

RESISTENCIA A LA «GRASA» EN VARIETADES DE JUDIA GRANO

Programa de mejora genética desarrollado en el SIA de Valladolid

por: C. Asensio y P.A. Cosquero*

INTRODUCCION

La judía común (*Phaseolus vulgaris* L.) se incluye dentro de las leguminosas grano de cultivo tradicional en España. De acuerdo con los datos estadísticos en 1993 se cultivaron 55.389 ha, con una producción de 30.121 Tm, correspondiendo el 28% de la producción a Castilla y León (MAPA, 1995).

El poliformismo de la judía en la Península Ibérica es tan grande que en cada región, en cada provincia e incluso en cada pueblo encontramos un gran número de variedades que en muchos casos caracterizan gastronómicamente la zona. Por ello y a pesar de que la superficie dedicada al cultivo de judía-grano en España es escasa, el valor del producto ha hecho que en determinadas regiones, debido a la calidad de algunas variedades, se dedique un gran esfuerzo a la tipificación y al desarrollo de denominaciones de calidad que realicen su valía. En Castilla y León existe la denominación específica de origen de las «Judías del Barco de Avila» protegiendo variedades tradicionalmente cultivadas en la zona como Blanca Redonda, de Riñón, Morada Larga, Morada Redonda, Arroquina, Planchada y Judiñón del Barco, esta última perteneciente a la especie *Phaseolus coccineus* y en proceso de desarrollo las de la Bañeza (León). En Asturias La Faba Asturiana constituye uno de los productos de calidad más tradicionales que se obtienen en el Principado y goza de la Denominación Específica «Faba Asturiana» protegiendo a la variedad Faba Granja.

Sin embargo el cultivo se enfrenta a importantes problemas que han provocado un fuerte descenso del área cultivada en

las últimas décadas. Las enfermedades que con más frecuencia reducen los rendimientos y la calidad de las judías son las virosis, el completo parasitario o mal de pie de la judía y las bacteriosis («grasa de las judías»), que en Castilla y León son las responsables de que en la actualidad esté de-

sapareciendo el cultivo de algunas de las principales variedades tradicionales.

BACTERIOSIS: LA GRASA DE LAS JUDIAS

La enfermedad conocida como «grasa



Aspecto general de un campo de la variedad de judía Blanca Riñón en la comarca de la Bañeza (León) con ataque de «grasa».

Baja eficacia de los tratamientos químicos

La resistencia genética constituye la mejor estrategia contra enfermedades bacterianas

(*) S.I.A. Junta de Castilla y León.



Sintomas de «grasa» en vaina y en hoja.

de las judías» es de origen bacteriano, siendo causada en España por la bacteria *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* (Rodríguez Sardiña, 1938). La enfermedad se caracteriza por la presencia de manchas acuosas en el envés de las hojas, apareciendo posteriormente un halo de tejido amarillo-verdoso alrededor de las lesiones acuosas. En un ataque severo de la enfermedad el tallo y las vainas también se pueden infectar y producir las típicas manchas de grasa. Independientemente del órgano infectado, en las lesiones o alrededor de ellas aparece un exudado característico de color crema claro o plateado. Cuando la infección es sistémica puede provocar la clorosis general de la planta, con amarilleamiento y deformación de las hojas (Beeve y Corrales, 1991). Esta enfermedad bacteriana tiene gran importancia a nivel mundial, diferenciándose actualmente nueve razas de *P. s. pv. Phaseolicola*, en función de su variación patogénica.

A veces esta enfermedad se confunde con otra, la «tabaquera» de las judías, de síntomas muy parecidos a la anterior lo que hace difícil su diferenciación en el campo (Burkholder, 1926), esta última enfermedad en España está causada por la bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (Alfaro y Silvan, 1939). La principal diferencia de la anterior es que esta bacteria provoca la aparición de un exudado amarillo (tipo yema de huevo) alrededor de las lesiones.

En la actualidad prácticamente el único método de control que se realiza son los tratamientos químicos usando kasagumicina, pero la carestía de los tratamientos, su baja eficacia y el peligro a las consecuencias contraproducentes que pueden acarrear el empleo de antibióticos, ha he-

cho que la mayoría de los países muestren especial interés en el desarrollo de cultivares resistentes a través de la mejora, utilizando la resistencia genética como la principal estrategia para controlar las enfermedades bacterianas.

MEJORA GENÉTICA

Desde 1986 se viene trabajando en el S.I.A. de Valladolid en un programa de mejora genética (financiado por el I.N.I.A.) para la obtención de variedades de judías de grano con resistencia a la «grasa». Con él se trata de conseguir fundamentalmente dos objetivos:

- Obtención de variedades de judía-grano resistentes a los patógenos causantes de «grasa» (*P. s. pv. phaseolicola*) e identificación de su variación patogénica (diferentes razas) así como de otros posibles patógenos implicados en esta enfermedad.
- Selección de judías de alta calidad. Estudiando los factores intrínsecos y extrínsecos de calidad.

Estos objetivos tratan de resolver diversos problemas como mejorar la rentabilidad del cultivo de judía-grano aumentando su bajo rendimiento, debido en gran medida al grave impacto de los efectos causados por la enfermedad. De este modo se busca rentabilizar un cultivo tradicional en zonas aptas para él y donde los agricultores conocen su manejo. Para ello se quiere proporcionar a los agricultores semilla de calidad, de modo que estos puedan ofertar al mercado un producto sujeto a una normativa, que realce su valor. Para-

lelamente al desarrollo de los Planes de Mejora surgen nuevas necesidades, y dado el elevado número de individuos segregantes que se manejan, es posible diversificar los objetivos de la selección hacia otros usos del producto comercial, y no sólo para su empaquetado como grano seco. En este aspecto se abre una interesante vía de desarrollo varietal.

La realización de estos objetivos se consigue a través de las siguientes acciones:

- **Introducción de resistencia genética** a las razas detectadas de la bacteria *P. s. pv. phaseolicola* en los principales cultivares nacionales, a través de un programa de mejora por hibridación, utilizando como parentales maternos las variedades locales tradicionalmente cultivadas y líneas avanzadas de mejora que ya tienen incorporada resistencia a una de las razas detectadas y como parentales paternos una serie de líneas con resistencia no específica a *P. s. pv. phaseolicola* y también resistencia a *X. c. pv. phaseoli*, que es otro de los posibles patógenos que están implicados en esta enfermedad.

- **Selección por calidad** (ausencia de factores antinutritivos y análisis sensorial) de los parentales y de las líneas avanzadas generadas en los programas de mejora genética de resistencia a bacteriosis.

Como un primer paso para el desarrollo de estos trabajos se procedió a la selección de líneas puras de las variedades locales, eligiendo las de mayor calidad de la región, para poder realizar con ellas los trabajos de mejora genética. En esta primera fase de trabajos se obtuvieron varias variedades de judías (Asensio y col., 1990) que se han registrado en el INPSV (Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero) con los siguientes nombres: Bolita (del tipo de la Blanca Redonda), Cárdeno (del tipo de la Pinta de frijol rojo), Órbigo (del tipo de la Fabada o Granjilla de León) y Tropical (del tipo de Riñón).

Paralelamente se procedió a la identificación de los patógenos causantes de la «grasa» en las zonas productoras de judías de la Región, habiéndose determinado la presencia de varias razas de *P. s. pv. phaseolicola* como el principal patógeno que causa la enfermedad en prácticamente todas las zonas productoras de judías afectadas, identificándose también a la bacteria *X. c. pv. phaseoli* como posible causante de la enfermedad (Asensio y col. 1996). Estos estudios epidemiológicos indican que la raza 1 de *P. s. pv. phaseolicola* es la más extendida en la región (Asensio y col. 1993).

El punto de partida del programa de mejora (*Cuadro 1*) fueron diversos cultivares tipificados y caracterizados por sus cualidades que se corresponden con los de la población local de la que proceden y que aparecen reflejados en la *Tabla 1*. Co-

mo progenitores resistentes se están utilizando una serie de variedades cedidas por el CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia) y seleccionadas por tener resistencia no específica a todas las razas de *P. s. pv. phaseolicola* y también resistencia a *X.c. pv. phaseoli*.

La introducción de resistencia genética a las diferentes razas de *P. s. pv. phaseolicola* se realiza mediante un programa de cruzamientos biparentales entre las variedades susceptibles y el material resistente, basándose en la información obtenida de estudios anteriores (Asensio y col., 1993). Los híbridos intraespecíficos generados se manejan mediante retrocruzamientos (actuando como padre el material a retrocruzar y como madre la variedad local a mejorar) y control genealógico, realizándose la selección del material resistente de forma controlada en invernadero y campo, mediante inoculación artificial de *P. s. pv. phaseolicola* y también se realizará selección de individuos tolerantes en el campo a *X.c. pv. phaseoli*, ya que esta bacteria se desarrolla todos los años de forma natural en los campos de ensayo de la finca del SIA de Valladolid. Tal y como aparece en el Cuadro 1 los ensayos de rendimiento y los análisis de calidad se realizan en las últimas generaciones del programa de mejora.

MEJORA DE LA CALIDAD

Por otra parte, al ser la judía-grano un producto de consumo humano, no se puede obviar el tema de la calidad y las nuevas variedades que se consigan tienen que tener la que demanda el mercado.

Esta calidad se puede considerar desde varios aspectos, por una parte el nutritivo o intrínseco y en este sentido las proteaginosas se han hecho acreedoras de un justificado interés, debido a la presencia simultánea de proteína y almidón en proporción adecuada, así como a la riqueza en vitaminas, oligoelementos, saponinas, fibras, etc. Pero poseen también componentes indeseables (Jood y col., 1986; Price, 1988), sustancias antinutritivas como son el ácido fítico, saponinas y sapogenoles y α -galactósidos, que pueden dificultar la asimilación por el ser humano y los animales de algunos de sus componentes más interesantes, causar efectos fisiológicos poco deseables (flatulencias del garbanzo y de las judías), o incluso llegar a ser tóxicos (alcaloides del lupino) (Burbano y col. 1993; Murquiz y col., 1993).

Por otro lado, cada vez parece más conveniente la incorporación de la proteína vegetal en la alimentación humana, por lo que el estudio de los factores antinutritivos intrínsecos de las semillas de las leguminosas va despertando un interés creciente subrayado por la idea, cada vez más extendida, de la alta calidad de la llamada



Inoculación de la enfermedad en cámara de cultivo para poder seleccionar material resistente.

CUADRO 1. Programa de mejora genética de judía grano (SIA de Valladolid)

	Selección de variedades regionales, parentales recurrentes (P_1)	Evaluación de los posibles parentales donantes (P_2)	Campo e Invernadero
	$P_1 \times P_2$	Hibridación	I
	F_1		
Proceso	\otimes $\times P_1$	Autofecundación y Retrocruzamiento)	I + C
	F_2 RC_1	Selección (en F_2 con inoculación)	I (Psp)
de	\otimes $(RC_1)\otimes$	Selección (en F_3 y $RC_1 \otimes$ con inoculación)	I + C (Psp)
	F_3 $\times P_1$	Selección (en F_4 con inoculación)	C (Psp)
Mejora	\otimes RC_2	Selección (en F_5 y $(RC_2)\otimes$ con inoculación)	I + C (Psp)
	F_4 \otimes	Selección (en F_6 y $(RC_2)\otimes$ con inoculación)	C (Psp)
y	\otimes $(RC_2)\otimes$	Ensayos de Rendimiento	
	F_5 \otimes	Selección (en F_8 y $RC_2)\otimes$ con inoculación)	C (Psp)
Selección	\otimes \otimes	Ensayos de Calidad	
	\otimes \otimes		
Evaluación final de resultados	\otimes \otimes	Evaluación comparativa de rendimientos (diseño estadístico) y análisis de calidad	Campo

I= Invernadero.
 C= Campo
 (Psp)= *Pseudomonas syringae pv. phaseolicola*.
 \otimes = Autofecundación.

El número de generaciones a evaluar y seleccionar hasta conseguir los objetivos dependerá de la similitud de los parentales utilizados en la hibridación para cada tipo de cultivar a mejorar.

SANIDAD VEGETAL

TABLA 1

Materiales de la especie *Phaseolus vulgaris* utilizados en el programa de mejora genética.

DENOMINACIÓN	ZONA
Cárdeno (Pinta de fréjol rojo)	Castilla y León
Bolita (Blanca redonda)	"
Órbigo (Granjilla de León)	"
Riñón (de León y del Barco de Avila)	"
Morada Larga	"
Morada redonda	"
Planchada	"
Arrocina	"
Canela	"



Aspecto general del invernadero con plantas seleccionadas por su resistencia a la grasa.

«Dieta Mediterránea» ampliamente basada en la ingestión de leguminosas.

Existe otro aspecto de la calidad del grano que es la extrínseca y, aunque existe una Norma de Calidad para legumbres (BOE, 1983), hasta la fecha no existe método ni criterio unificado, por lo que ha sido necesaria su revisión y ampliación, en base al desarrollo de técnicas analíticas instrumentales con aplicación de criterios normalizadores. Por otra parte, apenas existen métodos normalizados para el estudio de los factores que afectan a esta calidad, como son los niveles de tegumento en grano, tiempos de remojo y cocción, entre otros, que además se encuentran afectados tanto por las características de cultivo (agua, suelo y climatología de la zona de cultivo), como por las condiciones de almacenamiento y de procesado, y que deben ser contrastados con rigurosos análisis

sensoriales, estableciéndose para ello programas de catas que sirvan de información al mejorador. Estos programas ya han sido ensayados con éxito por el Laboratorio de Análisis Químico del SIA de Castilla y León (Atienza y col., 1996; Benavides y col. 1996; Sanz, 1996) habiéndose realizado todas las etapas del análisis sensorial conforme a las Normas U.N.E. (AENOR, 1987).

Un objetivo básico de la mejora que se pretende con este Proyecto es mantener en lo posible las propiedades de calidad (culinaria y nutritiva) que caracterizan a las variedades locales, a la vez que se mejora su resistencia a bacteriosis.

Líneas de mejora generadas con estos trabajos se encuentran actualmente en una fase avanzada del programa de mejora, que permitirá un próximo envío de nuevas variedades al Registro de Variedades del INSPV.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alfaro, A., Silvan, A. 1939. «La tabaquera» de las judías. Bol. Pat. Veg. y Ent. Agr. 9, 8-20.
- Asensio Vegas, C., Montoya Moreno, J.L., Alonso Ponga, J. 1990. Judías de Castilla y León. Monografías INIA. MAPA. INIA. Madrid, 47 pp.
- Asensio, C., Martín, E., Montoya, J.L. 1993. Inheritance of resistance to race 1 of *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* in some varieties of beans. Investigación Agraria, Producción y Protección Vegetales 8 (3), 445-456.
- Asociación Española de Normalización y Certificación. 1987. Normas U.N.E. de Análisis Sensorial A.E.N.O.R. Madrid.
- Atienza, J., Alvarez, J. y Sanz, M. 1996. Equipo para la determinación del punto de óptimo de cocción y del grado de heterogeneidad de muestras de legumbres. Patente. INIA.
- Beeve, S.E., Pastor Corrales, M. 1991. Breeding for disease resistance in Common Beans. Research for Crop Improvement. Ed. CAB International & CIAT, 561-617.
- Benavides, M.V., Sanz, M., y Atienza, J. 1996. Utilización de perfiles de textura en la caracterización de diferentes tipos de legumbres. SENSIBER 96. Campinas, Brasil.
- Boletín Oficial del Estado. 1983. Orden de 16 de noviembre por la que se aprueba la norma de calidad para determinadas legumbres secas y legumbres mondadadas, envasadas, destinadas al mercado interior. B.O.E. 275:31133-31135.
- Burbano, C.; Cubero, J.I.; Cuadrado, C. y Muzquiz, M. 1993. Determinación de factores antinutritivos temorroresistentes en leguminosas. II. Vicina y convicina. Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg., 8, 364-376.
- Burkholder, W.H. 1926. A new bacterial disease of the bean. Phytopathology 16, 915-927.
- Jood, S., Metha, U. y Singh, R. 1986. Effect of processing on available carbohydrates in legumes. J. Agric. Food Chem. 34:417-420.
- MAPA. 1995. Anuario de Estadística Agraria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- Muzquiz, M.; Burbano, C.; Cuadrado, C. y De la Cuadra, C. 1993. Determinación de factores temorroresistentes en leguminosas. I. Alcaloides. Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg., 8, 351-361.
- Price K.R., Lewis, J., Wyatt, G.M., y Fenwick, G.R. 1988. Review article Flatulence-Causes, relation to diet and remedies. Die Nahrung, 32, 609-626.
- Rodríguez Sardiña, J. 1938. La grasa de las judías (debida a *Bacterium medicaginis* var. *phaseolicola*) en España. Bol. Pat. Veg. y Ent. Agr. 8, 231-264.
- Sanz, M. 1996. Parámetros físico-químicos y sensoriales que evalúan la calidad de las legumbres de consumo humano. Tesina. Universidad de León.