que las actuales y adaptadas a nuestras condiciones medioambientales.
 - c) Líneas con bajo contenido en inhibidores de la tripsina y otros factores antinutricionales.
 - d) Variedades aptas para ser cosechadas mecánicamente y que presenten baja dehiscencia.
3. Estudiar la heredabilidad de caracteres fisiológicos de resistencia a la sequía mediante programas de cruzamientos entre genotipos ya identificados como altamente expresadores del carácter y genotipos con poca expresión. Se estudiarán los siguientes caracteres:
 - a) Ajuste osmótico.
 - b) Ceras epicuticulares.
 - c) Transpiración residual.
 - d) Color de la hoja.
4. Identificar marcadores moleculares en aquellos puntos en que sea posible para ayudar en el programa de mejora.
5. Identificar los caracteres fisiológicos, medibles con técnicas de teledetección, que contribuyen a mejorar el rendimiento en condiciones de escasez de agua y altas temperaturas.

DETECCIÓN DE RESISTENCIA A ESTRESSES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS EN LENTEJA, *Lens culinaris* Medik.

CICYT. I+D Agrario. Área Agricultura
Coordinador del proyecto: Marcelino Pérez de la Vega
Clave: CYH16TZ4
Grupo Investigador: Universidad de León y SIDTA (Valladolid)
Duración del proyecto: 2003-2005

Objetivos específicos:

4. Localización y mapeo de genes implicados en la resistencia/tolerancia al frío y Ascochyta . evaluación de la resistencia en materiales locales.

Se quiere conocer el número y tipo de genes implicados en la respuesta a estos dos estreses y su localización en el genoma así como disponer de los marcadores moleculares ligados a poca distancia de ellos

5. Análisis . genético de los genes implicados en la resistencia a patógenos

Se dispone de una cierta información sobre secuencias génicas en lenteja similares a genes implicados en resistencia a patógenos en plantas. Se pretende continuar en el aislamiento y estudios de estas secuencias y genes tratando de determinar cuales de ellos estarían implicados en la respuesta a Ascochyta.

6. Aplicación de la técnicas de cultivo in vitro

Se ha puesto a punto la técnica de micropropagación efectiva para lenteja, se pretende adaptarla para desarrollar ensayos in vitro de resistencia a Ascochyta.

GRAIN LEGUMES NEW STRATEGIES TO IMPROVE GRAIN LEGUMES FOR FOOD AND FEED

Sexto Programa Marco de la Unión Europea.

FP6-2002-FOOD-1-506223

Coordinador: Noel Ellis

Coordinador del Modulo 5 Genetic and FGenomics Tools: Gyorge Kiss

Objetivos:

- To define the impact and potential of improved grain legumes on optimised animal feed
- To understand the factors affecting grain legume seed quality and use.
- To develop the genomic and post-genomic tools needed to improve and sustain grain legume seed quality and supply.
- To coordinate and integrate grain legume research, to provide training in emerging technological approaches, to disseminate the results, and transfer technology to industry.

Nuestro grupo, junto con la Universidad de León está encargado del mapeo de la lenteja (modulo 5 apartado 4. 5)

VALIDACIÓN MEDIANTE ENSAYOS DE CAMPO DE NUEVAS VARIEDADES DE GARBANZO ASOCIADAS A BIOFERTILIZANTES MULTIFUNCIONALES EN ANDALUCÍA Y CASTILLA Y LEÓN

Proyecto Petri

Duración 2003-2004

Coordinador : Eustoquio Martínez Molina Universidad de Salamanca.

Objetivos:

1. Evaluar en condiciones reales de campo, para poner a disposición de las empresas implicadas, los microorganismos seleccionados y diseño final de Biofertilizantes multifuncionales, adaptados a las líneas de garbanzo seleccionadas y a las condiciones edáficas y climáticas de las regiones implicadas. Estos biofertilizantes estarán formados por dos tipos principales de bacterias: por un lado, unas cepas de *Mesorhizobium* y/o *Bradyrhizobium* que han sido aisladas, probadas y seleccionadas por los equipos de investigación involucrados en el presente proyecto de las zonas donde habitualmente se cultiva el garbanzo tanto en Andalucía como en Castilla-León,
2. Evaluar, para poner a disposición de las empresas implicadas, Germoplasma de variedades de garbanzo para siembra otoñal recolectado, mejorado y seleccionado tanto en España como en Centros Internacionales dedicados al desarrollo de programas en leguminosas-grano (ICARDA, ICRISAT, CIAT, etc.). Estas nuevas variedades unen a una buena calidad organoléptica, fruto de un Programa de Mejora Nacional, la incorporación de genes de resistencia a enfermedades tradicionales del garbanzo como la *Ascochyta rabiae*, que había impedido tradicionalmente las siembras de otoño-invierno en nuestro país, así como resistencia al frío, encharcamiento y otros factores bioclimáticos adversos.
3. Evaluar, para poner a disposición de las empresas implicadas, Germoplasma de variedades locales de alta calidad y adaptadas a las zonas tradicionales garbanceras de las regiones y empresas involucradas en el proyecto.
4. Desarrollar la tecnología agronómica más adecuada, en cada caso, para una utilización correcta del material biológico (variedades de garbanzo y sus inoculantes microbianos multifuncionales) que se deriven del proyecto.

TIPIFICACIÓN DE LA LENTEJA DE LA ARMUÑA, DEL GARBANZO DE FUENTESAÚCO Y DEL GARBANZO PEDROSILLANO. MEJORA GENÉTICA DE LENTEJA Y GARBANZO PARA CASTILLA Y LEÓN.

Junta de Castilla y León

Coordinador del proyecto: Rosario Laguna y Alvaro Ramos

Clave:

Grupo Investigador: SIDTA (Valladolid).

Duración del proyecto: 1999-2001.

El objetivo del proyecto es incrementar el poder adquisitivo del agricultor castellano mediante el aumento de la producción y estabilidad en los cultivos de lenteja y garbanzo, y en la calidad especialmente de la lenteja de la Armuña, el garbanzo de Fuentesauco y el garbanzo de Pedrosillano.

Objetivos específicos:

1. Obtención de genotipos únicos que respondan fenotípicamente a la lenteja de la Armuña, el garbanzo de Fuentesauco y el garbanzo de Pedrosillano. Estas líneas tipificadas y mejoradas satisfarán las exigencias organolépticas y servirán para obtener el título de Denominación de Origen para el garbanzo de Fuentesauco y el garbanzo de Pedrosillano. Dichos genotipos serán enviados al registro de variedades del INSPV.
2. Obtención de nuevas variedades de lentejas y garbanzos para otras regiones de Castilla y León con características de: alta productividad y uniformidad, siembra invernal y adaptada a la región, alta estabilidad de rendimiento, resistencia al frío, a la sequía, a las plagas y enfermedades, con baja o nula dehiscencia y caída de vainas, hábito de crecimiento de porte erecto y bajo encamado.

CONTROL INTEGRADO DE LA FUSARIOSIS VASCULAR DEL GARBANZO

Blanca B. Landa¹, Juan A. Navas-Cortés² y Rafael M. Jiménez-Díaz^{1,2}

¹ Departamento de Agronomía, ETSIAM, Universidad de Córdoba, Apartado 3048, 14080 Córdoba;

² Departamento de Protección de Cultivos, Instituto de Agricultura Sostenible, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Apartado 4084, 14080 Córdoba.

El control de la Fusariosis vascular del garbanzo es difícil de abordar y requiere de la integración de diversas medidas de control, ya que ninguna de las practicadas hasta el momento es completamente efectiva por sí sola (Navas-Cortés et al., 1998). En este trabajo presentamos los resultados de 3 años de investigaciones en experimentos llevados a cabo en condiciones de campo en microparcelas artificialmente infestadas con la raza 5 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* para evaluar la eficacia de una estrategia de control integrado de la Fusariosis vascular. Se ha evaluado la integración de diversas prácticas de control de la enfermedad incluyendo: i) la modificación de la fecha de siembra de marzo a enero y febrero, ii) uso de genotipos de garbanzo parcialmente resistentes (líneas mejoradas CA-252.10.1.1M y CA-255.2.5.0M), el cv. ICCV-4 mejorado genéticamente, y el ecotipo local Pedrosillano PV-61, y iii) tratamiento con agentes de biocontrol que se han mostrado efectivos en la supresión de la enfermedad (Landa et al., 2001; Hervás et al., 1998) incluyendo *Bacillus megaterium* RGAF51, *B. subtilis* GB03, *Pseudomonas fluorescens* RG26, y el aislado no patogénico de *F. oxysporum* Fo 90105.

Nuestros resultados confirman los obtenidos en anteriores investigaciones en nuestro grupo (Navas-Cortés et al., 1998; 2000) y demuestran que el adelanto de la fecha de siembra de comienzo de primavera a invierno contribuye a un retraso significativo en el comienzo de las epidemias, reduce la cantidad de enfermedad al final del ciclo del cultivo, e incrementa su rendimiento. El desarrollo de enfermedad en el tiempo estuvo relacionado linealmente con las condiciones ambientales. Así, la enfermedad comenzó antes y progresó con mayor rapidez en función del incremento de la temperatura media y la disminución de la precipitación acumulada. En las condiciones experimentales en las que se han desarrollado nuestras investigaciones, altamente favorables para el desarrollo de la enfermedad, el nivel de control de la Fusariosis vascular dependió en primer lugar de la fecha de siembra, y en menor medida del nivel de resistencia del genotipo de garbanzo y el agente de biocontrol aplicado.

El principal efecto de la aplicación de agentes de biocontrol fue un incremento en el rendimiento del cultivo. No obstante, este efecto estuvo influido por la fecha de siembra, determinante a su vez de la cantidad de enfermedad. La siembra en enero, más desfavorable para el desarrollo de la Fusariosis vascular, fue en la que

los agentes de biocontrol presentaron una menor eficacia. La siembra en febrero, con condiciones moderadamente favorables para la enfermedad, presentó los mayores incrementos de rendimiento del cultivo consecuencia de la aplicación de agentes de biocontrol. Finalmente, en la siembra tradicional de primavera en el mes de marzo, con condiciones más favorables para el desarrollo de la Fusariosis vascular, el efecto más destacado de los agentes de biocontrol fue un retraso en el comienzo de las epidemias y el incremento en la emergencia de las plántulas de garbanzo. *B. subtilis* GB03 y *P. fluorescens* RG 26 (aplicados individualmente o en combinación con el aislado no patógeno de *F. oxysporum* Fo 90105) fueron los agentes de biocontrol que se mostraron más efectivos en la supresión de la enfermedad, el retraso en el comienzo de las epidemias y el incremento del rendimiento, respectivamente. Nuestros resultados resaltan la importancia de los programas de control integrado de enfermedades que combinan prácticas de control parcialmente efectivas por sí mismas para alcanzar un nivel adecuado de control de la Fusariosis vascular e incremento del rendimiento en cultivos de garbanzo en las condiciones ambientales existentes en el sur de España.

Palabras clave: *Cicer arietinum*, control integrado de enfermedades, epidemiología cuantitativa, tratamientos de semilla, condiciones ambientales.

Literatura Citada

Hervás, A., Landa, B., Datnoff, L. E., y Jiménez-Díaz, R. M. 1998. Effects of commercial and indigenous microorganisms on Fusarium wilt development in chickpea. *Biological Control* 13:166-176.

Landa, B. B., Navas-Cortés, J. A., Hervás, A., y Jiménez-Díaz R. M. 2001. Influence of temperature and inoculum density of *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* on suppression of Fusarium wilt of chickpea by rhizosphere bacteria. *Phytopathology* 91:807-816.

Navas-Cortés, J. A., Hau, B., y Jiménez-Díaz, R. M. 1998. Effect of sowing date, host cultivar, and race of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* on development of Fusarium wilt of chickpea. *Phytopathology* 88:1338-1346.

Navas-Cortés, J. A., Hau, B., y Jiménez-Díaz, R. M. 2000. Yield loss in chickpeas in relation to development of Fusarium wilt epidemics. *Phytopathology* 90:1269-1278.

LAS LEGUMINOSAS DE GRANO Y LA NUEVA PAC

Andrés de León Llamazares
Ministerio de Agricultura y Pesca.
Dirección General de Agricultura (Madrid)

Se hará una exposición sintética de los sistemas de regulación del mercado de las leguminosas de grano, desde nuestra adhesión a la entonces Comunidad Económica Europea hasta el momento actual, y se valorarán sus efectos sobre el cultivo de las distintas especies.

A continuación se expondrá la nueva regulación de las leguminosas de grano en la Unión Europea, aprobada por el Consejo de Ministros de Agricultura de 29 de junio de 2003, intentando esbozar su repercusión futura en estos cultivos.

VENTAJAS AGRONOMICAS DE LAS LEGUMINOSAS EN LA ROTACION CEREALISTA.

Juan Antonio Lezáun San Martín, Alberto Lafarga Arnal y Ana Pilar Armesto
Instituto Técnico y de Gestión Agrícola
Avda Serapio Huici 20-22
Edificio Peritos
31610 VILLAVA (NAVARRA)

Resumen

Se han comparado diferentes rotaciones cuatrienales frente al monocultivo de trigo blando y se ha obtenido un incremento medio de cosecha de trigo de 10% anual en los dos años que siguen al guisante utilizado como cabecera de la rotación. Además la fertilización nitrogenada del trigo que sigue al cultivo de guisante puede reducirse en 30-50 UFN/ha sin perder rendimiento. También se han constatado el ataque casi nulo del insecto zabro (*Zabrus tenebrioides* Goeze) al cultivo de trigo en aquellas parcelas cultivadas detrás de guisante.

Material y métodos

En la campaña 1994/95 se instaló un ensayo en la localidad de Beriain (Navarra) en condiciones de secano (precipitación media 710 mm, temperatura media 12,4 °C, altitud 450 m.s.m.). Se eligieron seis cultivos como cabecera de la rotación (trigo blando de invierno, cebada de ciclo largo, colza de invierno, guisante proteaginoso, girasol y barbecho) a los que seguía el cultivo de trigo blando de otoño al año siguiente. El tercer año se sembraba en dirección perpendicular, los mismos cultivos que el primer año, para volver a sembrar trigo blando en el cuarto año. De nuevo el año 5 se realizan las siembras similar al año uno y así sucesivamente. Este sistema nos permite crear diferentes rotaciones culturales y estudiar diversos efectos, con una presencia en el ensayo de los cultivos alternativos al cereal en un año de cada dos. Se ha utilizado un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones con una parcela elemental de una dimensión de 12 x 12 m. Las variedades utilizadas para cada una de las especies han variado a lo largo de los años y en todos los casos se han utilizado aquellas que el ITGA recomienda para la zona estudiada. El manejo de los cultivos se ha realizado con maquinaria convencional, similar a la habitual entre los agricultores de la zona, excepto la recolección para la que se ha utilizado una cosechadora de microparcels de 1,6 m de anchura de corte.

	Trigo	Cebada	Colza	Guisante	Girasol
Sembradora	Chorrillo	Chorrillo	Chorrillo	Chorrillo	Monograno
Fecha de siembra	Fin oct	Fin oct	Fin sept.	Fin nov	Abril
Dosis siembra (semillas/m ²)	400	400	100-150	90	7
Abonado (N-P-K)	180-70-0	160-70-0	180-70-0	0-70-0	50-50-50 0-0-0

El año que no se sembraban los cultivos cabecera, todo el ensayo se sembraba de trigo y se realizaba un ensayo de abonado nitrogenado en uno de los bloques, subdividiendo la parcela elemental en cuatro subparcelas de 2 x 10 m.

Resultados y conclusiones

Los resultados nos han permitido comparar el rendimiento de cada uno de los cinco cultivos utilizados en aquellos años en que han coincidido juntos en el mismo ensayo (cosecha de los años 1995, 1997, 1999, 2001 y 2003)

	Trigo	Cebada	Colza	Girasol	Guisante
Mínimo	4218	4636	1011	1726	1182
MEDIA	5359	5691	2456	2876	2920
Máximo	6840	6717	3022	3630	5858

El diseño de la rotación nos permite comparar el rendimiento del trigo de otoño en función del cultivo precedente en la cosecha de las campañas 1996, 1998, 2000 y 2002.

Rendimiento del trigo (kg/ha) en función del cultivo precedente

	Trigo	Barbecho	Cebada	Colza	Girasol	Guisante
Media	6030	6827	6333	6935	6621	6874
Índice (%)	100	112,8	104,4	111,2	110,7	114,0

Si repetimos de nuevo una siembra de trigo (cosechas 1997, 1999, 2001 y 2003), el rendimiento sigue influenciado por el cultivo que ocupó la parcela dos años atrás.

Rendimiento del trigo (kg/ha) en función del cultivo dos años antes

	Trigo	Barbecho	Cebada	Colza	Girasol	Guisante
Media	5272	5753	5348	5425	5746	5728
Indice (%)	100,0	109,5	101,6	111,8	109,2	108,6

Pasados 3 años desde la siembra de los diferentes cultivos (cosechas 1998, 2000 y 2002), el rendimiento del trigo es muy parecido en todas las parcelas.

	Trigo	Barbecho	Cebada	Colza	Girasol	Guisante
Media	6956	7117	7121	7048	7030	7110
Indice (%)	100,0	102,3	102,3	101,2	101,0	102,1

Los daños ocasionados por el zabro (*Zabrus tenebrioides* Goeze) se pudieron medir en las campañas 1997/98 y 2001/02. En la tabla se recoge el número de plantas de trigo por m² que presentaron daños del insecto según el cultivo precedente. El umbral establecido en Navarra para intervenir con insecticida es de 8-10 pl/m² afectadas.

	Trigo	Barbecho	Cebada	Colza	Girasol	Guisante
97/98	135	11	134		0	1
01/02	16,1 a	1,8 d	9,9 b	4,17 cd	2,6 cd	5,2 c

En los ensayos de las campañas 1996, 1998, 2000 y 2002 se ha observado que la cantidad de nitrógeno a aplicar al trigo que sigue a un cultivo de guisante puede reducirse entre 30 y 50 UF/ha sin que disminuya su rendimiento.

El resultado económico queda recogido en la siguiente tabla, donde se han tomado como ingresos, la ayuda PAC y la venta de la cosecha, mientras que los gastos recogen el coste de las labores y las materias primas.

	Trigo	Barbecho	Cebada	Colza	Girasol	Guisante
Euros/ha y año	592,7	556,1	602	561	618	584,3
Indice (%)	100	93,8	101,6	94,7	104,3	98,6

“GARBANZOS DE INVIERNO (*Cicer arietinum* L.) RESISTENTES A LA RABIA (*Ascochyta rabiei* Pass.) Y LENTEJAS OBTENIDOS EN EL I.M.I.A.: RENDIMIENTOS Y CARACTERIZACIÓN”.

Mauri, P.V., Higuero, Y. y Sánchez, F.J.

I.M.I.A. Consejería de Economía e Innovación Tecnológica. Comunidad de Madrid. (Finca El Encin. Apdo. de correos nº 127. 28.800 Alcalá de Henares. E-mail= pedro.mauri@imia.madrid.org).

Resumen

La Asociación Española de Leguminosas (AEL) en los días 16 y 17 de diciembre de 2.003 celebra las primeras Jornadas de dicha Asociación y este trabajo quiere potenciar las excelencias de las leguminosas grano (garbanzo y lentejas) obtenidas en el Instituto Madrileño de Investigación Agraria y Alimentaria (I.M.I.A.) perteneciente a la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica de la Comunidad de Madrid y que también se puede conseguir con el desarrollo de proyectos como los que se han desarrollado o proyectos de mejora futuros.

En el IMIA se han registrado hasta la fecha 7 variedades de invierno de garbanzo (Amelia, Eulalia, Alcazaba, Amparo, Elvira, Inmaculada y Pilar), destinadas al consumo humano, que han llegado a alcanzar producciones superiores a los 2.000 kg/ha. estos cultivares se han obtenido a partir de material vegetal del ICARDA (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas) y 4 variedades de lentejas.

La importancia del garbanzo y las lentejas, al igual que otras leguminosas grano, estriba en que es una fuente de proteínas de origen vegetal que complementa el aporte de hidratos de carbono procedente de los cereales.

En muchas zonas los rendimientos del garbanzo están por debajo de los potenciales de la especie. Así en 1999, en la Comunidad de Madrid hubo un rendimiento medio de 605 kg./ha, aunque superior a la media nacional que se situó en 304 kg/ha.

Las razones en base a las cuales se recomienda el cultivo del garbanzo en otoño-invierno y no en primavera son:

- Se incrementa el rendimiento por hectárea. El garbanzo de invierno produce entre un 50-100% más que el de primavera.
- La producción de proteína por hectárea es mayor.
- Se intensifica la fijación de nitrógeno por hectárea. El nitrógeno fijado por el

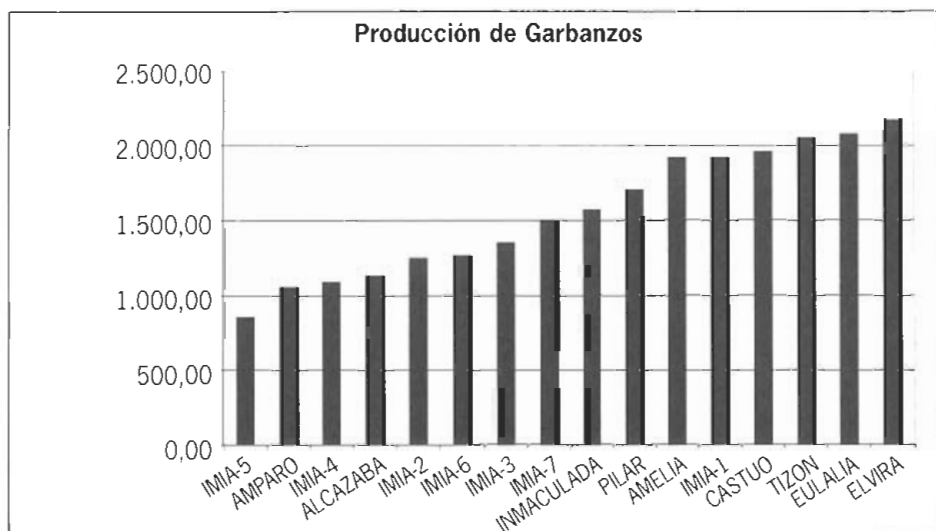
Rhizobium en siembras de invierno es más del doble que en siembras de primavera.

- Hay una mejor utilización del agua disponible.
- Se obtiene un mayor porcentaje de semillas germinadas.
- Se produce un menor ataque de *Fusarium*.
- Permite la mecanización total del cultivo, incluida la recolección, gracias al mayor porte de las plantas.

Sin embargo, el cultivo del garbanzo en invierno presenta los siguientes problemas:

- Su desarrollo tiene lugar en los momentos de mayor incidencia de ataque del hongo *Ascochyta rabiei* Pass, por lo que es preciso utilizar variedades resistentes al mismo.
- El peligro de encharcamiento es mayor, debido a que el período de siembra coincide con la estación de lluvias. Se requieren suelos con buen drenaje.
- Los problemas de competencia con la flora arvense aumentan. Es conveniente esperar a efectuar la siembra tras las primeras lluvias otoñales y/o usar un herbicida de pre-emergencia.

En el Instituto Madrileño de Investigación Agraria y Alimentaria (IMIA) de la Comunidad de Madrid también se han obtenido por selección en material foráneo siete líneas de siembra otoñal ("garbanzo de invierno"), resistentes a rabia (*Ascochyta rabiei*) y tolerantes a temperaturas moderadamente bajas (-5°C) con alto rendimiento y aptas para el consumo humano. Se presenta en este trabajo los rendimientos de estas líneas nuevas y de las variedades en campos de ensayo en Madrid como en otras regiones de España (Castilla y León, Castilla La Mancha).



MARCADORES MOLECULARES EN LA MEJORA DEL GARBANZO

T. Millán¹, J. Rubio¹, M. Iruela², M.J. Cobos², J. Gil¹, J.I. Cubero¹

¹ Dpto de Genética, ETSIAM. Universidad de Córdoba, Apto. 3048. 14080 Córdoba

² Dpto. de Mejora y Agronomía, CIFA Alameda del Obispo, Apto 3092. 14080 Córdoba

Introducción

El garbanzo (*Cicer arietinum* L.) es una planta autógama, con número cromosómico $2n=16$ y con dos usos principalmente: el consumo humano y la alimentación animal. Entre las leguminosas de grano ocupa el tercer lugar en importancia en el mundo, después de las judías y el guisante. En España, en cuanto a superficie cultivada, ocupa el tercer lugar después de las vezas y los yeros. El garbanzo, en general presenta bajos rendimientos debido a su susceptibilidad a enfermedades entre las que podemos destacar la rabia (producida por *Ascochyta rabiei*) y la marchitez (producida por *Fusarium oxysporum* ssp. *ciceris*). La obtención de líneas resistentes a rabia permite realizar siembras invernales, y no la tradicional siembra de primavera consiguiendo un aumento de la producción.

Marcadores moleculares

Una de las herramientas que pueden ayudar a acelerar los programas de Mejora son los marcadores genéticos. Un marcador es cualquier característica heredable fácilmente observable que permite el seguimiento de otra característica más compleja o de expresión más tardía. Los marcadores genéticos se utilizan por tanto, para incrementar la eficacia de la selección en programas de Mejora, estos pueden ser de diferentes tipos: fenotípicos, marcadores bioquímicos y moleculares (ADN). Para conseguir marcadores estrechamente ligados a caracteres de interés agronómico es muy útil disponer de mapas genéticos saturados ya que si se tienen marcadores distribuidos a lo largo de todo el genoma la posibilidad de detectar asociaciones es mayor.

El desarrollo del mapa de garbanzo ha sido lento por la falta de polimorfismo existente en este cultivo. El primer mapa de ligamiento descrito en el género *Cicer*, se obtuvo al analizar familias F_2 procedentes de cruzamientos inter e intraespecíficos (Gaur y Slinkard, 1991). Winter et al., (2000) publicaron uno de los mapas más extensos utilizando poblaciones segregantes derivadas de cruzamientos interespecíficos que originan un mayor número de polimorfismos. Este mapa incluye marcadores moleculares STMS (*Sequence Tagged Microsatellite Sites*), DAF (*DNA Amplification Fingerprinting*), ISSR (*Inter Simple Sequence Repeat*), RAPD (*Radom*

Amplified Polymorphic DNA), SCAR (*Sequence Characterized Amplified Region*), marcadores isoenzimáticos, así como loci para resistencia a las razas 4 y 5 de *Fusarium oxysporum*. Los grupos de ligamiento se han ido ampliando y ha sido posible localizar regiones del genoma asociadas a la resistencia a rabia QTLs (*Quantitative Trait Loci*) (Santra et al. 2000; Tekeoglu et al. 2002). Recientemente, Cho et al. (2002) publicaron un mapa de ligamiento que incluye genes para importantes características morfológicas como el carácter doble vaina (Sfl/sfl), el gen que controla la pigmentación, además de identificar QTLs para el peso de 100 semillas, número de semillas por planta y fecha de floración. No obstante para que los marcadores puedan ser de interés en Mejora deben estar muy estrechamente ligados al carácter de interés.

Uso de marcadores en nuestro programa de Mejora

El programa de Mejora de garbanzo que se lleva a cabo en el grupo de Mejora Genética Vegetal de Córdoba tiene como objetivo ampliar el mapa de garbanzo localizando marcadores moleculares asociados a la resistencia a enfermedades y caracteres agronómicos de interés. Para ello se han utilizado poblaciones de líneas recombinantes (RILs) procedentes de cruzamientos intra e interespecíficos.

Marcadores asociados a la resistencia a rabia

Para encontrar asociación entre marcadores y resistencia a rabia hemos analizado una población de 76 RILs derivada del cruzamiento ILC3279 (resistente) x CA2156 (susceptible). Los individuos que mostraron valores extremos (altamente resistentes y susceptibles) se analizaron molecularmente. 39 marcadores mostraron asociación con la resistencia y fueron estudiados en toda la población para realizar un estudio de ligamiento. 20 de estos loci formaron un mismo grupo cubriendo una distancia de 18.8 centiMorgans. Todos ellos resultaron estar significativamente asociados a la resistencia indicando la presencia de un QTL que explicó entre un 20% y un 23.7% de la variación fenotípica total del carácter, siendo el marcador OPAC04/1200 el más próximo al QTL.

Estos mismos marcadores fueron analizados en la población derivada del cruzamiento entre una línea cultivada resistente (ILC72) y el garbanzo silvestre *Cicer reticulatum* (Cr5), susceptible a la enfermedad. Un gran número de marcadores no se ajustaron a las segregaciones esperadas, al igual que ocurrió con la resistencia a rabia que se desvió hacia el parental susceptible. De estos resultados se deduce que hay que ser cauteloso al interpretar resultados obtenidos al estudiar cruzamientos interespecíficos e intentar trasladarlos a la especie cultivada.

Marcadores asociados a la resistencia a Fusarium

Para estudiar la genética de la resistencia a la raza 0 de Fusarium, frecuente en España, evaluamos dos poblaciones procedentes de los cruzamientos CA2156 x JG62 y CA2139 x JG62. El parental JG62 es una línea resistente a la raza cero procedente de la India y las líneas CA2156 y CA2139 son de origen español, susceptible y resistente respectivamente. En la primera población la resistencia a la enfermedad resultó estar controlada por un gen, mientras que en la segunda parece que intervienen dos genes. El análisis de ligamiento mostró que el marcador OPJ20₅₉₀ está asociado a la resistencia en ambas poblaciones. Estos estudios continúan con el objeto de acercarnos lo más posible al gen de interés.

Marcadores asociados a caracteres agronómicos “indeseables”

Los cruzamientos interespecíficos, además de tener interés por aumentar el polimorfismo, son una fuente de nuevas combinaciones génicas de gran valor en los programas de Mejora. Sin embargo, al mismo tiempo, se introduce en la especie cultivada caracteres “indeseables” desde el punto de vista agronómico como la dehiscencia, porte rastrero etc.

En este sentido, hemos desarrollado mapas en dos poblaciones derivadas de cruzamientos entre *C. arietinum* x *C. reticulatum*. En ambos casos hemos encontrado marcadores asociados a caracteres morfológicos como porte de la planta y dehiscencia de la semilla. Estos nos ayudarían a eliminar los materiales portadores de alelos “indeseables” en el proceso de selección.

Conclusiones

Como hemos visto es posible encontrar marcadores asociados a caracteres de interés agronómico y es cuestión de tiempo el encontrar nuevos marcadores más estrechamente ligados. Sin embargo, estas asociaciones se deberían confirmar en otras poblaciones diferentes y algo muy importante, comprobar su eficacia frente a un programa de Mejora tradicional.

Bibliografía

Cho S., Kumar J., Shultz J.L., Anupama K., Tefera F. y Muehlbauer F.J. 2002. Mapping genes for double podding and other morphological traits in chickpea. *Euphytica* 128: 285-292.

Gaur P.M.y Slinkard A.E. 1991. Genetic control and linkage relations of additional isozyme markers in chickpea. *Theor. Appl. Genet.* 80: 648-656

Santra, D.K., Tekeoglu, M., Ratnaparkhe, M., Kaiser, W.J., Muehlbauer, F.J., 2000. Identification and mapping of QTLs conferring resistance to ascochyta blight in chickpea. *Crop Sci* 40:1606-1612.

Tekeoglu, M., Rajesh, P.N., Muehlbauer, F.J., 2002. Integration of sequence tagged microsatellite sites to the chickpea genetic map. *Theor Appl Genet.* 105, 847-854.

Winter, P., Benko-Iseppon, A.M., Hüttel, B., Ratnaparkhe, M., Tullu, A., Sonnante, G., Pfaff, T., Tekeoglu, M., Santra, D., Sant, V.J., Rajesh, P.N., Kahl, G., Muehlbauer, F.J., 2000. A linkage map of the chickpea (*Cicer arietinum* L.) genome based on recombinant inbred lines from a *C. arietinum* x *C. reticulatum* cross: localization of resistance gene for fusarium wilt races 4 and 5. *Theor Appl Genet* 101, 1155-1163.

PASADO, PRESENTE Y FUTURO DE LA INVESTIGACIÓN DE LEGUMINOSAS EN CÓRDOBA

M^a Teresa Moreno Yangüela

CIFA "Alameda del Obispo", Dpt. Mejora y Agronomía; Apdo. 3092, 14080 Córdoba

Los trabajos que se realizan en Córdoba consisten, sustancialmente, en aplicar métodos de mejora genética para obtener materiales (desde líneas experimentales hasta variedades finalizadas) adecuados para la agricultura, independientemente de los avatares nacionales e internacionales (sobre todo europeos) por los que transcurre la política agraria. El grupo de trabajo le da valor intrínseco a las leguminosas, de grano y forrajeras, independientemente de la coyuntura económica actual. Nuestro objetivo a largo plazo siempre fue sentar las bases de la mejora genética de las leguminosas de grano (secundariamente también de forrajeras) de interés para Andalucía.

1. Habas (*Vicia faba*). Se han obtenido variedades de alta producción (hasta 4 t/ha, consiguiéndose 2-3 t/ha incluso bajo un cultivo poco cuidadoso). Todo ese material se ha obtenido en selección para autofertilidad. Asimismo, se logró la obtención de una variedad muy resistente al jopo y líneas (alguna en vías de registro) de crecimiento determinado y apto para consumo en fresco o conserva.

Se han obtenido también líneas preliminares que combinan factores antinutritivos (bajo contenido en taninos y en vicina-convicina; se han identificado marcadores para ellos que facilitarán la selección) con resistencia a enfermedades y con alta producción.

Hemos desarrollado un mapa genético saturado, que incluye aproximadamente 500 marcadores morfológicos, isoenzimáticos, RAPDs (que están siendo transformados en SCARs), genes de proteínas de almacenamiento, STS y microsátélites espaciados a 20 cM como máximo. Los grupos de ligamiento se están ubicando en cromosomas específicos mediante el uso de la serie de trisómicos así como de STS de proteína de reserva y microsátélites físicamente localizados. El grado de saturación conseguido lo convierte en una herramienta muy útil en la selección asistida por marcadores y ya se han identificado diversos QTLs para tamaño del grano, resistencia a jopo, resistencia a *Ascochyta* así como marcadores RAPD estrechamente ligados a resistencia a roya.

Finalmente, se estudia la biología reproductiva de la especie y la posibilidad de incidir sobre el rendimiento por medio de las características que la determinan. Dentro de esta línea de trabajo, se ha desarrollado un modelo teórico de diseño de variedades sintéticas que se está llevando a la práctica en un programa a largo plazo que ya está en 5^a generación.

2. Garbanzo (*Cicer arietinum*). Siendo ya las variedades utilizadas en España de bajo contenido en taninos, se buscará mayor calidad nutritiva por el incremento en proteína, fibra neutro detergente y ácidos oleico y linolénico, resistencia a rabia (*Ascochyta rabiei* = *Didimella rabiei*) y fusariosis (*Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri*).

Se han obtenido y registrado variedades de siembra otoñal («garbanzo de invierno») resistentes a rabia y de alto rendimiento que pueden llegar fácilmente a las 3-4 t/ha. Asimismo, hemos conseguido líneas resistentes a fusariosis de siembra otoñal, no comercializadas aún, a diferencia de las anteriores. Todas esas variedades tienen altos rendimientos que las hacen atractivas para alimentación animal, lo que permitiría romper el más restringido campo del consumo humano. Se ha estudiado el papel que algunos caracteres simples de herencia mendeliana pueden tener sobre el rendimiento del garbanzo, como es el carácter doble vaina.

Se ha elaborado un mapa genético por medio de marcadores moleculares, utilizando cruzamientos interespecíficos con material silvestre con objeto de conseguir un número suficiente de polimorfismos, dada la estrechez genética del material cultivado. Se trabaja para identificar marcadores de genes de resistencia a rabia y fusariosis así como las posibles interacciones entre genes de calidad nutritiva, de resistencia a enfermedades y de rendimiento una vez colocados en un mismo genotipo.

3. Guisante: habida cuenta de la necesidad de *reintroducir* el cultivo en Andalucía, y la buena calidad nutritiva de los cultivares actualmente existentes, se trabaja sobre todo en resistencia a dos enfermedades: jopo (*Orobanche crenata*) y ascoquitosis (*Micosphaerella pinodes*).

Se ha encontrado resistencia a jopo en especies silvestres (*Pisum fulvum* y *P. arvense*) que se han cruzado con éxito con variedades adaptadas de guisante y se han sometido a varios ciclos de cruzamiento y selección por resistencia en campo, disponiéndose de material segregante que combina resistencia y productividad.

4. Veza (*Vicia sativa*) y **alberjones** (*Vicia narbonensis*). En veza se ha retomado el programa de mejora para conseguir variedades productivos en grano o en forraje y que presenten bajos contenidos de gamma-glutamilBbeta-cianoalanina, resistencia a jopo (*Orobanche crenata*) y a roya (*Uromyces viciae-fabae* f.sp. *vicia-sativa*). En alberjones se ha iniciado un programa de selección para buscar variedades adaptadas a las zonas ganaderas de Andalucía, de buen rendimiento y con bajos contenidos, en factores antinutritivos (taninos, fabismo, etc.) y resistencia a jopo.

5. Estudios de sintenia. Los estudios a escala molecular facilitan las comparaciones entre mapas genéticos, pudiendo observarse que la norma es la colinealidad incluso entre especies y géneros distintos. Los trabajos en leguminosas en este campo, como en otros, no han hecho más que comenzar. Las ventajas de demostrar su existencia entre habas, garbanzos y guisante, añadiendo la especie

modelo en leguminosas, *Medicago truncatula*, aparte su valor académico, son la de poder transferir marcadores entre especies y la de poder prever la existencia e incluso la situación de un gen de interés en una de ellas habiendo sido mapeado en otra.

6. Cultivo *in vitro*. Se ha puesto a punto el sistema de regeneración *in vitro* tanto en habas como en garbanzos, lo que faculta multiplicar un material valioso (por ejemplo, una F1) pero difícil de obtener, o, cuando se decida, obtener plantas transgénicas.

LAS LEGUMINOSAS-GRANO EN EL ESPACIO AGRÍCOLA CASTELLANO-MANCHEGO. ESTUDIOS Y ACTUACIONES PARA FOMENTAR SU CULTIVO.

De los Mozos Pascual, Marcelino; Rodríguez Conde, María Fernanda; Rubio Moreno, Josefa; Melero Bravo, Enrique; Pérez Avivar, Mercedes; Arias Royo, Marina; Guijarro Rubio, María del Mar.

Centro de Investigación Agraria de Albaladejito (Unidad de Cultivos Herbáceos). Ctra. Toledo-Cuenca, km. 174. 16.194-Cuenca (España). Correo electrónico: mde@jccm.es

Las leguminosas-grano se hallan entre las primeras especies vegetales domesticadas por el hombre, y han jugado un papel fundamental en el desarrollo de las comunidades humanas. Por sus características biológicas y agronómicas son cultivos insustituibles para garantizar la sostenibilidad de los agrosistemas de secano en zonas de clima semi-árido. En España se han cultivado tradicionalmente numerosas especies de leguminosas-grano, tanto para alimentación humana como animal. Castilla - La Mancha, por su amplitud territorial y sus características agroecológicas es una de las Comunidades Autónomas que más contribuye a la producción nacional de leguminosas-grano, siendo actualmente la principal productora de cultivos como la lenteja (*Lens culinaris*) o el yero (*Vicia ervilia*) (Tabla 1). Por otra parte, la variedad climática y edafológica existente en Castilla - La Mancha, también ha propiciado el cultivo de una notable diversidad de especies.

Tabla 1.- Principales especies de leguminosas-grano cultivadas en Castilla - La Mancha durante la campaña 2.002. Superficie cultivada (Has.) por provincias (AB=Albacete; CR=Ciudad Real; CU=Cuenca; GU=Guadalajara; TO=Toledo), e importancia relativa frente al total nacional. [Datos provisionales en: www.jccm.es].

CULTIVOS	AB	CR	CU	GU	TO	CLM	ESPAÑA	%
Garbanzo	432	5.572	544	926	10.072	17.546	88.300	19,9
Guisante	1.169	12.582	448	145	3.049	17.393	79.000	22,0
Haba	51	94	51	0	149	345	37.100	0,9
Judía	313	33	42	16	2	406	11.900	3,4
Lenteja	4.125	2.763	6.921	317	8.989	23.115	29.700	77,8
Veza	13.290	35.884	3.656	1.307	17.827	71.964	168.200	42,9
Yero	15.819	36.514	7.086	2.222	27.446	89.087	118.900	74,9
Total	35.199	93.442	18.748	4.933	67.534	219.856	533.100	41,2

En la actualidad, diversas causas de tipo fundamentalmente político y económico están llevando a una drástica reducción de algunos de estos cultivos en nues-

tros campos, siendo paradójico que a la vez exista una coincidencia unánime en alabar sus virtudes agronómicas y nutricionales. Es paradigmático el caso de la algarroba (*Vicia articulata*), especie que ha tenido una gran importancia en varias regiones de España (más de 175.000 hectáreas sembradas en 1.950) y que actualmente ha desaparecido casi por completo. Otros cultivos menores, pero también de gran tradición en Castilla - La Mancha, como es el caso de la almorta (*Lathyrus sativus*) han corrido la misma suerte.

La Unidad de Cultivos Herbáceos del Centro de Investigación Agraria de Albaladejito, ha dedicado buena parte de su actividad al estudio y fomento de los cultivos de leguminosas-grano. Los trabajos iniciales se centraron en el estudio del cultivo de la lenteja, y están sirviendo de apoyo para la creación de una Indicación Geográfica Protegida para este producto en la provincia de Cuenca. Actualmente se trabaja con un amplio espectro de leguminosas de interés real o potencial para Castilla - La Mancha. Las principales líneas de actuación se indican a continuación:

1. Agronomía y calidad en yero y haba loca (*Vicia narbonensis*) (en colaboración con la cátedra de Cultivos Herbáceos de la E.T.S.I.A.M. de Córdoba y el departamento de Producción Animal de la Facultad de Veterinaria de Madrid).
2. Programas de mejora genética en algarroba, haba loca y titarro (*Lathyrus cicera*).
3. Estudio de la influencia del cultivo de leguminosas y del sistema de manejo en las características físico-químicas del suelo y en el rendimiento y calidad del cereal posterior en la rotación.
4. Banco Regional de Germoplasma Vegetal de Albaladejito. Conservación, gestión y caracterización de germoplasma de leguminosas-grano de interés para Castilla - La Mancha. Conservación y Gestión de las colecciones nacionales activas de lenteja, yero y almorta (en colaboración con el Instituto de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria).

En las líneas expuestas se puede observar que se presta una gran atención a los cultivos menores, inexplicablemente marginados a pesar de poseer características agronómicas y bromatológicas muy favorables. El haba loca presenta una notable rusticidad y resistencia a plagas; su porte erguido facilita la recolección y los niveles de proteína en semilla pueden superar el 30%. Por otra parte, ensayos realizados recientemente en la provincia de Cuenca en condiciones de secano, ponen de manifiesto que algunas de estas especies presentan rendimientos de grano y/o paja similares o incluso superiores a otras especies más habituales (Tabla 2).

Tabla 2.- Rendimientos en grano y paja de distintas especies de leguminosas en Albaladejito (Cuenca) durante la campaña 2.000/2.001. Fechas de siembra (FS1: 17-21/11/2.000; FS2:18-19/12/2.000; FS3: 31/01/2.001).

CULTIVOS	Rendimiento grano (kg/ha)				Rendimiento paja (kg/ha)			
	FS1	FS2	FS3	Media	FS1	FS2	FS3	Media
Algarroba	1.797	1.262	1.345	1.468	2.508	1.728	1.962	2.066
Alholva	1.953	1.868	1.258	1.693	3.186	2.703	2.272	2.720
Almorta	2.215	1.906	1.581	1.901	3.760	2.866	3.027	3.218
Garbanzo	1.760	1.512	1.599	1.624	2.142	1.732	1.647	1.840
Guisante	2.381	2.111	1.730	2.074	2.252	2.201	1.879	2.111
Haba loca	2.274	1.720	1.664	1.886	2.684	1.956	2.638	2.426
Haboncillo	1.708	1.369	1.176	1.418	1.249	989	903	1.047
Lenteja	1.345	1.082	1.080	1.169	3.789	2.588	2.503	2.960
Titarro	1.922	2.255	1.764	1.980	3.395	3.750	3.073	3.406
Veza común	1.004	1.911	1.175	1.363	1.800	3.050	2.497	2.449
Veza villosa	497	746	551	598	2.834	2.374	2.229	2.479
Yero	2.204	1.866	1.272	1.781	2.931	2.169	1.736	2.279
Media	1.755	1.634	1.350		2.711	2.342	2.197	

IMPLICACIÓN EN NUTRICIÓN Y SALUD DE COMPUESTOS TÓXICOS Y NO-NUTRITIVOS DE LEGUMINOSAS

Mercedes Muzquiz, Carmen Cuadrado, Eva Guillamón, Carmen Goyoaga, Pilar Altares, Alejandro Varela, Mercedes M. Pedrosa, Carmen Burbano.

Dpto. de Tecnología de Alimentos, SGIT-INIA, Apdo. 8111, 28080 Madrid.

Desde hace algunos años estamos presenciando un aumento de interés en todos los temas relacionados con la alimentación y este interés no es solamente dentro del mundo científico, sino también por la mayoría de la sociedad. Hoy en día, en nuestra sociedad, no se trata de comer para sobrevivir sino que queremos conocer perfectamente que conviene comer para vivir con la máxima calidad de vida durante más tiempo. Se está viendo también que la alimentación es muy importante no sólo para prevenir, sino también para curar enfermedades sobre todo cuando estas son consecuencia de una alimentación insuficiente, excesiva o desequilibrada.

El equilibrio nutricional o una dieta equilibrada son fundamentales para evitar estos trastornos nutricionales. Hoy en día uno de los temas más controvertidos es el de fijar una dieta óptima para el ser humano. Las últimas recomendaciones (OMS - FDA) en relación con nutrición y salud aconsejan: una dieta variada y equilibrada, un aporte de alimentos vegetales de un 75% y un aporte de alimentos animales de un 25%. Numerosos estudios epidemiológicos indican que una dieta a base de vegetales puede reducir el riesgo de enfermedades crónicas, como cáncer, enfermedades cardiovasculares, etc.

En este contexto las plantas destinadas a la alimentación y dentro de estas las leguminosas son quizás unas de las más interesantes por su alto contenido en proteína y por su implicación en la Dieta Mediterránea. Sin embargo, a la hora de utilizar esta proteína vegetal también vamos a encontrarnos con una serie de compuestos, globalmente conocidos como antinutrientes, que en general dificultan la asimilación por los organismos vivos de algunos de sus componentes más interesantes, y en algunos casos pueden llegar a ser tóxicos o causar efectos fisiológicos poco deseables (flatulencia).

Recientemente se ha visto, que estos compuestos en pequeñas cantidades, pueden ser también muy beneficiosos para la salud en la prevención de enfermedades como cáncer, enfermedades coronarias, etc., por lo que actualmente se les está denominando compuestos no-nutritivos ya que, si bien carecen de valor nutritivo, no siempre resultan perjudiciales. Desde el punto de vista bioquímico los compuestos no-nutritivos son de naturaleza muy variada, no aparecen por igual en todas las plantas y sus efectos fisiológicos son también diferentes (Figura 1).

COMPUESTOS NO NUTRITIVOS		
Tipo	Efectos fisiológicos	Especies
Proteínas	Depresor crecimiento	Lenteja
Inhibidores proteasas	Hipertrofia pancreática	
Lectinas	Depresor crecimiento	Garbanzo
	Muerte	Judía
Glicósidos	Flatulencia	Haba
α -galactósidos	Fabismo	Altramuz
Vicina/convicina	↓ Permeabilidad intestinal	Guisante
Saponinas	↓ Disponibilidad minerales	Soja
Otros	Depresor crecimiento	Lathyrus
Fitatos	↓ Digestibilidad proteína	
Alcaloides	Fabismo	
Polifenoles	Latirismo	
L- DOPA		
ODAP		

Figura 1. Compuestos no nutritivos, efectos que producen y leguminosas que los contienen.

Las leguminosas se están considerando actualmente como alimentos funcionales debido a que contienen un gran número de estos compuestos no-nutritivos que son calificados como fitoquímicos ya que reportan grandes beneficios para la salud humana. La comprensión científica de cómo estos componentes no nutricionales o fitoquímicos actúan en el organismo apenas está en sus inicios y seguir profundizando en su estudio es un reto importante de cara al futuro.

MEJORA GENÉTICA DE ALBERJONES EN CÓRDOBA

S. Nadal⁽¹⁾, S. Cortés⁽¹⁾, J. Martín⁽¹⁾, A. García⁽²⁾, L. E. Marquez⁽¹⁾, C. Martínez⁽¹⁾, A. Martínez⁽¹⁾, D. Rubiales⁽³⁾, J.I. Cubero⁽²⁾ y M. T. Moreno⁽¹⁾

¹ Dpto. de Mejora y Agronomía, CIFA Alameda del Obispo, Apdo. 3092. 14080 Córdoba

² Dpto. de Genética, ETSIAM. Universidad de Córdoba, Apdo. 3048. 14080 Córdoba

³ Instituto de Agronomía Sostenible. CSIC. Apdo. 4084. 14080 Córdoba

INTRODUCCIÓN

La existencia de un elevado déficit de proteína vegetal para la formulación de piensos en la Unión Europea es la razón de que la nueva Política Agraria Comunitaria (PAC), establezca entre sus objetivos más directos el intensificar el papel de los cultivos ricos en proteínas para su empleo en alimentación animal. Sin embargo, en lo que se refiere a las “especies” beneficiadas en tales regímenes de ayuda, el listado permanece lamentablemente igual que hasta ahora; para la alimentación animal se contemplan ayudas para habas, altramuces blancos, guisantes, yeros y vezas, escasas especies, que no ocupan todos los nichos agroecológicos existentes, con lo que situaciones de mala adaptación agronómica (introducción de trigos en zonas de sierra donde sus rendimientos son anecdóticos) o sostenibilidad (nefastas o inexistentes rotaciones de cultivos, con las repercusiones lógicamente negativas en la fertilidad del suelo) se seguirán produciendo. Y la cuestión es más lamentable aún si cabe, ya que existen, en especial para aquellas zonas agroclimáticas más desfavorecidas, las especies capaces de proporcionar “cantidades importantes de proteína” con un mínimo de requerimientos, con técnicas de cultivo respetuosas, cumpliendo los criterios de “condicionalidad ambiental” exigidos en la nueva PAC.

En España es conocido, y cultivado, desde antiguo el **alberjón** (véase Figura 1). Dicha especie perteneciente a la tribu Viciae, de nombre científico *Vicia narbo-nensis* L., es originaria de la Cuenca mediterránea, distribuyéndose su cultivo por toda la Cuenca mediterránea, Europa central, Cercano Oriente, Etiopía y la India. Su composición química es la típica de una leguminosa grano, con contenidos proteicos medios del 23-25%, contenidos en carbohidratos del 53%, y contenidos grasos muy bajos, 1.5% (Mateo Box, 1961); estando perfectamente adaptada a climas cálidos y secos, con unos rendimientos realmente sorprendentes (Figura 2).

MEJORA GENÉTICA Y AGRONOMÍA

Al amparo del Proyecto PIA-03-052 financiado por la Dirección general de Investigación y Formación Agraria de la Junta de Andalucía, se ha comenzado un

ambicioso proyecto en la especie, en el cual se conjugan estudios básicos de agronomía (determinación de las fechas de siembra óptimas según los ambientes, posibles herbicidas de presembrado y postemergencia a utilizar), de patología (identificación de las principales enfermedades en nuestros ambientes, evaluación de la resistencia-susceptibilidad a diferentes patógenos, problemáticos en otras leguminosas grano: *Orobanche* sp, *Uromyces* sp., *Ascochyta* sp.; y determinación de estrategias de control); y de mejora (formación de una colección mundial de la especie, programas de selección masal buscando líneas de alta producción de grano en condiciones de baja fertilidad y precipitación, programas de cruzamientos incorporando a las líneas de mayor producción y más adaptadas a diferentes ambientes, resistencia a *Orobanche crenata*, incorporación del carácter flor blanca, etc.).

Identificadas ya fuentes de resistencia a *Orobanche crenata* (en experimentos de cámara y corroborados en ensayos de campo, Figuras 3 y 4), y con el programa de cruzamientos en marcha, se continuará con los retrocruzamientos pertinentes así como con la realización de nuevos cruzamientos con nuevas fuentes de resistencia identificadas, ayudándonos de marcadores moleculares para la eliminación de falsos cruzamientos.

La detección de un mutante de flor blanca, que una vez estudiada su resistencia al jopo ha dado positiva, abre la posibilidad de contar con materiales con reducidos niveles de factores antinutritivos (cuestión aún por estudiar).

REFERENCIAS

MAPA, 1991. Estadísticas históricas de la producción agraria española, 1859-1935. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.

Mateo Box, J. M., 1961. Leguminosas de grano. Salvat Editores, S. A.

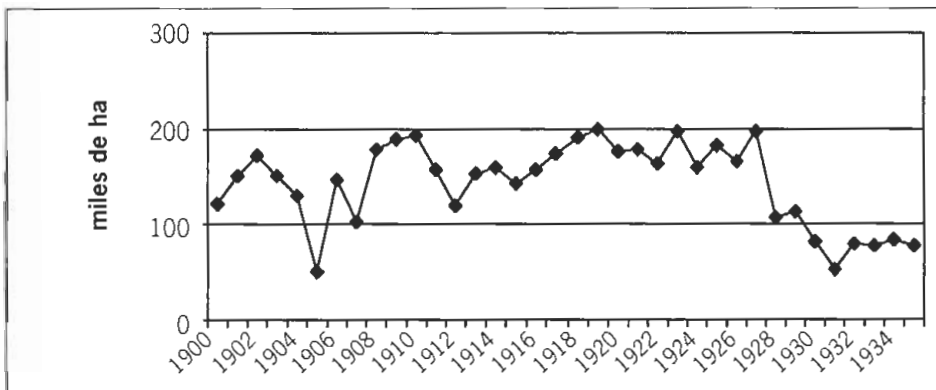


Figura 1. Evolución de la superficie cultivada de alberjones en España desde 1900 hasta 1935.

Figura 2. Evaluación líneas avanzadas de *V. narbonensis* en Hinojosa del Duque (campañas 2001-2002) y en Córdoba (2002-2003).

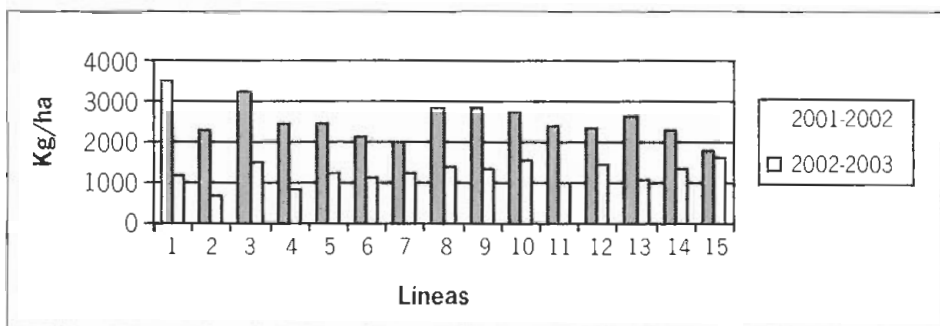


Figura 3. Evaluación del rendimiento en líneas de mejora de *Vicia narbonensis* en condiciones de infestación natural de *Orobanche crenata* (campaña 2002-2003, Córdoba).

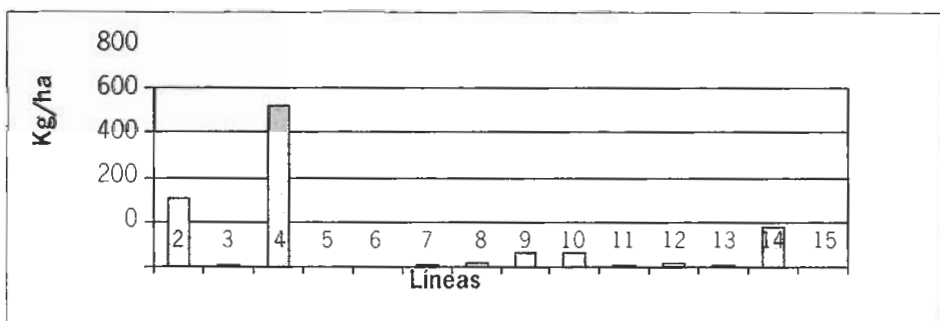
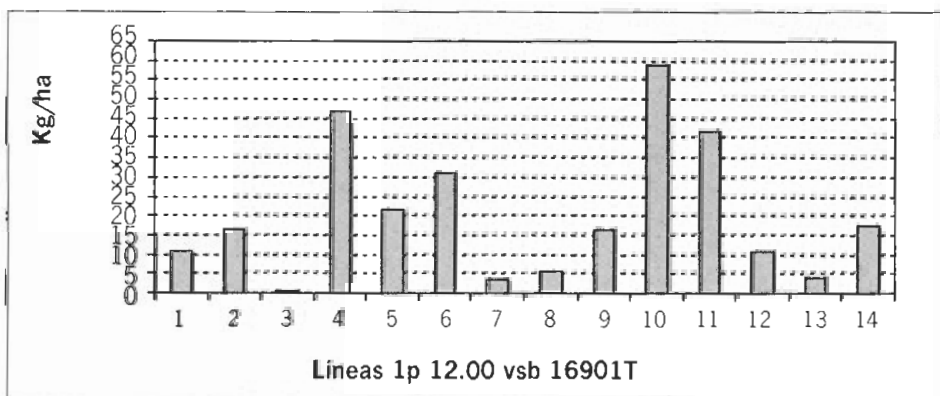


Figura 4. Evaluación en cámara (placa) de *Orobanche crenata* en *V. narbonensis*



IDENTIFICACIÓN DE RAZAS DE PSEUDOMONAS SYRINGAE PV. PHASEOLICOLA PRESENTES EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA VASCA

Díez-Navajas, A.M.; Ortiz-Barredo, A.; Legorburu, F.J.; Ruiz de Galarreta, J.I.
NEIKER - Granja Modelo de Arkaute . Apdo. 46. 01080 Vitoria-Gasteiz

La enfermedad conocida como "grasa de las judías" está causada por la bacteria *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* (*Pph*) (Burkholder, 1930), en concreto por la faseolotoxina, proteína que sintetiza la bacteria. Pocas semillas infectadas por este microorganismo son suficientes para desencadenar una epidemia que ocasiona grandes pérdidas económicas bajo condiciones favorables (Taylor et al, 1979).

Se han descrito 9 razas de *Pph*, mediante cultivares diferenciales de *Phaseolus*, en los que se encuentran presentes 5 genes de resistencia asociados con otros tantos de avirulencia en *Pph* (Vivian et al, 1997).

Este trabajo presenta la identificación de razas de *Pph* presentes en el País Vasco a partir de una prospección realizada en las principales zonas de cultivo, mediante cultivares diferenciales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron 61 muestras que presentaban síntomas en vaina, procedentes de Vizcaya (10), Álava (38) y Guipúzcoa (13), cv. Gernikesa, cv. Alavesa y cv. Tolosana, respectivamente (Tabla 1). Se lavaron con agua estéril, una alícuota de esta agua de lavado se incubó en agar King B durante 24 h a 28 °C. En las placas que hubo crecimiento, se aislaron colonias y se sembraron en agar MT (Goszczyńska y Serfontein, 1998), durante 48 h a 28 °C, para detectar y diferenciar *P. s. pv. syringae*, *P. s. pv. phaseolicola* (*Pph*) y *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*. Posteriormente, se aislaron las colonias de *Pph*, de color blanco, planas, circulares y fluorescentes bajo luz ultravioleta. Por otro lado, se aplicó la técnica de inmunofluorescencia con suero policlonal obtenido en conejo (Díez-Navajas et al., 1998).

Posteriormente, se inocularon en vainas del cv. Perona para diagnosticar los aislados tox+ de *Pph*. Aquéllos aislados que indujeron síntomas de grasa, se inocularon en vainas desprendidas de los cultivares diferenciales: Tendergreen, Red Mexican U13, Guatemala 196-B, Canadian Wonder, A53 (ZAA55), A52 (ZAA54) y A43 (ZAA12), evaluando la sintomatología según la relación gen de resistencia/gen de avirulencia presentes en las diferentes razas de *Pph*. En todos los casos la inoculación se llevó a cabo con la ayuda de un punzón y previa desinfección de las vainas con etanol 70% (v/v). Se incubaron en cámara húmeda con luz y a 24 °C (Pitts y Pierce, 1966) durante 48 h.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron un total de 46 aislados bacterianos, de los cuales 11 se identificaron como *Pph*, obtenidos del cv. Alavesa (Tabla 1).

Tabla 1. Aislados bacterianos y de *Pph* obtenidos de los mismos en los tres cultivares.

Cultivar	Muestras	Aislados bacterianos	<i>Pph</i>
Alavesa	38	30	11
Gernikesa	10	6	0
Tolosana	13	10	0
Total	61	46	11

Tras la inoculación en los cultivares diferenciales de *Pph* se observaron halos de aspecto grasiento, síntoma de la bacteria, en todos los casos.

Con el cv. Tendergreen descartamos las razas 3 y 4, con Red Mexican 1, 5, 7 y 9, con A43 las razas 2, 3, 4, 5, 7, 8 y 9, con A52 la raza 5, y con el cultivar A53 las razas 3, 4 y 5. Puesto que se observan halos con el cv. A43 y también con el cv. Red Mexican, deducimos que la raza presente en la zona de estudio es la raza 6, la cual es la más virulenta de las 9 descritas, ya que no tiene ningún gen de virulencia que puede causar una respuesta de resistencia en la planta huésped. Estos datos concuerdan con los obtenidos en una prospección preliminar en la provincia de Alava (Díez-Navajas, 2003).

Estudios posteriores pretenderán caracterizar el resto de aislados detectados presentes en el área prospectada así como las razas de *Pph* encontradas mediante técnicas moleculares.

BIBLIOGRAFÍA

Burkholder, W.H. 1930. The bacterial diseases of the bean. Memoirs. Cornell University Agricultural Experiment Station, Bulletin 27.

Díez-Navajas, A.M.; Marquínez, R.; García-Pérez, A.; Legorburu, F.J. 1998. Producción de antisueros para la detección de patógenos de alubia transmitidos por semilla. IX Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología, pp.88.

Díez-Navajas, A.M. 2003. Enfermedades transmitidas por semilla en judía-grano (*Phaseolus vulgaris* L.): detección, control sanitario y mejora genética. Tesis doctoral. Universidad del País Vasco.

Goszczyńska, T.; Serfontein, J.J. 1998. Milk-Tween agar, a semiselective medium for isolation and differentiation of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* and *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*. *J. Microbiol. Methods*, 32: 65-72.

Pitts, R.; Pierce, W.H. 1966. A halo blight pathogenicity test. *Plant Dis. Rep.*, 50(4): 238-239.

Rico, A.; López, R.; Asensio, C.; Aizpún, M.T.; Asensio-S-Manzanera, Murillo, J. *En prensa*. Nontoxic strains of *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* are the main cause of halo blight of beans in Spain and current detection methods.

Taylor, J.D.; Phleps, K.; Dudley, C.L. 1979. Epidemiology and strategy for the control of halo-blight of beans. *Ann. Appl. Biol.*, 93: 167-172.

Vivian, A.; Gibbon, M.J.; Murillo, J. 1997. The molecular genetics of specificity determinants in plant pathogenic bacteria. En: Crute, I.R.; Holub, E.B.; Burdon, J.J. (Eds.). *The gene for gene relationship in plant-parasite interactions*. CAP International New York. pp. 293-328.

LAS LEGUMINOSAS DE GRANO O LEGUMINOSAS PROTÉICAS

¿ILUSIÓN O REALIDAD PARA LOS MEJORADORES?

Agustín Orero Buendía
Presidente del Grupo de
Leguminosas de APROSE

Hace más de 25 años muchos “ilusionados” iniciamos una larga aventura, en la mejora del material de las leguminosas grano o leguminosas proteicas.

El problema que tratábamos de resolver tenía un fácil planteamiento y una fácil resolución, fundamentado en los factores que se trataba de resolver:

- La extraordinaria riqueza germoplástica que existe en nuestro país de todas éstas especies.
- La necesidad que tenía nuestra agricultura de incluir leguminosas en las alternativas de cultivo.
- El grave déficit protéico que padecíamos.

En estos 25 años no hemos encontrado todavía el resultado de éste problema.

La falta de una política europea en apoyo claro a éstas especies, ha impedido su desarrollo, cayendo en la dependencia de las importaciones de otras proteínas vegetales. También se ha notado la falta del apoyo de la industria de piensos, principales consumidores de éstas materias primas, contrastando con el apoyo que han ofrecido otras industrias europeas a determinadas materias primas, como es el caso de la industria semolera hacia la producción nacional de trigo duro, lo que ha permitido un gran impulso y desarrollo en los últimos 10 años.

La ayuda “aclopada” que se va a conceder, a través de la nueva PAC, a las leguminosas proteicas, aunque pequeña, puede ser un estímulo para mantener la ilusión y el trabajo hacia la mejora genética de éstas especies.

HACIA LA RENTABILIZACIÓN DE CULTIVOS: LA ELECCIÓN DE VARIETADES DE GUISANTE PARA SIEMBRA OTOÑAL-INVIERNAL EN LOS SECANOS CASTELLANO-LEONESES

Caminero Saldaña, C.; Martín Sanz, A.; García Vaquero, C.A.; Rodríguez Cachón, M.J.; Laguna Redondo, R. y Ramos Monreal, A.

Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITA), Valladolid.

SITUACIÓN ACTUAL

Son numerosos y conocidos los motivos que nos hacen pensar en el interés de incluir al guisante proteaginoso dentro de la rotación para los secanos de Castilla y León. Entre ellos podemos recordar: Su interés dentro de un marco de agricultura sostenible y más acorde con la conservación del medio ambiente; el déficit en producción de proteína vegetal en España, que importa más del 90% de sus necesidades; el reconocido beneficio sobre el cereal posterior en la rotación; el representar uno de los pocos cultivos alternativos al monocultivo de cereal típico de la meseta castellano-leonesa o los pagos europeos que parecen situar el guisante en una posición ventajosa con respecto al cereal.

Sin embargo, la cruda realidad es que el agricultor no se siente atraído por el guisante debido a varias causas, las cuales pueden resumirse en una falta de información acerca de cómo puede rentabilizar su cultivo: las cifras reflejan que, tal y cómo se está realizando en la actualidad, los rendimientos obtenidos superan apenas la tercera parte de lo que obtendría con el cereal, lo que evidentemente retraerá a muchos en esta aventura. Diversos estudios reflejan que esta situación es fácilmente superable, simplemente con algunos cambios en determinados parámetros agronómicos, entre los que podemos resumir la necesidad de una buena elección varietal y un necesario cambio en la tradicional fecha de siembra de febrero o marzo a otra más temprana en noviembre.

Para justificar lo anterior, simplemente unos datos: ensayos llevados a cabo por el actual Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, durante tres campañas consecutivas en diversas localidades de la región, reflejan que los rendimientos medios para la siembra de guisante en el mes de febrero o principios de marzo, es decir, aquella que realizan la mayoría de los agricultores castellano-leoneses, estaban en torno a la ya mencionada tercera parte de lo obtenido en cereal, fiel reflejo de lo que ocurre actualmente en el campo. En casos excepcionales, la relación podía subir a un 50% aproximado. Con el simple adelanto a una siembra durante el mes de noviembre, estos porcentajes subían espectacularmente a una media del 70%, y si a esto se le añadía una buena elección varietal, la sorprendente cifra que se obtuvo fue que, en el peor de los casos, el rendimiento resultó ser del 85% del obtenido

con la mejor de las cebadas considerada, llegándose a alcanzar en alguna localidad y campaña valores próximos al 140%.

Huelga decir que si el agricultor castellano-leonés hace sus cuentas, considerando el global de su rotación, sin olvidarse de las partidas de gastos, subvenciones e incrementos producidos en el rendimiento del cereal posterior al tratarse el guisante de una leguminosa, muy probablemente verá que con estas cifras anteriormente expuestas ya se podrá empezar a plantear seriamente al guisante como un buen cultivo alternativo a considerar en su explotación.

LA ELECCIÓN VARIETAL

Uno de los principales problemas a la hora de realizar cualquier cultivo es la elección varietal. Y si esto pasa en cultivos como los cereales, la situación es aún más complicada en el guisante, debido principalmente a la poca oferta de variedades disponible en el mercado, lo que disminuye la probabilidad de poder contar para cada caso particular con la mejor variedad posible. Por poner sólo un ejemplo tangible, de las 122 variedades de los diferentes cultivos que las distintas casas comerciales presentaron en las 13^{as} Jornadas de Campo celebradas en el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León del 10 al 11 de junio de 2003, 103 lo fueron de cereales (en las que se incluían 49 de trigo y 39 de cebada), frente a tan sólo 14 pertenecientes al grupo de leguminosas grano, siendo 8 de estas últimas variedades de guisante proteaginoso.

Además, la mayoría de las variedades disponibles son de origen extranjero, obtenidas para ambientes en general muy diferentes a los que "sufrirán" en Castilla y León. Esto obliga a poner un especial cuidado a la hora de la elección de nuestra variedad, lo que evitará riesgos innecesarios que puedan poner en peligro el éxito del cultivo.

En la siguiente tabla figuran las características principales de algunas de las variedades que se han evaluado en nuestro Instituto y con las que podría plantearse una siembra temprana. La descripción está basada en las observaciones realizadas en diferentes localidades castellano-leonesas durante tres campañas consecutivas. Los datos de precocidad, altura de planta e índice de rendimiento son medios para todos los ambientes considerados, incluyendo fechas de siembra desde final de octubre a inicios de enero. En la última columna aparece el rango de fecha de siembra que debe considerarse para cada variedad. Otra serie de características que no aparecen en la tabla se exponen a continuación:

Messire: Para zonas de inviernos no demasiado fríos.

Ideal: Periodo reproductivo muy largo. Para zonas de inviernos no demasiado duros.

Victor: Debe utilizarse exclusivamente en siembra otoñal-invernal, muy bien adaptado al escape de las heladas tardías y muy resistente a las heladas invernales.

Cheyenne: Debe utilizarse exclusivamente en siembra otoñal-invernal, muy bien adaptado al escape de las heladas tardías y muy resistente a las heladas invernales. Rendimiento muy estable.

Esla: Muy estable. Preferible en zonas de inviernos no excesivamente duros.

Coomonte: Completamente indehiscente, sin pérdida por caída de grano en cosecha.

Variedad	PMG (gr)	Tipo Hoja	Precocidad (Esla=25/4)	Altura (cm)	Tolerancia heladas	Índice R (Esla=100)	Fecha siembra
Baccara	250	SA	-3	40	Alta	95	1/11-31/12
Cheyenne	170	SA	+9	50	Muy alta	115	15/10-30/11
Coomonte	200	SA	0	50	Media	95	15/11-15/01
Esla	155	SA	0	45	Alta	100	1/11-31/12
Iceberg	150	SA	+4	50	Muy alta	115	15/10-15/12
Ideal	255	SA	-5	45	Alta	120	1/11-15/01
Messire	240	OL	-8	45	Media	115	1/11-15/01
Nela	230	CO	+6	85	Alta	105	15/10-30/11
Raffale	150	SA	0	45	Alta	110	1/11-31/12
Ucero	235	SA	+4	50	Alta	110	1/11-15/12
Victor	160	CO	+7	50	Muy alta	125	15/10-30/11

Datos medios sobre tres campañas; PMG: Peso de 1000 semillas; Índice R: índice de rendimiento, considerando Esla como 100%, en función a los medios de tres campañas, con varias fechas de siembra temprana en varias localidades de castilla y león; Fecha siembra; rango de fechas de siembra en la que los índices de rendimiento en la que se detectaron los rendimientos más altos para cada variedad, recomendándose atrasar lo más posible cuanto mayor riesgo de heladas a final de abril o principios de mayo exista en la zona; SA: Hoja semiafila, OL: Hoja de oreja de liebre; CO: Hoja convencional.

JOPOS Y MARCADORES

B Román¹, C Alfaro¹, AM Torres,¹ C Martínez², Satovic Z², D Rubiales³, A Pujadas⁴, JI Cubero⁵

¹ CIFA Alameda del Obispo. Apdo. 3092 14080 Córdoba

² CSIC-Instituto de Agricultura Sostenible. Apdo 4084, 14080 Córdoba

³ Faculty of Agriculture Department of seed Science and Technology, Svetosimunska 25, 10000 Zagreb, Croatia.

⁴ ETSIAM-UCO, Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales. Apdo 3048, 14080, Córdoba

⁵ ETSIAM-UCO, Departamento de Genética. Apdo 3048, 14080, Córdoba

Las especies del género *Orobanche* son angiospermas parásitas que viven sobre las raíces de una gran variedad de plantas dicotiledóneas, incluyendo importantes cultivos miembros de familias como las solanáceas, leguminosas, compuestas, crucíferas y umbelíferas (Parker y Riches, 1993). Estas plantas parásitas, no desarrollan raíces normales, no presentan hojas y no pueden realizar la fotosíntesis. Las *Orobancháceas* son enormemente destructivas ya que extraen agua y sustancias fotosintetizadas directamente del cultivo, reduciendo gravemente los rendimientos y la calidad. Los suelos donde crecen estas especies parásitas quedan enormemente infestados debido al elevado número de semillas que son capaces de producir y a su prolongada viabilidad. El control de estas plantas parásitas resulta bastante difícil ya que están íntimamente asociadas con la raíz del huésped y permanecen ocultas bajo tierra durante gran parte de su ciclo vital. De esta forma, el control mecánico resulta impracticable porque una vez que el tallo floral parásito ha emergido y se puede eliminar, el daño en el huésped ya se ha producido. El jopo de las habas (*Orobanche crenata*) es una planta parásita obligada que ataca gravemente a diversos cultivos de leguminosas como habas, lentejas, guisantes, garbanzos y vezas. En la región Mediterránea el problema del jopo representa un factor limitante en la obtención de rendimientos óptimos en algunos de ellos.

La variación genética resulta imprescindible para que exista evolución, es decir, para que se produzcan cambios en la estructura genética de las poblaciones. La selección natural, elige entre la variación existente dentro de una población, basándose en la adaptación al ambiente de sus individuos. Como resultado, la variación dentro de poblaciones se convierte en variación entre poblaciones, y por último y como la evolución continúa, en variación entre especies. Los marcadores moleculares para estudios de diversidad resultan especialmente ventajosos en el caso del jopo si se tienen en cuenta las desventajas que presentan los marcadores morfológicos en este género ya que el parasitismo reduce el número de caracteres discriminantes entre individuos al tratarse de plantas sin clorofila que no presentan hojas y solo forman falsas raíces.

Para la obtención de variedades resistentes, la variabilidad genética del parásito resulta de gran importancia ya que éste puede superar la resistencia o tolerancia en la especie

huésped, especialmente cuando la variación genética en el parásito es amplia y la resistencia o tolerancia está determinada por pocos genes. Mediante el uso de marcadores moleculares, nuestro grupo ha determinado las relaciones existentes entre poblaciones de *O. crenata* recogidas sobre distintos cultivos de leguminosas en diversos puntos de Andalucía (Román y col., 2001). Así mismo se han contrastado estas poblaciones con otras de la cuenca Mediterránea recogidas en Israel con marcadores ISSR (Román y col., 2002). Ambos estudios detectaron una gran diversidad intrapoblacional que, en el caso de las poblaciones andaluzas dificultó la diferenciación entre poblaciones recogidas en distintos lugares y sobre distintos huéspedes. El análisis comparado de poblaciones procedentes de Andalucía e Israel, reveló una diversidad mayor en las poblaciones israelíes así como una mayor diferenciación interpoblacional.

Otra posible causa en la desaparición de la resistencia podría ser la llegada de nuevos genes a través de intercambio genético con otras especies parásitas vegetales que se encuentren en hábitats naturales, por lo que resulta de gran interés conocer qué especies se encuentran en la zona donde la resistencia se tiene que manifestar. Merecen, por tanto, especial atención las interacciones entre plantas parásitas y sus huéspedes silvestres ya que éstos han debido desarrollar mecanismos de defensa al estar conviviendo con ellas durante miles de años. Se podrían encontrar, por tanto, nuevas fuentes de resistencia en parientes silvestres de especies cultivadas. En este sentido resulta de especial interés el ejemplo de la especie *O. foetida*, recientemente descrita en campos de habas y garbanzo tunecinos (Kharrat y col., 1992), ya que hasta ese momento la especie solo había sido descrita como parásita de huéspedes silvestres. Considerando que en Andalucía esta especie está ampliamente distribuida parasitando a especies silvestres como *Erophaca baetica* (L.) Boiss, *Scorpiurus muricatus* L., *Trifolium angustifolium* L., *T. pratense* L., *T. repens* L., *Lotus* spp. y *Melilotus* spp. (Pujadas-Salvà, 2002), decidimos estudiar molecularmente poblaciones de *O. foetida* recogidas sobre habas y garbanzos en campos de cultivo tunecinos y contrastarlas con poblaciones de la especie recogidas sobre plantas silvestres de Andalucía (Román y col., 2001). Los resultados determinaron una clara diferenciación entre plantas de jopo recogidas sobre huéspedes silvestres y cultivados. Además, y a diferencia de los resultados obtenidos con *O. crenata*, se observó una clara diferenciación de las poblaciones de jopo según el cultivo parasitado.

El estudio filogenético de las distintas especies del género *Orobanche* resulta también de vital importancia ya que la divergencia progresiva a partir de un mismo progenitor implica que las especies emparentadas poseen aspectos comunes en la organización genómica y el control génico de algunos caracteres. En este sentido hemos determinado mediante marcadores RAPD las relaciones genéticas entre 20 especies del género (Román y col., 2003). Actualmente se está complementando este estudio inicial de variación molecular con otro filogenético que comprende la secuenciación de un fragmento de ADN cloroplástico en 28 especies del género.

REFERENCIAS

Kharrat M, Halila MH, Linke KH, Haddar T (1992) First report of *Orobanche foetida* Poiret on fababean in Tunisia. *FABIS Newsletter* 30: 46-47.

Parker C, Riches CR (1993) *Parasitic weeds of the world: Biology and control*. CAB Int., Wallingford, UK.

Pujadas-Salvá AJ (2002) *Orobanche L*. En: López-Sáez JA, Catalán P, Sáez LI, eds. *Plantas parásitas en la península ibérica e islas Baleares* pp. 348-440. Mundi Prensa, Madrid España.

Román B, Rubiales D, Torres AM, Cubero JI, Satovic Z (2001) Genetic diversity in *Orobanche crenata* populations from Southern Spain. *Theoretical and Applied Genetics* 103: 1108-1114.

Román B, Alfaro C, Torres A, Satovic Z, Kharrat M, Pujadas A, Rubiales D (2001) An analysis of genetic variation in natural populations of *Orobanche foetida* from Spain and Tunisia. pp. 57-60. 7th International Parasitic Weed Symposium. Nantes (Francia).

Román B, Satovic Z, Rubiales D, Torres AM, Cubero JI, Katzir N, Joel DM (2002) Variation among and within populations of the parasitic weed *Orobanche crenata* from two sites of the Mediterranean revealed by ISSR markers. *Phytopathology* 92: 1262-1266.

Román B, Alfaro C, Torres AM, Moreno MT, Satovic Z, Pujadas A, Rubiales D (2003) Genetic relationships among species of the genus *Orobanche* as revealed by RAPD markers. *Annals of Botany* 91: 1-6.

PRINCIPALES ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR PARÁSITOS INTRACELULARES EN LAS LEGUMINOSAS DE GRANO EN ESPAÑA

Javier Romero, Serafina Castro, Elena Navarro, Gerardo Carazo
Departamento de protección vegetal, INIA. Carretera de La Coruña Km 7.0, 28040-Madrid.

Una de los principales problemas que limita la producción de las leguminosas de grano son las enfermedades producidas por parásitos intracelulares: virus, viroides y fitoplasmas; destacando entre estas las transmitidos por insectos, por su rápida diseminación. Nuestro laboratorio en los últimos años se ha dedicado a la detección y caracterización de las principales enfermedades intracelulares presentes en las leguminosas de grano: judías, garbanzos, lentejas, habas y yeros cultivadas en España. En estos estudios hemos obtenido conocimientos acerca de la epidemiología, transmisión por insectos, puesta apunto de métodos específicos de detección e identificación y de la variabilidad genética de los patógenos provenientes de diversas regiones y especies vegetales; conocimientos que nos han permitido proponer practicas culturales tendientes a disminuir o eliminar el daño de estos parásitos.

Los parásitos y sus huéspedes estudiados se muestran en las tablas I y II.

Tabla I. Virosis que infectan las leguminosas de grano en España.

Virus	Huésped	Transmisión
Bean common mosaic Potyvirus, BCMV Virus del mosaico común de la judía	Judía	Pulgones
Bean common mosaic necrosis Potyvirus, BCMNV Virus de la necrosis del mosaico común de la judía	Judía	Pulgones
Bean leafroll Luteovirus, BLRV Virus del enrollado de la hoja de la judía	Garbanzo Haba lenteja	Pulgones
Bean yellow mosaic Potyvirus, BYMV Virus del mosaico Amarillo de la judía	Garbanzo Judía Haba Lenteja	Pulgones
Beet western yellows Luteovirus, BWYV Virus del amarilleo occidental de la remolacha.	Garbanzo Haba Lenteja	Pulgones
Broad bean mottle Bromovirus, BBMV Virus del moteado del haba	Haba	Coleópteros

(Continúa página siguiente)

Virus	Huésped	Transmisión
Broad bean wilt Fabavirus, BBWV Virus de la marchitez del haba	Judía	Pulgones
Clover yellow vein Potyvirus CIYW Virus del amarilleo de las venas del trébol	Judía Haba Lenteja Garbanzo	Pulgones
Cucumber mosaic Cucumovirus, CMV Virus del mosaico del pepino	Judía Haba	Pulgones
Faba bean necrotic yellows Nanovirus, FBNYV Virus del amarillamiento necrótico del haba	Haba	Pulgones
Tomato spotted wilt Tospovirus, TSWV Virus de las manchas bronceadas del tomate	Judía Haba	Trips

Tabla II. Fitoplasmas que infectan las leguminosas de grano en España.

Huésped	Grupo taxonómico	Lugar de detección
Yeros	-	Guadalajara
Haba	16Sr III	Antequera
Judía	16Sr XIII	Valladolid
Judía	16Sr XII	Badajoz
Judía	16Sr V?	Almería

VARIEDADES LOCALES DE JUDÍA (*Phaseolus vulgaris* L.) DE LA COMUNIDAD DE MADRID.

Sánchez, F.J., Salces, R., Catalán, G., Higuero, Y., L. De la Rosa* y Mauri, P.V.

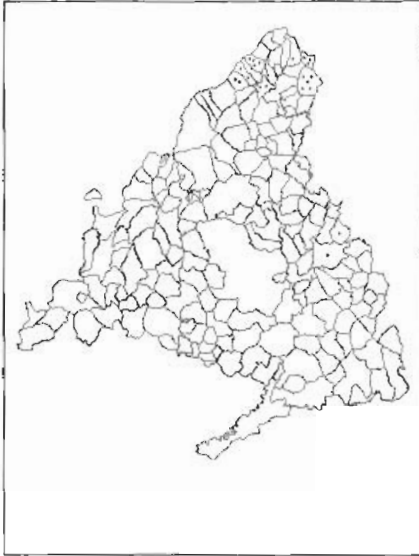
I.M.I.A. Consejería de Economía e Innovación Tecnológica. Comunidad de Madrid.
Finca El Encin. Apdo. de correos nº 127. 28800 Alcalá de Henares.

* Centro de Recursos Fitogenéticos (CRF - INIA). Finca La Canaleja. Apdo. de correos 1045.
28800 Alcalá de Henares.

La judía (*Phaseolus vulgaris* L.) es un cultivo originario de Sudamérica, que alcanzó gran importancia, sobretudo en el Reino de los Incas, en lo que hoy conocemos como Perú. Fue introducida en Europa por los españoles en el siglo XVI. Aunque las propiedades alimenticias y medicinales de las judías se conocieron prontamente, por ejemplo Andrés Laguna (1555) describe el modo de empleo de "frisoles y phasiolos" en el tratamiento de diversas enfermedades debido a su actividad diurética, al principio se utilizaron principalmente como planta ornamental. Fue 1 ó 2 siglos más tarde, cuando empezó a generalizarse su uso, llegando a desplazar casi completamente a las anteriores habichuelas europeas (*Vigna sinensis* L.). Durante todo este tiempo de cultivo, y a consecuencia de la selección realizada por los agricultores se han generado multitud de variedades locales, con características y peculiaridades propias, de las cuales, algunas de ellas han alcanzado gran prestigio debido a sus propiedades organolépticas. Actualmente, esta riqueza en biodiversidad se está perdiendo por el uso generalizado de unas pocas variedades comerciales mas productivas y por el abandono de la actividad agrícola en muchas zonas de España.

DENOMINACION	PROCEDENCIA
Churrilla del Henares	Alcalá de Henares
Del Pinet	Meco
De la Sierra negra	La Hiruela
De la Sierra ocre	La Hiruela
De la Sierra pinta	La Hiruela
De la Virgen	Navarredonda
De las Once	Buitrago del Lozoya
Garbancera	Buitrago del Lozoya
Judión de Montejo	Montejo de la Sierra
Villavieja plana	Villavieja del Lozoya
Villavieja redonda	Villavieja del Lozoya
Riñón	Navarredonda
Judía del escarabajo	Braojos

(Continúa página siguiente)



DENOMINACION	PROCEDENCIA
Judio I	Braojos
Judio II	Braojos
Judia Siuza	Braojos
Blanca Aplanchada	Puebla de la Sierra
Garbancera de la Puebla I	Puebla de la Sierra
Cornicabra	Puebla de la Sierra
Garbancera de la Puebla II	Puebla de la Sierra
Judia de La Puebla	Puebla de la Sierra

Figura 1. Denominación popular y localización del material recogido.

Con objeto de evitar la pérdida de biodiversidad, el CRF y el IMIA iniciaron una campaña de prospección y recolección de variedades locales de judía en la Comunidad de Madrid. La conservación de estos materiales tiene una importancia estratégica para la supervivencia en el futuro del propio cultivo. Si bien, las judías españolas muestran una menor biodiversidad que las judías americanas, acumulan una serie de adaptaciones a la región mediterránea que pueden ser de gran valor en posteriores programas de mejora. Adicionalmente, las variedades locales pueden ser de utilidad, bien directamente, o como material de partida para obtener variedades adaptadas a nuevos sistemas de producción, como la agricultura ecológica, en gran auge actualmente.

Como se muestra en la figura 1, la mayor parte de las accesiones se recogieron en pueblos de la sierra norte de Madrid, donde la baja rentabilidad de la agricultura ha permitido que sobrevivan algunos cultivos tradicionales. En el valle del Henares se recogieron dos accesiones, probablemente debido a que nuestros Centros se encuentran ubicados aquí y tenemos un mejor conocimiento de los alrededores. En el resto de la provincia estos materiales son escasos y difíciles de encontrar. En todos los casos excepto uno, en el que existe una pequeña actividad comercial, las variedades recogidas se cultivaban en pequeñas explotaciones destinadas al autoconsumo y regentadas por agricultores mayores. Además de donar las semillas, los agricultores nos aportaron información acerca de las técnicas agrícolas, características agronómicas y usos del cultivo. Todos estos comentarios han quedado registrados con el fin de tener una idea lo más completa posible del contexto original de las accesiones.

Las semillas recolectadas, 21 accesiones, se han multiplicado y se están conservando de acuerdo con las Normas para Bancos de Genes (FAO-IPGRI, 1994). Por otro lado, se

está procediendo a su caracterización morfológica siguiendo los Descriptores recomendados por el CRF-INIA y por el SIA de Valladolid para la caracterización de Judías (*Phaseolus vulgaris*) y, en algunos casos, los Descriptores de la UPOV (UPOV, 1994). Este trabajo se encuentra más avanzado en unas variedades que en otras. En la tabla 1 se incluyen algunas características de unas pocas variedades a modo de ejemplo.

Tabla 1. Algunos caracteres morfológicos de variedades locales seleccionadas de la Comunidad de Madrid.

Carácter	Virgen	Negra	Villavieja R	Ocre	del Pinet
Habito de crecimiento	Trepador	Trepador	Trepador	Trepador	Determinado
Foliosos: Anchura máxima (cm)	6,79	6,45	5,51	8,87	8,52
Foliosos: Longitud (cm)	9,11	8,18	8,05	9,83	11,79
Nº flores por inflorescencia	3,5	5,5	2	6	7
Flor: Color estandarte	Blanco rosado	Violeta fuerte	Blanco	Blanco rosado	Blanco
Flor: Color alas	Blanco rosado	Violeta fuerte	Blanco	Blanco rosado	Blanco
Vaina: forma diente apical	Recto	Recto	Recto	Arqueado	Recto
Vaina: Inserción diente apical	Central	Placentar	Placentar	Placentar	Placentar
Vaina: Color de fondo	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Vaina: Coloración secundaria	Ausente	Violeta	Ausente	Ausente	Ausente

FAO/IPGRI. 1994. Normas para Bancos de Genes. FAO/IPGRI.

Laguna, A. 1555. Pedacio Dioscorides Anarzabeo, a cerca de la material medicinal y de los venenos mortíferos. Amberes.

UPOV. 1994. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability. *Phaseolus vulgaris* L.. TG 12/8

RESISTENCIA A ENFERMEDADES EN HABAS

Josefina Sillero¹, María del Mar Rojas¹, Carmen Ávila¹, María Teresa Moreno¹, Amero A. Emeran², Ángel Villegas² y Diego Rubiales²

¹ CIFA Alameda del Obispo, Apdo. 3092, 14080 Córdoba

² Instituto de Agricultura Sostenible, CSIC, Apdo. 4084, 14080 Córdoba

La agricultura española y europea necesitan cultivos proteaginosos para reducir la dependencia de las importaciones de soja y diversificar las fuentes de proteína y adaptarlas a los diferentes usos. Su papel beneficioso en las rotaciones y mejorante de la fertilidad de los suelos, las hace un componente esencial de la agricultura sostenible. Hay un déficit crónico de un 70-80% de proteínas de origen vegetal para su uso en alimentación animal, que se ha agravado con la crisis de la Encefalopatía Espongiforme Bovina (mal de las vacas locas). Sin embargo, a pesar de estas ventajas y de la necesidad real de cubrir el déficit de proteínas vegetales, el cultivo de las leguminosas grano ha seguido una continua tendencia decreciente en los últimos años en España y en Europa en general, debido a la inestabilidad de los rendimientos y la insuficiente inversión en investigación y desarrollo de variedades adaptadas a las nuevas prácticas agrícolas. Como resultado, las leguminosas representan sólo un 5% de la superficie cultivada en Europa, lo que contrasta con el 30% que está alcanzando en América, Australia y Asia, con recientes incrementos espectaculares en Canadá y Australia.

Las habas constituyen un cultivo estratégico en el marco de una Agricultura Sostenible, que no obstante, están desapareciendo de nuestras rotaciones en beneficio de otros cultivos en los que se ha hecho una mayor inversión en mejora genética y que resultan más rentables para los agricultores, y para las casas de semillas. Uno de los principales problemas de las habas es la inestabilidad de los rendimientos causada fundamentalmente por la incidencia de enfermedades. La resistencia genética se presenta como la estrategia de control más eficiente, económica y respetuosa con el medio ambiente. No obstante, la resistencia presente en nuestras variedades no es suficiente, por lo que proponemos un programa de identificación y caracterización de nuevas fuentes de resistencia para transferirla a variedades adaptadas.

En la cuenca Mediterránea el jopo (*Orobanche crenata*) es sin lugar a dudas el principal factor limitante para el cultivo de habas. El problema se agrava dada la amplia gama de huéspedes del parásito y su fácil dispersión por semillas, que permanecen viables en el suelo durante varios años hasta que su germinación es estimulada por exudados de las raíces de huéspedes adecuados. Técnicamente, el problema se paliaría con una aplicación doble de glifosato en el momento y dosis adecuadas, lo cual no siempre resulta fácil. Se dispone de variedades que acumulan un nivel aceptable de resistencia a jopo, cuyo uso integrado con otras medidas agronómicas y de control (retraso en fechas de siembra, rotación de cultivos, solarización, control biológico), pueden resolver el problema satisfactoriamente (Rubiales et al., 2002).

La roya de las habas (*Uromyces viciae-fabae*) ha sido tradicionalmente considerada de poca importancia dado que suele aparecer tarde y no es devastadora. No obstante, cada día se hace más evidente su constante repercusión en la pérdida de rendimientos, particularmente graves en algunas zonas donde se han llegado a producir pérdidas del 80% del rendimiento. Diversas medidas de control como determinadas prácticas culturales (eliminación de restos de cosecha, erradicación de huéspedes alternativos, etc.) y tratamientos químicos (inductores de resistencia y fungicidas) son adecuados para paliar los daños causados por esta enfermedad. Dichas medidas, junto con el empleo de variedades genéticamente resistentes, son esenciales para el desarrollo de una lucha integrada, sobre todo en los casos en que la resistencia genética no sea suficiente o ante la aparición de nuevas razas del patógeno. Así pues, tanto la disponibilidad de resistencia genética como el conocimiento de la virulencia del patógeno son básicos para la aplicación inmediata en un programa aplicado de mejora de habas.

Tras una exhaustiva búsqueda de fuentes de resistencia hemos encontrado dos tipos de resistencia a roya en habas. Uno es la resistencia parcial y el otro la resistencia hipersensitiva, aunque de expresión también incompleta (Sillero et al., 2000). Los componentes de resistencia han sido caracterizados, resultando ambos tipos de resistencia en una ralentización del progreso epidémico, basada en una disminución de la frecuencia de infección y un aumento del periodo de latencia, lo que es visible microscópicamente como una reducida tasa de formación de haustorios y un menor crecimiento de la colonia (Sillero y Rubiales, 2002). La diferencia radica en la presencia de necrosis celular en las hipersensitivas, que se inicia a los dos días de la infección, pero es más evidente a partir del cuarto día. Esto se evidencia macroscópicamente como una reducción del tipo de infección.

La identificación de esta resistencia hipersensitiva ha hecho posible la creación de un conjunto preliminar de diferenciales que ha permitido la identificación de 16 razas (Emeran et al., 2001), y que se está perfeccionando en la actualidad para hacer un seguimiento de la evolución de la virulencia en las poblaciones de roya.

Ascochyta fabae causa manchas necróticas en hojas, tallos y vainas, provocando daños en el rendimiento por defoliación y rotura de tallos, así como de calidad. Además, *A. fabae* es un hongo que infecta las semillas de las habas, lo que obliga a la aplicación de medidas de cuarentena, que limitan la exportación de semillas desde zonas afectadas. Hemos identificado resistencia (Sillero et al., 2001). Trabajamos en el perfeccionamiento de las escalas de evaluación y en estudio de la herencia.

La mancha chocolate, causada por *Botrytis fabae*, es otra enfermedad devastadora y constituye otro factor limitante en zonas húmedas. En nuestro grupo de trabajo ya hemos identificado fuentes de resistencia que están siendo caracterizadas en la actualidad.

REFERENCIAS

Emeran, A.A., J.C. Sillero y D. Rubiales, 2001. Physiological specialisation of *Uromyces viciae-fabae*. Proc. 4th European Conference on grain legumes, p. 263, Ed. AEP, Cracow, Polonia.

Rubiales, D., J.C. Sillero, M.B. Román, M.T. Moreno, S. Fondevilla, A. Pérez-de-Luque, J.I. Cubero, N. Zermane, M. Kharrat and S. Khalil, 2002. Management of broomrape in Mediterranean agriculture. En: AEP (Ed.). Legumed: Grain Legumes in the Mediterranean Agriculture, pp. 67-73. ISBN2-9509491-6-9.

Sillero, J.C. y D. Rubiales, 2002. Histological characterization of the resistance of faba bean to faba bean rust. *Phytopathology*, 92: 294-299.

Sillero, J.C., M.T. Moreno y D. Rubiales, 2000. Characterization of new sources of resistance to *Uromyces viciae-fabae* in a germplasm collection of *Vicia faba*. *Plant Pathology*, 49: 389-395.

Sillero, J.C., C.M. Ávila, M.T. Moreno y D. Rubiales, 2001. Identification of resistance to *Ascochyta fabae* in *Vicia faba* germplasm. *Plant Breeding*, 120(6): 529-531

RESULTADOS DE ENSAYOS CON NUEVAS VARIETADES DE GARBANZO EN LA COMARCA DE CAMPO DE TEJADA (HUELVA)

Ignacio Solís¹, Antonio Tomás², Francisco Ruiz¹, Juan Gil³, M^a Teresa Moreno⁴

¹ Agrovegetal S.A., Demetrio de los Ríos 15, Sevilla.

² Cooperativa Campo de Tejada, Escacena del Campo (Huelva).

³ Departamento de Genética, Universidad de Córdoba.

⁴ C.I.F.A. Alameda del Obispo, Córdoba.

INTRODUCCIÓN

La Cooperativa Campo de Tejada de Escacena del Campo (Huelva) posee una larga tradición en la producción y comercialización de garbanzos de la variedad Blanco Lechoso. Desde su incorporación en 1998 a la sociedad Agrovegetal S.A., obtentora-seleccionadora de leguminosas grano, una de sus prioridades ha sido la evaluación de nuevas variedades de garbanzo con mayor resistencia al frío y a las enfermedades, y con un porte erecto que facilite la recolección mecanizada.

Para evaluar algunas de las nuevas variedades de garbanzo de invierno obtenidas por el programa conjunto de la Junta de Andalucía y la Universidad de Córdoba se han realizado ensayos de valor agronómico en una parcela propiedad de la Cooperativa en las campañas 1999-2000 y 2002-2003.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la campaña 1999-2000 se evaluaron 16 variedades en un ensayo de valor agronómico sembrado en bloques al azar, con 4 repeticiones y en dos fechas de siembra (Diciembre y Febrero). En 2002-2003 se ensayaron 25 variedades en un diseño estadístico de látice cuadrado equilibrado con 3 repeticiones y en dos fechas de siembra (Enero y Marzo).

El manejo agrícola de la parcela en la que se realizaron los ensayos fue similar al que realizan los agricultores de secano en la zona. En cada microparcela se tomaron datos de enfermedades, altura, días a floración, productividad y calibre del grano cosechado.



Figura 1. Siembra de ensayos de garbanzo en Escacena en enero de 2003.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La primavera del año 2000 en la que se evaluaron por primera vez las nuevas variedades de garbanzo de siembra invernal estuvo caracterizada por una elevada pluviometría y encharcamientos que favorecieron el desarrollo de enfermedades como la fusariosis (*Fusarium spp.*) y la rabia (*Ascochyta rabiae*). El desarrollo del cultivo en la parcela de ensayos había sido bueno hasta finales de Marzo en que las enfermedades prácticamente destruyeron de forma indiscriminada a todas las variedades, con una alta incidencia de fusariosis, empezando por las más sensible (Blanco lechoso) y terminando por la más resistente (Fardón).

La producción de todas las variedades en el ensayo de siembra invernal estuvo por debajo de los 400 Kg/ha, mientras que el de siembra primaveral dos variedades de origen mejicano mostraron un mayor resistencia a la fusariosis alcanzando un rendimiento en torno a los 600 Kg/ha. En paralelo con estos ensayos se sembraron en dos localidades una colección de variedades diferenciales de garbanzo para determinar las razas de *Fusarium spp.* presentes en la zona, encontrándose genes de resistencia en algunas de ellas e indicando la posible presencia de la raza 1, dato este que habrá que comprobar en el futuro.

En la segunda campaña de ensayos 2002 - 2003, de nuevo el invierno y la primavera han estado caracterizada por una elevada pluviometría que han propiciado una mala nascencia en el ensayo de siembra invernal y el desarrollo de enfermedades fúngicas.

En el ensayo de siembra invernal un grupo de nuevas variedades y el testigo BONAL mostraron un mayor vigor de partida y resistencia a enfermedades que el resto alcanzando producciones alrededor de los 800 - 1000 kg/ha. En la siembra primaveral los rendimientos

variaron desde los 208 Kg/ha de la variedad Blanco Lechoso hasta los 1306 Kg/ha de la nueva línea CA3006 ('Cavir') que parece especialmente prometedora para la comarca.

BIBLIOGRAFÍA

Moreno, M.T. y Gil J. 1999. Trends within chickpea production in Spain. Grain Legume, 25, 18-20.

Moreno M.T. 1984. Garbanzos de invierno. Cortijo de Cuarto 51:4-7.

Cubero, J.I., Moreno, M.T. y Gil, J. 1990. Chickpea breeding in Spain. En: Options Mediterraneennes, Serie A, nº 9, Saxena, M.C. Cubero, J.I. y Wery, J. (Eds.). pp 157-161. CIHEAM/ECC/ICARDA Zaragoza. Spain.

ELECCIÓN DE PAREJA EN LAS PLANTAS. IMPLICACIONES EN LA INVESTIGACIÓN ORIENTADA A UNA AGRICULTURA MULTIFUNCIONAL

María José Suso. Instituto de Agricultura Sostenible (CSIC). Córdoba.

Los componentes de la selección sexual, competencia por una pareja y selección de pareja, tienen dos importantes consecuencias en las poblaciones de plantas: 1) los apareamientos no se dan al azar y 2) los fenotipos seleccionados aumentan su frecuencia. Hay considerable evidencia de que existe una gran variación para características relacionadas con la selección sexual; esta variación puede ser utilizada para aumentar la eficacia de los métodos de mejora orientados hacia una agricultura multifuncional.

El modelo de agricultura europea que defiende la U.E. se apoya sobre el concepto de multifuncionalidad, entendiéndolo por tal el reconocimiento tanto de sus funciones productivas como de la función social, medioambiental, rural y de ordenación territorial, necesarias para el mantenimiento de las rentas de los agricultores y el tejido social en el medio rural.

Frente a las características típicas de la mejora formal, cultivares genéticamente uniformes adaptados a grandes extensiones y seleccionados casi en exclusiva para producción y resistencia a enfermedades, la mejora para una agricultura multifuncional tiene como reto el desarrollo de cultivares localmente adaptados que mantengan y promuevan la diversidad y seleccionados para máxima estabilidad, además de producción. La diversidad es, en marcado contraste con la uniformidad perseguida por la mejora formal, clave en los sistemas agrícolas multifuncionales. La idea del desarrollo de variedades-mezcla, variedades multilineas o sintéticas resurge constituyendo un desafío para el mejorador comprobar cuánto más allá se puede avanzar a partir de la teoría de los híbridos y de las líneas puras. Se necesita que la investigación pública básica explore estrategias de restauración y aumento de la variación genética.

Una de las estrategias posibles es la explotación de la heterosis y de los beneficios de la heterogeneidad a través de la manipulación de los genes responsables del modo de cruzamiento. Me estoy refiriendo al modo de cruzamiento en un sentido amplio no simplemente enfocado a los sistemas mejor conocidos de androesterilidad e incompatibilidad. Algunos fitomejoradores consideran que la forma tradicional de explotación del vigor híbrido es obsoleta y proponen el uso de características florales de pre-polinización para desarrollar variedades con alto nivel de heterosis. En este caso, se está buscando nuevos sistemas de manipulación de la dispersión y de la recepción de polen para conseguir incrementos en el número de heterocigotos. Una dispersión efectiva de polen en plantas entomógamas depende de la manipulación del comportamiento del polinizador por parte de las características florales de la planta. Los polinizadores no se mueven al azar sino utilizando pistas que muestran las diferentes opciones. Las pistas florales incluyen tanto características de diseño floral (estructura, color, olor, y recompensa de las flores simples) como de exhibición floral (numero de flores abiertas y su disposición en la inflorescencia). Por ejemplo, en las habas, el 80% de la variación en el nivel de alogamia se puede explicar por la variación en las características de display y

de diseño floral. Estas características son tan importantes que influyen no solo en el nivel de alogamia sino que afectan también a la producción de forma que hasta un 70% de la variación en producción puede ser explicada por variación en las anteriores características florales. Así, la heterosis puede explotarse construyendo poblaciones en las un nivel de heterocigotos elevado se mantenga mediante rasgos florales seleccionados de acuerdo con su relación con el comportamiento del polinizador. Además, el desarrollo de este tipo de variedades, basado en el análisis de la interacción planta-polinizador, es compatible con una agricultura que busca proteger el medio ambiente.

La domesticación de muchos cultivos, ha ido acompañada de una anulación de los mecanismos que promueven la alogamia y, en consecuencia, revertir esta tendencia puede ser difícil. Sin embargo, los últimos conocimientos en relación con el mantenimiento de la alogamia y su control genético ofrecen nuevas formas, mas acordes con una agricultura multifuncional, de abordar la explotación de la heterosis y el aumento de la heterocigosidad a través de la manipulación de los genes responsables del modo de cruzamiento. Aunque se necesitan mas datos empíricos, hay evidencias que indican: 1) que la simple dicotomía entre autogamia y alogamia es una super simplificación y que el nivel de alogamia es una variable continua y no un rasgo discreto que da lugar solo a dos alternativas, autogamia y alogamia. Los sistemas mixtos de cruzamiento se consideran una generalidad y no una excepción y 2) que las características florales de pre-polinización tienen un control genético relativamente simple. QTLs de gran efecto son responsables del cambio de autogamia a alogamia en algunas de las especies estudiadas que, por lo tanto, son capaces de responder rápidamente a la presión de selección ejercida por el mejorador.

La fitomejora requiere no solo la manipulación del cruzamiento (autofecundación vs alogamia) sino también, en plantas hermafroditas, la optimización simultánea de sus funciones como macho (dispersión de polen) para incrementar la transferencia de polen y como hembra (fertilización de los óvulos y desarrollo de semillas) para permitir un nivel económico de producción de semilla. Uno de los resultados de la selección sexual es que a pesar de que las plantas son clasificadas como hermafroditas, algunos individuos se reproducen más como machos y otros más como hembras y que estas funciones no necesariamente ocurren al mismo tiempo. También, la teoría del reparto de los recursos sexuales muestra que cuantos más recursos estén asignados a la función como hembra el éxito de su función como macho decrecerá. Así el éxito en el comportamiento femenino de la planta ocurre a expensas de su comportamiento masculino, esto es, la inversión en rasgos que promueven la producción de semillas se produce, a menudo, a expensas de los rasgos que promueven el comportamiento como macho. Sin embargo, las características del comportamiento como macho de la planta tienen un papel crucial en los esquemas de mejora para la explotación de la heterosis y para la conservación del germoplasma. Los datos disponibles indican que existe una gran variabilidad en la capacidad de dispersión de polen y que esta puede ser modificada. Características obvias que tienen un gran efecto en la magnitud de la función como macho son las características florales de diseño y de exhibición. Grandes displays florales y altos niveles en el volumen de néctar con una gran concentración de azúcar incrementan la dispersión de polen.

Algunos mejoradores ponen en evidencia que el gran desarrollo experimentado por la biología reproductiva no tiene el impacto que sería deseable en una mejora orientada a una agricultura multifuncional y señalan el peligro de un enfoque estrecho y predefinido sobre la biología reproductiva de los cultivos.

RESPUESTA DE DOS CULTIVARES DE SOJA [*Glycine max* L. (Merrill)] A LA INOCULACIÓN CON DIVERSAS ESTIRPES DE *Bradyrhizobium japonicum* y *Sinorhizobium fredii*

Francisco J. Temprano Vera, Marta Albareda Contreras, María Camacho Vara del Rey y Dulce N. Rodríguez Navarro.
CIFA-Las Torres y Tomejil, 41200-Alcalá del Río (Sevilla)

Durante dos campañas agrícolas (2000-2001) se realizaron ensayos de campo con los cultivares de soja Osumi y Kochi (Complejo Asgrow de Semillas) en cuatro localidades situadas en los regadíos del Guadalquivir y del Guadiana. En la campaña 2000 los ensayos se efectuaron en Puebla de la Calzada (Badajoz), Coria del Río y Alcalá del Río (Sevilla) y en la campaña 2001 en Guadajira (Badajoz) y en Alcalá del Río (Sevilla). En todos los ensayos se emplearon inoculantes de turba con 4 estirpes de *S. fredii*: SMH12, A8318, A8425 y HH29 y, como inoculante control se empleó la estirpe de *B. japonicum* USDA110. Se sembraron además dos controles sin inocular: uno sin fertilización nitrogenada y otro con 200 Kg N/ha (Nitrato amónico). Las parcelas elementales consistieron en 4 surcos de 7 m de longitud, separados 0,5 m, distribuidas en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones.

A los 60 días de la siembra se evaluó la nodulación de las plantas (número y peso de los nódulos) y al final de cultivo se determinó el rendimiento y el contenido en nitrógeno del grano.

En el ensayo de Puebla de la Calzada (Badajoz), la presencia de poblaciones de rizobios capaces de nodular con la soja, procedentes de inoculaciones anteriores, indujeron una abundante nodulación en las parcelas no inoculadas de ambos cultivares. Los resultados de nodulación y rendimiento para los distintos inoculantes, se vieron enmascarados por la presencia de poblaciones muy efectivas de rizobios del suelo, cuyo tamaño oscilaba entre 10^4 - 10^5 rizobios/g de suelo. De hecho no existen diferencias significativas en producción ni acumulación de N en grano, entre los distintos tratamientos, para ambos cultivares de soja.

En la finca La Hampa (Coria del Río, Sevilla), no se detectaron poblaciones nativas de rizobios capaces de nodular con la soja. El comportamiento simbiótico de algunos de los inoculantes con estirpes de *S. fredii*, fue muy prometedor, ya que los rendimientos, superiores a 4000 Kg/ha, y la acumulación de N en grano fueron similares a los que se obtuvieron con el inoculante de referencia, *B. japonicum* USDA110 y, con los controles fertilizados con 200 kg N/ha, en ambos cultivares de soja. Los incrementos de rendimiento obtenidos con relación a los controles no inoculados fueron de 35-45 %.

El tercer ensayo de la campaña 2000 se sembró en el CIFA-Las Torres (Alcalá del Río, Sevilla). Los controles no inoculados no mostraron nodulación, al no estar presentes en esos suelos poblaciones de rizobios específicos de la soja. En este ensayo, la mayoría de las estirpes de *S. fredii* formaron significativamente mayor número de nódulos que *B. japonicum*

USDA110. En el cultivar Osumi todos los inoculantes dieron unos rendimientos no significativamente diferentes entre ellos, pero sí significativamente superiores, en más del 100 %, al control no inoculado y no fertilizado. (Tabla 1). Los rendimientos en el cultivar Kochi fueron también muy homogéneos entre los distintos inoculantes, si bien, en este caso los aumentos con relación al control no inoculado y no fertilizado fueron menores, al ser mayor el rendimiento en grano de este control.

Tabla 1.- Respuesta a la inoculación con estirpes de *S. fredii* del cultivar de soja Osumi, en Las Torres (Alcalá del Río, Sevilla). Campaña 2000.

Inoculante	Nodulación (1)	Rendimiento (Kg/ha)	N en grano (Kg/ha)
USDA110	3,56 a	4.003 a	237 ab
SMH12	2,83 a	4.331 a	248 a
A8318	3,29 a	3.235 a	164 c
A8425	3,50 a	3.519 a	167 c
HH29	3,24 a	3.444 a	179 bc
TN	0	3.151 a	179 bc
T	0	1.677 b	84 d

(1) peso seco de nódulos (g/12 plantas). Los datos son medias de 4 repeticiones. Valores seguidos por la misma letra no difieren significativamente ($p < 0.05$).

En la finca La Orden, en Guadajira (Badajoz), en el ensayo efectuado en 2001, los controles no inoculados mostraron una abundante nodulación, debido a la persistencia en el suelo de *B. japonicum* de inoculaciones efectuadas varios años atrás. El tamaño de esas poblaciones en el suelo resultó ser del orden de 10^4 rizobios/g. Los rendimientos de grano de los diferentes tratamientos, en consecuencia, no difirieron significativamente para cada cultivar. En este caso se estudió la capacidad competitiva de los inoculantes de *S. fredii*, frente a la población nativa del suelo, en el cultivar Osumi (para la estirpe SMH12, también se estudió en el cv. Kochi). La proporción de nódulos originados por las estirpes de *S. fredii* de los inoculantes fue baja, entre 1 % para la estirpe menos competitiva y el 18 % para la más competitiva. El cultivar de soja parece afectar a la competitividad de una misma estirpe, como es el caso de SMH12, que formó el 7 % o el 17 % de los nódulos, en Osumi o Kochi, respectivamente.

Estos datos corroboran la dificultad que existe en desplazar con las estirpes de los inoculantes a los rizobios nativos del suelo, cuando se encuentran en densidades altas.

En el CIFA-Las Torres, se realizó un segundo ensayo en 2001. De manera consistente con el año anterior, *B. japonicum* USDA110 produjo menos nódulos (y menor masa nodular) que las estirpes de *S. fredii*, tanto en el cultivar Kochi como en Osumi. En general, los rendi-

mientos fueron muy uniformes entre los distintos inoculantes, destacando *S. fredii* SMH12, cuyos rendimientos no difieren de los obtenidos con la estirpe USDA110 y el control fertilizado (TN), en el cultivar Osumi o bien, los supera en el caso del cultivar Kochi. El incremento en rendimiento de la soja, como respuesta a la inoculación con *S. fredii* SMH12, fue del 140 % y 74 %, con relación a los controles no inoculados de Osumi y Kochi, respectivamente.

MARCADORES MOLECULARES Y MEJORA DE HABAS

A.M. Torres¹, B. Román¹, C. Avila¹, D. Rubiales², Z. Satovic³, N. Gutierrez¹, M.T. Moreno¹ y J.I. Cubero⁴

¹ CIFA «Alameda del Obispo», Dpt. Mejora y Agronomía; Apdo. 3092, 14080 Córdoba

² CSIC-Instituto de Agricultura Sostenible, Apdo. 4084, 14080 Córdoba

³ Faculty of Agriculture, Department of Seed Science and Technology, Svetosimunska 25, 10000 Zagreb, CROACIA

⁴ Dept. Genética, ETSIAM, Aptdo. 3048; 14080 Córdoba

El marco agrario actual encaminado hacia una agricultura sostenible hace de las leguminosas un material sumamente interesante para cubrir huecos en nuestro sector agrario. Pese a ello, en las últimas décadas su área de cultivo y producción han ido descendiendo en un proceso no exclusivo de la agricultura española sino paralelo al ocurrido en otros países del entorno. La situación resulta aún más paradójica ya que al mismo tiempo aumenta la demanda de proteína vegetal sobre todo por parte de los fabricantes de piensos tras las consecuencias económicas y la alarma social creadas en la UE por la encefalopatía espongiforme bovina. Se ha originado, por lo tanto, un déficit que en la mayoría de los casos se ha cubierto mediante importaciones de soja y de maíz e incluso de leguminosas que tradicionalmente han sido cultivadas en el área mediterránea y que poco a poco han ido desapareciendo. Esta dependencia ha inducido a la UE a tomar medidas para potenciar el cultivo de leguminosas y elevar su producción estimulando medidas y programas de investigación que solucionaran sus problemas relativos principalmente a rendimiento y calidad.

Uno de los cultivos más beneficiados ha sido el de las habas (*Vicia faba* L.), y algunos de sus problemas están en vía de solución. Actualmente existen variedades en el mercado altamente productivas (hasta 4000 kg/ha en un cultivo cuidadoso), en las que todas las operaciones pueden realizarse mecánicamente. Con respecto a los factores antinutritivos, hoy se sabe que el carácter «flor blanca» conlleva ausencia de taninos por lo que se trabaja en la introducción de este carácter en variedades de alta producción. También se ha identificado un mutante con un gen que disminuye los glicósidos de pirimidina (vicina-convicina), causantes del fabismo en humanos y de la reducción del tamaño y fertilidad de los huevos de gallina, que se intenta incluir en las variedades comerciales. Se trabaja, además, en el desarrollo de variedades para consumo humano en fresco o enlatado adaptadas a la recolección mecanizada. Para ello se está incluyendo en variedades tradicionales de verdeo el carácter crecimiento determinado (*ti*) en el que la planta aúna la producción tanto en el tiempo como en el espacio, en su ápice terminal. Otros caracteres de indudable interés son las resistencias a las plagas y enfermedades que más limitan al cultivo en nuestra área. Ya se han seleccionado líneas resistentes a *Ascochyta fabae*, *Orobanche crenata* y *Uromyces viciae-fabae* (Sillero et al., 2000; 2001), e incluso se dispone, en el caso del jopo, de material comercial utilizable.

El equipo de leguminosas del CIFA de Córdoba participa o ha participado en distintos proyectos de investigación (nacionales y europeos), centrados en el desarrollo del mapa de la especie y la detección de marcadores moleculares ligados a genes o QTLs (Quantitative Trait Loci) de interés agronómico. Los objetivos básicos son: (1) mejora por resistencia a enfermedades (2) mejora de la calidad (3) diversificación de productos en el mercado (4) disminución de los costes mediante el uso de plantas con arquitectura apropiada para la recolección mecanizada y, como consecuencia de lo anterior, (5) transferencia al sector de métodos y protocolos biotecnológicos que faciliten una selección más efectiva.

Sin embargo, obtener nuevas líneas de habas que aúnan resistencia a enfermedades, características agronómicas de interés y alta calidad organoléptica requiere largos y costosos programas de mejora. El mejorador tradicional identifica los recombinantes adecuados para el desarrollo nuevas variedades tras repetidos y tediosos ciclos de retrocruzamiento y selección en la progenie. Este proceso puede realizarse de un modo más eficiente mediante el empleo de marcadores moleculares estrechamente asociados a los caracteres de interés. Así, nuestro equipo ha identificado marcadores estrechamente ligados a QTLs para tamaño del grano, resistencia a jopo, resistencia a *Ascochyta* así como a un gen que controla la resistencia a roya (Vaz Patto et al., 1999; Román et al., 2002; 2003; Avila et al. 2003). De igual modo, se están detectando marcadores asociados a dos de los principales factores antinutritivos en habas: taninos y vicina-convicina, así como al gen *ti* que determina el crecimiento determinado en la planta.

Este modo indirecto de selección será más fiable y eficiente dado que (1) algunos de los caracteres mencionados están controlados por alelos recesivos (contenido en taninos, vicina-convicina y *ti*), (2) el cribado del marcador puede realizarse en estado de semilla o plántula lo que supone un gran ahorro en tiempo en caracteres que se expresan en estado adulto, (3) algunos de los caracteres resultan difíciles y caros de evaluar (resistencias a enfermedades o factores antinutritivos) y (4) podría realizarse selección simultánea para distintos caracteres a fin de obtener un idiotipo apropiado para distintas aplicaciones del cultivo (habas de verdeo, habas pienso, adaptación a ambientes diferentes, mecanización del cultivo, etc.).

Los resultados de estos estudio permitirán en un futuro poner en mercado nuevos materiales que cubran huecos en el sector, aumentando la competitividad del cultivo y abaratando los costos de producción. Esto es particularmente cierto en el caso de ofrecer a la industria nuevas variedades destinadas a consumo en fresco y aptas para la recolección mecanizada. De igual modo se daría respuesta a las demandas del sector de producción de piensos de ganado con nuevas variedades más resistentes a plagas y enfermedades y con buena calidad nutritiva (ausencia de factores antinutritivos).

Sillero JC, Moreno MT, Rubiales D (2000). Characterization of new sources of resistance to *Uromyces viciae-fabae* in a germplasm collection of *Vicia faba*. Plant Pathology, 49: 389-395

Sillero J, Ávila CM, Moreno MT, Rubiales D (2001). Identification of resistance to *Ascochyta fabae* in *Vicia faba* germplasm. *Plant Breeding* 120 (6): 529-531.

Vaz Patto MC, Torres AM, Koblizkova A, Macas J, Cubero JI (1999). Development of a genetic composite map of *Vicia faba* using F₂ populations derived from trisomics plants. *Theor Appl Genet* 98: 736-743.

Román B, Torres AM, Rubiales D, Cubero JI, Satovic Z (2002). Mapping of Quantitative Trait Loci controlling broomrape (*Orobanche crenata* Forsk.) resistance in faba bean (*Vicia faba* L. *Genome* 45: 1057-1063.

Román B, Satovic Z, Avila CM, Rubiales D, Moreno MT, Torres AM (2003). Locating genes associated with *Ascochyta fabae* resistance in *Vicia faba* L. *Australian Journal of Agricultural Research* 54: 85-90.

Avila CM, Sillero JC, Rubiales D, Moreno MT, Torres AM (2003). Identification of RAPD markers linked to *Uvf-1* gene conferring hypersensitive resistance against rust (*Uromyces viciae-fabae*) in *Vicia faba* L. *Theoretical and Applied Genetics* (2003) 107:353-358.

EFFECTO DEL EXTRUSIONADO DE LUPINUS (*Lupinus albus* L. var. multolupa) EN RATAS EN CRECIMIENTO

E. Urdaneta, J. Alberdi, P. Aranguren, J. Barrenetxe, M. M. Pedrosa¹ y F. Marzo. Lab. Fisiología y Nutrición Animal, Universidad Pública de Navarra. Campus Arrosadía 31006 Pamplona ¹Dpto Tecnología de Alimentos. INIA. Madrid.

El consumo de leguminosas es un posible tratamiento preventivo de las enfermedades cardiovasculares e hiperlipémicas (Friedman y Brandon, 2001) debido a la reducción del colesterol en sangre, así como también por sus efectos beneficiosos sobre el cáncer y la osteoporosis (Bardocz y col., 1996). Las características organolépticas y contenido de sustancias bioactivas restringe su consumo (Caballé de Moya y col., 2003). El procesamiento de la harina de leguminosas mediante extrusionado puede en gran parte paliar estos inconvenientes (Alonso y col., 2001).

El objetivo del presente trabajo es estudiar el efecto de la extrusión de harinas de lupinus sobre el crecimiento y metabolismo nitrogenado en animales de experimentación.

Se estudiaron los efectos de la ingesta durante 21 días de una dieta elaborada con semillas extrusionadas (LE) o crudas (LR) de lupinus como única fuente proteica (38,75 g proteína/kg de semillas), sobre los parámetros nutricionales y de metabolismo nitrogenado en ratas Wistar macho respecto a un grupo control alimentado con caseína (CO). Los animales se colocaron individualmente en jaulas metabólicas en un recinto con la temperatura ($22^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$) y con humedad ($50\%\pm 5\%$) controladas y un ciclo luz/oscuridad de 12 h. Los animales (peso inicial ≈ 120 g) se repartieron homogéneamente en tres grupos de 8 animales cada uno. Las dietas fueron isoproteicas (110g/kg) e isocalóricas (15,6 MJ/kg) y formuladas según la recomendación AIN-93 (Reeves, 1997). Se registró diariamente el peso de cada animal y su ingesta. Se recogieron las heces y la orina de cada animal, en los tres últimos días, para calcular el balance nitrogenado. Al finalizar el periodo experimental, los animales se sacrificaron y se obtuvieron los pesos de órganos y muestras de sangre para su posterior análisis. La ganancia de peso es similar en los tres grupos de animales (Tabla 1). No hubo diferencias significativas en la ingesta relativa de dieta (g/100g peso). El peso del ciego es mayor en los animales alimentados con dieta LR ($p<0,01$) y se normaliza en los animales LE. El coeficiente de ingesta proteica es mejor en los animales alimentados con dieta LE respecto a los alimentados con dieta LR. Los animales alimentados con LE, respecto a los alimentados con LR, presentaron un aprovechamiento significativamente mayor del nitrógeno ($p<0,01$) (Tabla 1). Estos resultados son similares a los obtenidos en otros estudios con diferentes animales (Rémond y col., 2003). Este trabajo pone de manifiesto que el procesamiento mediante extrusionado de las harinas de lupinus, en las condiciones de nuestra investigación, puede mejorar la biodisponibilidad de su proteína.

Tabla 1. Parámetros nutricionales, del metabolismo nitrogenado y peso del ciego intestinal, relativos al peso corporal, de los animales alimentados durante 21 días con las diferentes dietas.

Parámetro	CO	LC	LE
Peso inicial (g)	122,0±1,2	124,3±1,2	123,4±1,5
Peso final (g)	275,3±2,8	272,6±1,4	269,9±2,3
ICC (g)	2,27±0,04	2,18±0,09	2,19±0,05
IT (g/g)	2,55±0,05	3,02±0,04 [†]	2,97±0,03
CEP (g/g)	3,51±0,06	2,96±0,04 [†]	3,14±0,02*
Ciego (g/100 g PC)	0,689±0,06	0,785±0,03 [†]	0,697±0,06*
Nretenido (mg)	1256±23	1204±30	1351±37*

Los valores representan la media±ESM de 8 datos. CO: control; LC: Lupinus crudo; LE: Lupinus extrusionado. ICC: Índice de crecimiento corporal; IT: índice de transformación; CEP: Coeficiente de eficacia proteica; PC: Peso corporal y Nretenido: Nitrógeno retenido. * p<0,01 respecto al grupo LC y [†]p<0,01 respecto al grupo CO.

REFERENCIAS

Alonso R, Rubio LA, Muzquiz M, Marzo F. Thermal treatment improves nutritional quality of pea seeds (*Pisum sativum* L.) without reducing their hypocholesterolemic properties. Anim. Feed. Sci. Tech. 2001; 94: 1-13.








Bardocz S; Pusztai A, Franklin MF, Carvalho AdFFU. The effect of phytohaemagglutinin at different dietary concentrations on the growth, body composition and plasma insulin of the rat. Br. J. Nutr. 1996; 76: 613-626.

Caballé de Moya C, Grant G, Frühbeck G, Urdaneta E, García M, Marzo F, Santidrian S. Local (gut) and systemic metabolism of rats is altered by consumption of raw bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Br. J. Nutr. 2003; 89: 311-318.

Friedman M. Brandon DL. Nutritional and health benefits of soy proteins. J. Agric. Food Chem. 2001; 49: 1069-1086.

Reeves PG. Components of the AIN-93 diets as improvements in the AIN-76^a diet. J. Nutr. 1997; 127: 838-841S.

Rémond D, Le Guen MP, Poncet C. Degradation in the rumen and nutritional value of lupin (*Lupinus albus* L.) seed proteins: effect of extrusion. Anim. Fed Sci. Technol. 2003; 105: 55-70.

AGRICULTURA	
GANADERÍA	
PESCA Y ACUICULTURA	
POLÍTICA, ECONOMÍA Y SOCIOLOGÍA AGRARIA	
FORMACIÓN AGRARIA	
CONGRESOS Y JORNADAS	
R.A.E.A.	



UNIVERSIDAD DE CORDOBA



Diputación de Córdoba



JUNTA DE ANDALUCIA

Consejería de Agricultura y Pesca