

LA RESISTENCIA DE LAS PLANTAS COMO MEDIO  
DE CONTROL A LAS ENFERMEDADES

2325

Alfonso Crispín M. \*

Al revisar las memorias de las conferencias internacionales sobre fitomejoramiento es común encontrar, dentro de los tópicos fitopatológicos, las diferentes opiniones relacionadas con el control de las enfermedades de importancia económica y el énfasis con que se asevera el hecho de que el uso de sustancias químicas, fungicidas y bactericidas, es prohibitivo en el cultivo del frijol. A manera de ejemplo se han extraído algunas citas textuales de lo que se ha dicho en algunas de esas conferencias sobre las fuentes de resistencia. En la IVª Reunión Latinoamericana de Fitotecnia, celebrada en Chile en 1958, encontramos un párrafo interesante en el cual se dice: "Constituye pues, un gran problema para nuestro país la carencia de variedades resistentes a la enfermedad en mención, problema que tendremos que afrontar decididamente con la colaboración de todos los investigadores que puedan ayudarnos en este cometido".

Por otro lado, en la Vª Reunión Latinoamericana de Fitotecnia, celebrada en Buenos Aires y específicamente en la Mesa Redonda de Frijol, una de las recomendaciones dice: "Que conjuntamente a los Programas de Mejoramiento se evalúe el uso que puedan tener (Resistencia a enfermedades, . . .) las demás especies del género *Phaseolus*, originarias principalmente en el continente americano" y siguiéndole otras de las recomendaciones finales de dicha conferencia en la cual se asienta "que se dé mayor interés a los estudios básicos de la genética aplicada al mejoramiento, encaminada a determinar la herencia de la resistencia a las enfermedades de mayor importancia", y que "con el fin de facilitar los programas de mejoramiento que se llevan a cabo y/o intensifiquen los estudios sobre la variación patógena de los microorganismos causantes de las principales enfermedades".

En la Mesa Redonda de Fitopatología también se discutió el aspecto de resistencia cuando se dice que "es una función de preveer y prevenir contra riesgos de enfermedades, no con medidas especulativas, sino apoyándose en el acervo de la experimentación técnica científica regional".

De acuerdo con las citas presentadas, todo se ha concretado a un simple deseo; cuando se leen los informes de las investigaciones en marcha, se vuelve a notar la tendencia de los autores en insistir sobre la necesidad de variedades resistentes, además del intercambio de ideas, metodología experimental, etc. En las nueve conferencias que se han llevado a cabo en Centroamérica para el mejoramiento del maíz y las dos sobre frijol, también se ha adolecido del mismo defecto en cuanto a llevar a la práctica las recomendaciones; la mayoría de las ponencias o resoluciones han quedado sepultadas en las últimas páginas de dichas memorias. Por ejemplo, en la conferencia celebrada en San José, Costa Rica, en 1962, una de las resoluciones para frijol dice: "Formar colecciones del género *Phaseolus* en cada uno de los países; estas colecciones serán evaluadas tomando en consideración todas sus características agronómicas, pero haciendo hincapié en la parte referente a la resistencia de las enfermedades". Sin embargo, a la fecha, no se ha iniciado el cumplimiento de esta resolución.

En esas conferencias se ha mencionado lo relativamente fácil que es incorporar en una variedad, por medio de cruzamientos, la resistencia a determinada enfermedad y que, además, pueden determinarse las diferencias varietales mediante la simple inoculación, bajo condiciones controladas, del germoplasma

\* Técnico del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, S. A. G.

con que se cuenta. En este aspecto debe decirse que este tipo de pruebas conduce muchas veces a errores de interpretación pues se sigue en ellas una metodología ortodoxa e inflexible establecida bajo diferentes condiciones de trabajo, sin hacer esfuerzos por modificarla. Por ejemplo, en los trabajos con la antracnosis del frijol conducidos en México, se encontró que algunas variedades de frijol eran extremadamente susceptibles en estado de plántula pero que, bajo condiciones de campo, las mismas variedades se mostraban como resistentes (cuadro 1).

CUADRO 1

Efecto de 4 diferentes edades en el grado de reacción de 3 híbridos y sus progenitores

Origen	Variedad*	Edades en años			
		12	18	28	37
Selección	Puebla 47	R	R	R	R
Híbrido	Bayomex	M	R	R	R
Selección	Canario 101	M	M	M	M
Selección	Negro 152	A	A	A	A
Híbrido	Conocel	M	S	R	R
Selección	Canario 101	M	M	M	M
Selección	Pinto 162	A	A	A	A
Híbrido	Negro Mecertral	M	M	S	S
Selección	Canario 101	M	M	M	M

\* El híbrido está colocado al centro de sus progenitores.

Esto indujo a concluir que, una característica de importancia vital como lo es la edad de las plantas, debe tomarse en cuenta especialmente en las pruebas de resistencia a diferentes razas fisiológicas o en los trabajos de identificación racial; en ambos casos, la edad de la planta altera los resultados o bien de éstos pueden derivarse conclusiones equivocadas pues todos estos estudios generalmente se conducen 8 ó 10 días después de la germinación.

El comportamiento de las variedades de frijol Bayomex y Conocel, resistentes bajo condiciones de campo durante años, ha hecho pensar que es posible la obtención de variedades resistentes a todas las razas fisiológicas de *C. lindemuthianum*; este punto es muy importante ya que actualmente no se conoce una variedad que sea resistente a las 20 razas identificadas en México, quizá porque gran parte del material valioso se ha eliminado en las pruebas de resistencia hechas en estado de plántula.

Cabe anotar como dato interesante que las variedades resistentes en estado adulto (Bayomex y Conocel) son susceptibles en estado de plántula a todas las razas. Se ha encontrado también que la resistencia de la planta en estado adulto es más común en variedades obtenidas por hibridación que en las obtenidas por selección; sin embargo, existen al menos 5 variedades cuyo origen es la selección que muestran resistencia en estado adulto.

Los resultados de este trabajo han revelado también lo inadecuado de probar las selecciones que se hacen cada año de las líneas más prometedoras en el campo con una mezcla de razas de antracnosis bajo condiciones de invernadero, ya que este trabajo se ha efectuado siempre sobre plántulas de 10-12 días de edad y

aunque las plantas que resisten esta inoculación pueden considerarse con un alto grado de resistencia a la antracnosis, el método empleado ha impedido detectar las plantas con resistencia en estado adulto, desechando material positivamente valioso.

Para la Mesa Central, con altura sobre el nivel del mar de 1,800 a 2,500 m., la importancia de que la planta vaya adquiriendo resistencia a medida que avanza el periodo vegetativo estriba en que, siendo la antracnosis una enfermedad que se transmite en la semilla, este fenómeno de transmisión no tendría lugar en la variedad Bayomex ya que, como se hizo notar, es resistente después de 25 días de edad. Por otra parte, la fecha de siembra de frijol en el altiplano de México principia durante la segunda quincena del mes de mayo y se extiende hasta la segunda quincena de junio, de tal manera que en los meses de julio y agosto, con una temperatura que oscila alrededor de 17.5°C., y una precipitación de 124 mm (factores necesarios para el desarrollo del hongo), las variedades ya están en la fase resistente; en los meses de septiembre y octubre, la temperatura y precipitación disminuye y comienza la formación de las vainas, las cuales no son infectadas.

En cuanto a problemas específicos, la siguiente pregunta es pertinente: Para cuántas enfermedades del frijol, comunes a nuestro país, se aconseja la resistencia y para cuáles de ellas se tiene dicha resistencia? En México se cuenta con fuentes de resistencia para Bacteriosis, para Antracnosis y para Roya; en Colombia se citan también fuentes de resistencia para estas enfermedades y para la Mancha Angular. Esto no parece ser el caso en la *Rhizoctonia microclerotia* y *Fusariosis* que son problemas serios en Centroamérica, o para los mosaicos también severos en algunos países de Centro y Sur América. Podremos usar la resistencia que nos ofrecen las variedades de frijol obtenidas en la Universidad de Idaho? o será más conveniente, aunque indudablemente más difícil, buscar resistencia en nuestro material? De ser así, debería determinarse con precisión qué tipo de resistencia a las enfermedades es más conveniente: inmunidad, resistencia comercial, tolerancia, etc.? Muchas veces el Fitomejorador pretende reunir en una variedad todas las características, con el fin de obtener una panacea; sin embargo, en muchos de los casos, no necesariamente se quiere la inmunidad o una resistencia extrema, sino que habría que conformarse con variedades tolerantes pues, además de ser aceptados desde el punto de vista fitopatológico, pueden constituir un foco de infección de secundaria importancia.

Generalmente, en los estudios de campo el investigador se concreta a observar si una variedad resiste o no a cierta enfermedad y la reporta con su respectiva reacción (positiva o negativa). Esto es posible cuando la resistencia se expresa en forma definitiva. La literatura menciona muchos casos en los que, al cruzar dos variedades susceptibles, la progenie ha dado plantas resistentes; en nuestros programas, no valdría la pena estudiar estas posibilidades en aquellas enfermedades para las cuales no se ha encontrado una resistencia dominante o visible?

Otro de los aspectos interesantes, que comúnmente es conveniente conocer, es el que se relaciona con la herencia de la resistencia a una enfermedad, es decir, si es dominante o recesiva. En este aspecto, la literatura menciona que el tipo de herencia depende de las variedades que se usan como progenitores y algunos casos típicos los tenemos en las bacterias, en las cuales, cuando se cruzaron las variedades Canario 101 y Sanilac, la resistencia se expresó como debida a factores complementarios. A este respecto Gallegos (2) expresa que en la interpretación de resultados obtenidos en los estudios sobre la herencia de resistencia existen varias limitaciones. Por ejemplo, la tabla X<sup>2</sup> de la cruce de las variedades Canario 101 x Sanilac corresponden a la proporción 9:7 indicando la acción de genes complementarios con resistencia dominante. Sin embargo, Schuster (3), trabajando con el mismo organismo pero con progenitores diferentes (Red Mexican x U. S. N°5 Refugee; y Arikara Yellow x U. S. N°5 Refugee), encontró la misma proporción pero con susceptibilidad dominante. Esto demuestra la diversidad ge-

notípica de las variedades y además, nos hace ver que aún en variedades susceptibles o tolerantes existen otras limitaciones al efectuar comparaciones de los resultados logrados de varios experimentos; la discrepancia en los resultados que se reportan puede ser explicada, en parte, atribuyéndola a diferencias en la escala de lecturas, al uso de otra raza del patógeno con mayor o menor virulencia o bien a diferencias en el grado de ataque por causa del efecto de los factores ambientales sobre la expresión de los síntomas.

Algunos casos de fenómenos de este tipo han sido descritos estudiando la herencia de resistencia de otras enfermedades. Por ejemplo, al estudiar la herencia de resistencia al mosaico del frijol se ha encontrado que la resistencia es dominante cuando proviene de las variedades tipo Refugee, y recesiva cuando se obtiene de las variedades Robust o Great Northern (1).

En muchos de los casos, en cruza donde intervienen variedades aparentemente uniformes morfológicamente, existe la duda sobre si la progenie es o no una cruce real, es decir, no hay manera de diferenciar en la  $F_1$ , una cruce de una autofecundación. En el trabajo sobre la herencia de resistencia a bacteriosis conducido en México no hubo problemas de esta índole pues las semillas obtenidas de las cruza, al ser sembradas, originaron plantas con varios caracteres morfológicos, diferentes de cualquiera de los padres. Además, el color de la semilla de estas plantas fue un pinto de negro y crema, muy diferente al de los padres.

El conocimiento que se tiene sobre la forma en que es heredada la resistencia a la bacteria *P. phaseolicola* y sobre la diferencia genotípica para este carácter dentro de las variedades, hace pensar en la necesidad de reevaluar los métodos de mejoramiento que se siguen, tratando de obtener resistencia a éstos y demás organismos patógenos. En otras palabras, el investigador debe explorar todas las posibilidades y no darse por satisfecho con cruzar variedades resistentes x resistentes o resistentes x susceptibles, pues la posibilidad también existe de seleccionar individuos resistentes dentro de la progenie de una cruce de padres fenotípicamente susceptibles. Este fenómeno pueda que también ocurra en otras enfermedades y que en nuestros trabajos estemos planeando la selección en forma errónea, si se ha reportado que la resistencia a determinada enfermedad es dominante al seleccionar plantas resistentes y espear a que en el futuro se comporten como tal. Si esto no sucede, es seguro que nos desilusionamos y pensamos que el hongo ha cambiado, que existen razas nuevas etc., sin saber que la variación estuvo en los progenitores.

En lo particular, no he sido muy inclinado a la producción artificial de mutaciones; ya lo he expresado en ocasiones anteriores y lo repetí en Costa Rica en 1962, al decir: "Recurrir a los diferentes métodos de mejoramiento, a las hibridaciones inter-específicas y a la producción artificial de mutaciones, cuando las posibilidades dentro del material nativo están agotadas y sólo cuando es estrictamente necesario usar esos sistemas". Pero en el momento actual en que las enfermedades diezman considerablemente los cultivos alimenticios, habrá otra alternativa que no sea ésta?

Otro de los aspectos que generalmente se aconsejan en el control de enfermedades, cuando se carece de resistencia, es la implantación de fechas de siembra, es decir, retardarla o adelantarla. Esto último es poco factible pero valdría la pena ver las posibilidades que presenta ya que, hay que admitirlo, muchas veces nos concretamos a sembrar cuando lo hace el agricultor y quizá valdría la pena sacrificar un poco el rendimiento y proteger los cultivos de un ataque severo.

Si se analiza el problema fitopatológico existente en los países latinoamericanos, quizá existan casos en los cuales todavía hace 10 años las enfermedades no eran un problema serio pero que mostraron su severidad a medida que se obtuvieron y distribuyeron las variedades mejoradas. Fitopatológicamente hablando, esto se explica comúnmente en el hecho de que se altera el equilibrio de los

microorganismos al tratar de introducir resistencia exclusivamente contra cierta enfermedad. En este aspecto, un caso típico lo representa lo que ha sucedido en México en donde, desde 1948, cuando comenzó el programa de mejoramiento de frijol, se ha considerado a la Roya como el problema principal. Posteriormente se incluyó entre las enfermedades importantes a la antracnosis, lo cual determinó que se diera otro enfoque al programa buscando en la progenie de las cruza hechas, resistencia a esta enfermedad. En 1957 se distribuyeron las primeras 3 variedades híbridas y al llevarse del lugar donde se obtuvieron a los centros de producción, también se llevaron consigo las razas de patógenos típicos del altiplano mexicano. En 1955, otra enfermedad no considerada muy importante en aquel entonces, empezó a notarse sobre todo en los tipos de frijol Canario y profusamente distribuida en zonas de clima templado. Esta enfermedad es la *Septoria* y junto con los tizones bacteriales, quizá sea más importante que la misma antracnosis y Roya y causen todas ellas reducciones considerables en la producción. En 1962 apareció en el Trópico la Chasparria o *Rhizoctonia microscleotia* y en 1953 la *Cercospora* que se observó atacando al frijol en las partes altas del país.

Como se podrá notar por los ejemplos citados los países centroamericanos están expuestos a fenómenos similares los cuales, probablemente, no se van a resolver con el Ensayo Uniforme que se ha establecido actualmente sino que habrá necesidad de planear desde ahora el aprovechamiento de la resistencia disponible; ya que ésta es la única solución al problema.

En la actualidad, como elocuentemente lo presenta el Dr. Elvin C. Stakman, el hombre está en lucha constante con los microorganismos, pero, afortunadamente, en esta batalla generalmente el investigador vence. Esta victoria, sin embargo, no debe estimular la impreparación, el descuido o la decisión de no seguir investigando, sino por el contrario, se debe seguir preparando para lo que sería equivalente a una guerra fría, la cual muchas veces subestimamos; de acuerdo con estos conceptos las siguientes preguntas son pertinentes: Qué pasa en nuestros programas de frijol, en lo que se refiere a la búsqueda de resistencia? Podemos mantener al día nuestra investigación para proteger las variedades? Haremos de reevaluar las técnicas experimentales por cuyo medio pueda vencerse al enemigo microscópico o electromicroscópico que, no obstante su tamaño, tiene un poder destructivo y es potencialmente devastador?

Las estadísticas mencionan que los países latinoamericanos importan anualmente aproximadamente 102,000 toneladas de frijol, atribuyéndose este déficit a diferentes causas (plagas, prácticas culturales inadecuadas, etc.). Sin embargo, el daño causado por los hongos, bacterias, virus y nemátodos, no obstante ser difícil de calcular se cree que sube hasta el 40%. Esto, por enésima vez, resalta la importancia de la búsqueda de resistencia. Recurriendo nuevamente a los conceptos expresados por el Dr. Stakman, al hablar del valor de la resistencia, encontramos lo siguiente: "en algunos casos, uno de los prerequisites para progresar consiste en buscar exhaustiva y persistentemente biotipos resistentes en plantas cultivadas y silvestres. Esta búsqueda ha sido, algunas veces, reducida y fácil, pero en otras ha sido larga, tediosa y ocasionalmente con resultados desalentadores. En la mayoría de los casos, esta búsqueda debe continuar para acumular una reserva de materiales resistentes para cuando los que ahora se usan resulten inadecuados. En particular, éste ha sido y debe ser el caso cuando los patógenos comprenden grupos variables de razas fisiológicas".

## CONSIDERACIONES FINALES

Los conceptos anteriores tienden a invitar a los participantes de esta reunión a meditar en lo que se ha venido proponiendo año tras año, es decir, a valorar la inversión que se hace en este tipo de conferencia en comparación con lo que se obtiene.

Probablemente debiera ser motivo de un estudio las resoluciones que se han propuesto hasta la fecha y examinar cuántas se han cumplido, cuáles son de factible realización y por qué otras se han abandonado. De esta manera, se gana objetividad en la discusión, se evita girar alrededor de ideas duplicadas y no se vuelven a hacer las mismas recomendaciones.

En lo que se refiere a frijol, se adjunta, a manera de gufa, algunas fuentes de resistencia. Se invita a todos los delegados a incluir los materiales de sus respectivos países para que, con el tiempo, se cuente con una lista completa que pueda ser utilizada en los programas de mejoramiento de frijol en los países latinoamericanos.

## CUADRO 2

Fuentes de resistencia a las enfermedades del frijol  
causadas por los patógenos que se indican.  
Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, SAG, México

Patógeno	Fuente de resistencia	Origen
<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	Tweed Wonder	Australia
	Diacol Nima	Colombia
	Wells Red Kidney, White Marrow	Estados Unidos
	Dubbele Witte Stringless	Holanda
	Groniger Weekschil	Holanda
	Bayomex, Canario 101, Canario 107	México
	Canocel, Mecentral, 11-12-23-U Burbank, Ideal Market, Small White	México Nueva Zelandia
<i>Erysiphe polygoni</i>	Diacol Nima	Colombia
	Alabama 1, Contender, Florida Belle	Estados Unidos
	Idaho Refugee, Ideal Market, Logan	Estados Unidos
	Tenderlong 15, Topcrop U. S. Refugee 5	Estados Unidos Estados Unidos
<i>Isariopsis griseola</i>	Diacol Nima	Colombia
	Schwart	Alemania
<i>Pseudomonas phaseolicola</i>	Clarandon Wonder, Hawkebury	Australia
	Wonder, Richmond Wonder	Australia
	Windsor Longpod	Australia
	Great Northern 16, Michelite	Estados Unidos
	Pinto U. I. 72, Pinto U. I. 78	Estados Unidos
	Pinto U. I. 111, Sanilac	Estados Unidos
	Antigua, Bayo 167, Pinto 133 Canario 107-3-8, Durango 225 Pinto 162	México México
<i>Uromyces phaseolicol-típica</i>	Westralia	Australia
	B. L. Wade, Golden Gate Wax	Estados Unidos
	Hawaiian Wonder, Kentucky Wonder	Estados Unidos
	780, U. S. Pinto 5, U. S. Pinto 14	Estados Unidos
	Bayomex, Canario 101, Canario 107 Canocel, Mecentral	México México

Patógeno	Fuente de resistencia	Origen
Virus (Mosaico Común)	Diacol Nina Great Northern, Idaho Refugee Michelite, Pintos U. I. 72, 78, 111, Red Mexican, Robust Topcrop, U. S. Refugee	Colombia Estados Unidos Estados Unidos Estados Unidos Estados Unidos
Virus (Chino o curlytop)	Great Northern Nos. 16, 31 Pinto N°72, 78, 111, Red Mexican N°3 y 34	Estados Unidos Estados Unidos Estados Unidos
Virus (New York 15)	Great Northern N°1, 16, 123, Idaho Refugee, Rival Topcrop	Estados Unidos Estados Unidos

## LITERATURA CITADA

1. ALI, M. A. 1950. Genetics of resistance to the common bean mosaic virus (bean virus I) in the bean (*Phaseolus vulgaris* L). *Phytopathology* 40:69-79.
2. GALLEGOS C. CESAR. 1962. Herencia de la Resistencia al Tizón de Halo del Frijol. MS Tesis. Colegio de Post-graduados Chapingo, Mex.
3. SCHUSTER, M. L. 1950. A genetic study of halo blight reaction in *Phaseolus vulgaris*. *Phytopathology* 40:603-612.
4. STAKMAN, E. C. y J. G. HARRAR. 1957. Principles of Plant Pathology. The Ronald Press Company. New York. 581 p.
5. Iª REUNION CENTROAMERICANA. Proyecto Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento del Frijol. San José, Costa Rica. Marzo de 1962.
6. IIIª REUNION INTERAMERICANA DE FITOTECNISTAS, FITOPATOLOGOS, ENTOMOLOGOS Y EDAFOLOGOS. Bogotá, D. E. Colombia 1955.
7. IVª REUNION LATINOAMERICANA DE FITOTECNIA. Santiago de Chile. 1958.
8. Vª REUNION LATINOAMERICANA DE FITOTECNIA. Buenos Aires, Argentina. 1961