

Control químico de la antracnosis del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Colombia^{*1/}

PABLO GUZMAN**, M R DONADO***, GUILLERMO E GALVEZ**

ABSTRACT

Effective control of bean anthracnose was obtained by certain systemic fungicides such as Benlate, and Devosal 60 under prevalent rainy conditions. Protectant fungicides such as Dithane M-45, Brestan 60, Difolatan 80 and Daconil 2787, could be used economically in regions where the disease is endemic and the conditions favoring the pathogen are not so prevalent.

The ideal control is resistant varieties. In the meantime, the use of fungicides is a need to produce pathogen-free seed to diminish the severe losses due to bean anthracnose.

Introducción

EL CONTROL químico de la Antracnosis del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) causada por el hongo *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc & Magn.) Scrib, es una alternativa a corto plazo para obtener sobreducciones rentables en las zonas frijoleras, situadas sobre los 1 200 m s.n.m, con precipitaciones superiores a 1.000 mm anuales y temperatura entre 18 y 24°C, condiciones que favorecen su presencia, desarrollo y posterior diseminación.

Aspersiones a intervalos regulares con oxiclóruo de cobre (50% de cobre) usando 5 libras por 100 galones de agua han sido eficaces en el control de esta enfermedad en Nueva Zelanda (7). En experimentos en la Estación Experimental de Ponta Grossa, Brasil, en 1969 y 1970, se determinó que de nueve fungicidas ensayados en pulverizaciones foliares, para el control de la antracnosis, Antracol y Manzate aplicados a intervalos de 10 días y renovados después de lluvias fuertes, controlaron la enfermedad, siendo recomendada esta práctica principalmente para productores de semilla (1, 6)

Entre 1959 y 1961 en São Paulo, Brasil las aspersiones de Dithane M-22 fueron eficaces para el control de la antracnosis pero el aumento de la producción no compensaba el costo de la aplicación (5). En cambio, se recomendaron pulverizaciones con Vitigran, Cupravit azul y Cuprosan azul al 0.5 por ciento o cobre Sandoz al 0,3 por ciento (4).

En Austria la incidencia de la enfermedad se redujo y las producciones se incrementaron con tres aspersiones de Brestán aplicadas antes de floración (9)

En Malawi se recomienda el uso de Fentín Hidróxido (Du-Ter) en dosis de 1,52 onzas de ingrediente activo por 50 galones de agua por acre para la producción de la semilla de buena calidad (8).

Recientemente se determinó que el tratamiento de semilla de mala calidad con fungicidas (Captan, Thiram y Benomyl) aumentó el porcentaje de emergencia (3). Resultados similares se obtuvieron al tratar la semilla por media a una hora en una solución de Ceresán al 0,125 por ciento.

El presente trabajo tuvo por objeto buscar un control adecuado de la enfermedad aún bajo condiciones severas de ésta, para la protección de parcelas experimentales encaminadas a obtener informaciones no patológicas. Sin embargo, indirectamente se determinó la posibilidad de que el control fuera económicamente factible.

* Recibido para la publicación 5 de diciembre de 1978

1/ Parte de una tesis realizada en CIAT para optar al título de Ingenieros Agrónomos de los dos primeros autores

** Asistente de Investigación y Patólogo del Programa de Frijol de CIAT, Apartado Aéreo 6713, Cali Colombia

*** Ingeniero Agrónomo particular

Materiales y métodos

El trabajo se efectuó en los campos de la Secretaría de Agricultura del Cauca (Popayán, Colombia), situados a 1 600 m.s.n.m, con 1 600 mm anuales de precipitación, 20°C temperatura promedio anual y 80 por ciento de humedad relativa, durante el segundo semestre de 1974 (noviembre-febrero, 74B) y el primer semestre de 1975 (abril-julio, 75A).

Se utilizaron dos variedades: 'ICA-Gualí', de crecimiento determinado, tolerante a la antracnosis, grano grande, rojo y con estrías cremas, y 'Diacol-Nima', de crecimiento determinado, susceptible a la antracnosis, grano mediano, rojo moteado de crema.

Las parcelas tratadas comprendieron 5 surcos de 5 m cada uno, separadas por un surco diseminador común, con distancia entre surcos de 0,6 m. Se utilizó un arreglo de parcelas divididas con parcelas mayores (variedades) y subparcelas (tratamientos) con cuatro repeticiones.

Se aplicaron 13 fungicidas diferentes, agregándose a los fungicidas de contacto un adherente (Tritón A-E) a razón de 0,25 por ciento por litro de agua. Los

tratamientos empleados, dosis, modo de acción, e ingrediente activo se presentan en el Cuadro 1.

Las aplicaciones se hicieron cada 8 días con una bomba espaldera manual durante 8 semanas a partir de la primera semana después de la emergencia.

La efectividad de los fungicidas se midió en base a: (a) rendimiento obtenido al cosechar los 3 surcos centrales de cada parcela dejando en cada extremo de surco 0,5 m para eliminar el efecto de bordes; (b) por la intensidad de daño en vainas en base a las lecturas hechas sobre 30 y 100 plantas por tratamiento por variedad para los semestres 74B y 75A, respectivamente, realizándolas al momento de la madurez fisiológica de vainas (un mes después de la floración aproximadamente). Esta intensidad se midió conforme una escala establecida por los autores así: 0, 10, 20, 30, y daño mayor del 50 por ciento de la vaina, que para su tabulación e interpretación correspondieron a grados de 0 a 4, respectivamente.

Resultados

En los Cuadros 1 y 2 se presentan los rendimientos promedios (kilogramos/hectárea), índice de daño en vainas y el porcentaje de producción con respecto al

Cuadro 1—Tratamientos empleados para el control de la antracnosis del frijol en la localidad de Popayán, Colombia, 1974B y 1975A.

Tratamiento	Ingrediente activo (i.a.)	M.A (1)	Dosis (2)
Dithane M-45	Maneb + ion zinc	C	3,0
Daconil 2787	Tetracloroisofaltonitrilo	C	2,5
Brestán 60	Trifenil acetato de estaño	C	0,8
Benlate	Metil-1-(Butilacarbamoil)-2-benzimidazolcarbamoato	S	0,5
Difolatán 80	C-15-N-(1,1,2,2-tetracloroetil)io-4-ciclohexeno-1,1 dicarboximida	C	3,5
Elosal 80	Azufre	C	3,0
Kocide	Hidróxido de cobre	C	2,5
Derosal 60	2-Metoxicarbonilamida-benzimidazol	S	1,0
Bavistin	2-Metoxicarbamoil-benzimidazol	S	0,5
Tecto 60	2-(4-Tiazolil) benzimidazol	S	0,5
Orthocide	N-(triclorometiltio)-4-ciclohexeno-1,2, dicarboximida	C	3,5
Plantvax	5,6-dihidro-2-metil-1,4-oxatina-3-carboxanilido-4-dióxido	S	1,0
Brassicol	Pentacloronitrobenzeno	C	4,0
Testigo	Sin tratamiento		

(1) M.A = modo de acción; s = sistémico; c = contacto

(2) Dosis: de producto comercial en kilogramos/hectárea

Cuadro 2.—Control de la antracnosis del frijol en las variedades 'ICA-Gualí', y 'Diacol-Nima' con 13 fungicidas durante el segundo semestre de 1974 en la localidad de Popayán, Colombia

Tratamiento	kg/ha (1)	% Prod (2)	I D V (3)
Variedad: ICA-Gualí			
Derosal 60	1 295	648	0,10
Bavistín	1 255	600	0,09
Dithane M-45	1 253	599	0,08
Benlate	1 219	583	0,18
Difolatán	1 159	565	0,00
Brestán 60	1 043	499	0,09
Daconil 2787	885	423	0,12
Tecto 60	800	383	0,17
Orthocide	657	314	0,77
Elosal	622	298	0,81
Kocide 101	532	255	0,60
Plantvax	403	193	1,42
Brassicol	216	103	1,78
Testigo	209	100	1,12
Variedad: Diacol-Nima			
Difolatán 80	1 157	2 571	0,00
Benlate	960	2 133	0,30
Bavistín	871	1 936	0,06
Dithane M-45	724	1 609	0,20
Derosal 60	710	1 578	0,60
Daconil 2787	595	1 322	0,08
Brestán 60	523	1 162	0,25
Orthocide	278	618	1,40
Tecto 60	175	389	2,62
Elosal	126	280	2,35
Kocide 101	115	256	3,68
Testigo	45	100	4,00
Plantvax	41	91	3,28
Brassicol	37	82	4,00

(1) Rendimiento en kilogramos/hectárea

(2) % Producción: Porcentaje de producción con respecto al testigo

(3) I. D. V. Índice de daño en vainas:

0 = Vainas limpias

1 = Vainas afectadas en un 10% de su área

2 = Vainas afectadas en un 20% de su área

3 = Vainas afectadas en un 30% de su área

4 = Vainas afectadas en más del 50% de su área

testigo, obtenidos para cada tratamiento en las variedades 'ICA-Gualí' y 'Diacol-Nima', en dos semestres diferentes del año

El semestre 74B fue más húmedo que el 75A, lo cual influyó para que la variedad tolerante, 'ICA-Gualí', presentara mejores rendimientos que la susceptible 'Diacol-Nima', bajo condiciones favorables al desarrollo del patógeno (Cuadro 2) Esto permitió observar valores significativos (0,05) entre variedades.

La interacción fungicida por variedad no fue significativa, indicando un comportamiento de los fungicidas similares en ambas variedades

Se observaron valores altamente significativos (0,01) para las comparaciones testigo *vs.* fungicidas, entre fungicidas sistémicos, entre fungicidas de contacto, y, valores significativos (0,05) para la comparación fungicidas sistémicos *vs.* fungicidas de contacto.

El rendimiento del grupo de fungicidas sistémicos fue en general superior al grupo de los fungicidas de contacto. Sin embargo, hubo diferencias entre fungicidas del mismo grupo, e individualmente algunos productos de contacto, fueron significativamente superiores a algunos fungicidas sistémicos

Realizada la prueba de Duncan para cada grupo, dentro del grupo de contacto no se presentaron diferencias estadísticas significativas (0,05), entre los fungicidas: Difolatán 80, Dithane M-45, Brestán 60, y Daconil 2787, y dentro del grupo sistémico, Benlate, Bavistín, y Derosal 60.

La correlación entre el daño en vainas y la reducción en el rendimiento, mostró un alto grado de asociación: 0,9094 para 'ICA-Gualí' y 0,8934 para 'Diacol-Nima', sobre un valor máximo de correlación de 1,0 al nivel del 0,01.

El coeficiente de determinación (R^2) que establece el porcentaje que puede atribuirse al factor estudiado (daño en vainas como causa directa de la reducción) fue 76 por ciento y 80 por ciento para las variedades 'ICA-Gualí', y 'Diacol-Nima', respectivamente.

Durante el período 75A los rendimientos fueron más elevados para ambas variedades (Cuadro 3) La variedad susceptible, 'Diacol-Nima', superó en rendimiento a la tolerante 'ICA-Gualí', manifestando así su potencial productivo al ser menos favorables las condiciones ambientales para el desarrollo del hongo. El daño causado en las vainas fue mucho menor en ambas variedades como puede observarse en el Cuadro 3.

No se encontraron diferencias significativas entre los sistémicos: Bavistín, Derosal 60, Benlate y Tecto 60, y entre los de contacto Difolatán 80, Dithane M-45, Brestán 60, Daconil 2787 y Orthocide.

Para la correlación entre daño en vainas y rendimiento se observaron valores altamente significativos (0,01) para la variedad 'Diacol-Nima' (0,886) mientras que para la variedad 'ICA-Gualí' (0,559) sólo fue significativa (0,05).

El coeficiente de determinación (R^2) fue 79 por ciento y 31 por ciento para las variedades 'Diacol-Nima' e 'ICA-Gualí', respectivamente

Cuadro 3.—Control de la antracnosis del frijol en las variedades 'ICA-Gualí' y 'Diacol-Nima' con 13 fungicidas durante el primer semestre de 1975 en la localidad de Popayán, Colombia.

Tratamiento	kg/ha (1)	% Prod. (2)	I D V (3)
Variedad: ICA-Gualí			
Dithane M-45	1 368	178	0,04
Derosal 60	1 312	171	0,03
Tecto 60	1 244	162	0,45
Difolatán 80	1 204	157	0,00
Daconil 2787	1 062	138	0,02
Bavistín	1 055	137	0,08
Benlate	1 018	132	0,08
Elosal	975	127	0,38
Brestán 60	942	122	0,01
Testigo	769	100	0,60
Plantvax	753	98	0,57
Brassicol	735	95	0,63
Orthocide	712	93	0,18
Kocide 101	580	75	0,31
Variedad: Diacol-Nima			
Bavistín	1 844	569	0,01
Derosal 60	1 617	499	0,00
Difolatán 80	1 602	494	0,00
Brestán 60	1 538	475	0,03
Dithane M-45	1 405	434	0,02
Orthocide	1 287	397	0,20
Benlate	1 282	395	0,06
Daconil 2728	1 002	309	0,02
Kocide 101	640	198	0,65
Tecto 60	632	195	1,30
Brassicol	560	173	0,51
Plantvax	490	151	0,98
Elosal	330	102	1,19
Testigo	324	100	1,21

(1) Rendimiento en kilogramos/hectárea

(2) % Producción: Porcentaje de producción con respecto al testigo

(3) I D V. Índice de daño en vainas:

0 = Vainas limpias

1 = Vainas afectadas en un 10% de su área

2 = Vainas afectadas en un 20% de su área

3 = Vainas afectadas en un 30% de su área

4 = Vainas afectadas en más del 50% de su área

Discusión

Las condiciones de alta precipitación permitieron que los fungicidas sistémicos fueran superiores a los de contacto debido a su rapidez de penetración, acción inmediata y prolongada.

Brestán 60 y Dithane M-45, que estadísticamente no presentaron diferencia significativa con Difolatán 80 y Daconil 2787, controlaron bien la enfermedad permitiendo altas producciones, siendo económicamente recomendables en épocas no muy lluviosas. Benlate y Derosal 69 pueden recomendarse para épocas lluviosas, pero su frecuencia de aplicación deberá determinarse en futuros ensayos.

Difolatán 80 fue el único fungicida que para los dos periodos y las dos variedades proporcionó vainas completamente limpias. Por esta razón es el más adecuado para la producción de frijol habichuela y semilla.

A pesar de que las dosis aplicadas y la frecuencia de aplicación se realizó con fines experimentales, el empleo de fungicidas como alternativa para incrementar los rendimientos de este cultivo aún siendo costosos puede hacerse, ya que su empleo representa ingresos de US\$ 1 095 con Difolatán 80 con la variedad Diacol-Nima durante el período 74B comparado con el testigo que produjo ingresos brutos de US\$ 48; los cuales son tan bajos que no permiten pagar los costos de producción (alquiler de tierra, arada, semilla, etc.), que fueron para ese período de US\$ 285.

La utilización de variedades resistentes a las diferentes razas del hongo, mediante el uso de genes de resistencia como el gen *ave*, sería la solución más económica y adecuada para un cultivo, realizado en su mayoría por pequeños agricultores. Mientras tanto, se debe propugnar la utilización de semilla libre de patógeno mediante el cultivo en zonas no afectadas, o por el uso de mezclas de fungicidas sistémicos y de contacto para una adecuada y completa protección.

Resumen

Un control adecuado de la antracnosis del frijol se obtuvo mediante el uso de algunos fungicidas sistémicos como Benlate y Derosal 60 en condiciones altamente favorables al desarrollo de la enfermedad. Bajo condiciones menos severas, los fungicidas protectores Dithane M-45, Brestán 60, Difolatán 80, y Daconil 2787, permitieron un control económicamente factible.

El control ideal de esta enfermedad es mediante el uso de variedades resistentes. Mientras tanto se hace necesario la promulgación del uso de semilla libre del patógeno, la cual deberá producirse bajo protección adecuada de fungicidas, para disminuir las altas pérdidas causadas por la antracnosis del frijol.

Literatura citada

- 1 BUSS, ALFONSO. Controle químico das doenças do feijoeiro, Estação Experimental Ponta Grossa. P.R. In A.S. Costa: Investigações sobre molestias do feijoeiro no Brasil, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil 1972 pp 305-383.
- 2 COSTA, A.S. Investigações sobre molestias do feijoeiro no Brasil. I Simpósio Brasileiro de Feijão, Campinas, 1971 Anais V 2: 305-384. 1971
- 3 ELLIS, M.A., GALVEZ, G.E. y SINCLAIR, J.B. Efecto del tratamiento de semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris*) de buena y mala calidad sobre la germinación bajo condiciones de campo. *Turrialba* 27(1): 37-41. 1977.
- 4 FIGUEREDO, M.B. Feijoeiros atacados por Antracnose. *O Biológico* 31:18. 1965.
- 5 ISSA, E. y ARRUDA, H.V. Contribuição para controle da ferrugem e da Antracnose do feijoeiro. *Arquivos do Instituto Biológico* 31 (4): 119-126. 1964
- 6 MEDINA, A.C. Viabilidad de semillas y de un patógeno del frijol. *Agricultura Técnica en México* 3(1): 3-7. 1970.
- 7 MONEY, S.P. Pest and diseases of beans. *New Zealand Journal of Agriculture* 110(2): 135-141. 1965.
- 8 PEREGRINE, W.T.H. A preliminary note on chemical control of bean anthracnose in Malawi. *PANS* 17(1): 47-50. 1971.
- 9 SCHMIDT, T. Versuche zur Bekämpfung von Bohnenkrankheiten. I Die Breen Fleckenkrankheit der Bohne (*Colletotrichum lindemuthianum* Brit et Cav) In Peregrine, W.T.H. A preliminary note on chemical control of bean Anthracnose in Malawi. *PANS* 17(1):47-50. 1971

Notas y Comentarios

La manipulación genética y el mejoramiento de los cultivos

Entre las personas e instituciones responsables por el mejoramiento de las plantas de cultivo existe un creciente interés por la manipulación genética. Lo que hasta ahora han sido especulaciones (Cf. *Turrialba* 21:250) basadas en trabajos hechos al nivel celular con microorganismos (Cf. *Turrialba* 21:372 y 21: 373, 1971), se está convirtiendo en programas de trabajo coordinado para acelerar su aplicación al nivel de cultivos.

El Consejo de Investigaciones Agrícolas de la Gran Bretaña está poniendo en marcha un plan de investigaciones nuevo y ambicioso dirigido a revelar los genes individuales que controlan el crecimiento y desarrollo vegetal. La investigación da los primeros pasos hacia el objetivo último de los mejoradores de plantas: modificar cultivos alimenticios valiosos, tales como el trigo, mediante la manipulación de sus genes, para, por ejemplo, transferir resistencia a ciertas plagas de una planta a otra.

El nuevo programa comprende un esfuerzo común de cuatro organismos esparcidos por todo el país. La Estación Experimental de Rothamsted, al norte de Londres; el Instituto John Innes, en Norfolk; y el Plant Breeding Institute, cerca de Cambridge, examinarán los secretos del DNA de los cereales. La Estación Galesa de Genética se ocupará de las gramíneas forrajeras (*New Scientist* 25 de enero, de 1979, p. 237).

Los manipuladores de genes vegetales usan muchas de las técnicas usadas en investigaciones con bacterias, sin el mismo riesgo para los animales y humanos que están fuera del laboratorio. Una copia DNA del ácido ribonucleico mensajero (mRNA) tomado de células vegetales es producida en un tubo de prueba por proteínas conocidas como enzimas de "transcripción". El DNA es entonces cortado en lugares selectos por otro conjunto de enzimas, las enzimas de "restricción", las que han sido ya responsables por un premio Nóbel en 1978 (Cf. *Turrialba* 28:282). Los fragmentos pueden ser entonces incorporados a alguna clase de vehículo, quizás un plasmidio o un virus e insertados en una célula vegetal. Para hacer esto, debe ser eliminada primero la pared exterior de celulosa protectora. La célula desnuda constituye lo que se llama protoplasto. La idea es entonces regenerar plantas enteras a partir de simples protoplastos e identificar aquellos en los que está expresado el DNA extraño. Desgraciadamente hasta ahora la regeneración de plantas a partir de protoplastos solamente ha

sido obtenida en unas pocas especies tales como tabaco, tomate y petunias, todas solanáceas. Pero las instalaciones y equipo de Rothamsted y de las otras dos unidades están engranadas para acometer el problema del trigo y de la cebada.

A diferencia de los tomates, por ejemplo, en los cereales sólo un selecto grupo de células bien organizadas, llamada el meristema, puede regenerar una planta. Simon Bright, de Rothamsted, dice que hay pocas partes de las plantas cereales capaces de iniciar la división celular. Consecuentemente, Bright recurre al embrión entero para obtener plantas nuevas haciendo crecer los embriones sobre agar impregnado con nutrimentos, hormonas de crecimiento, y sales. Variando los nutrimentos del agar, Bright produce una amplia variedad de mutantes bioquímicos. Desafortunadamente, este sistema está alejado del sistema unicelular que se presta fácilmente a la manipulación genética.

Esto significa que tendrá que desarrollarse otra manera de estudiar la naturaleza de un sólo gen extraño en células vegetales en crecimiento. Roger Hull, del John Innes Institute, está investigando a un promisor candidato para el cargo de vehículo para transportar DNA nuevo dentro de las células, el común virus del mosaico de la coliflor (Ca MV). En la naturaleza, el virus se mueve sistemáticamente a través de hospedantes susceptibles, multiplicándose en la mayor parte de las células. De esta manera, dice Hull en *Trends in Biochemical Sciences* (Vol 3, p. 254), los genes introducidos por la manipulación genética usando DNA del Ca MV deberían estar presentes en la mayor parte de las células y pueden ser mantenidos por el crecimiento corriente de las plantas. Hull ha mostrado en el laboratorio que el material de doble cadena del virus se adhiere y fusiona al DNA de la célula vegetal manteniendo una identidad separada.

Pero, a diferencia con la investigación con animales, no hay información sobre la estructura y secuencia de los genes vegetales. El Dr. Ben Mifflin y sus colegas de Rothamsted están tratando de identificar y dividir en pedazos aquellas secciones del DNA vegetal responsables de poner en clave el almacenamiento de proteínas en las semillas de cereales. Esto lo están efectuando aislando primero el mRNA que ellos identifican porque les permite elaborar las proteínas en un tubo de prueba. Estas proteínas tienen sólo pequeñas cantidades de lisina, el aminoácido nutritivamente importante, pero Mifflin afirma que con esta información sería posible confeccionar un gen artificial que incorpore a la proteína una mayor cantidad de lisina.

Desafortunadamente, los protoplastos de cereales rehusan tencamente a multiplicarse y crecer y no pueden todavía ser usados como vehículo para probar DNA recién sintetizado o

natural. Consecuentemente, Mifflin pasa sus segmentos de su RNA recién identificados al equipo del Plant Breeding Institute, cerca de Cambridge, quienes entonces incorporan el material genético en células bacterianas. Sin embargo, el nuevo programa en Rothamsted comprende acudir a un experto, Emrys Thomas, que organizará una nueva unidad para acometer no sólo la regeneración de los protoplastos tomados del trigo y de la cebada sino también la fusión de los protoplastos. Si la fusión asexual puede ser obtenida entre plantas que no se cruzan por medios sexuales, entonces será más fácil la tarea de mover los genes de una planta a otra.

¿Pero cuáles son las metas de este programa? Los entusiastas predicen que el sueño de transferir la capacidad de fijar nitrógeno de ciertas bacterias a toda clase de cereales, quizás reduciendo nuestra dependencia de los fertilizantes, podría volverse realidad. Podría ser así. O quizás se encontrará un gen que puede pasar la eficiencia fotosintética más grande de algunas plantas comunes tropicales (Cf. *Turrialba* vol 21 p. 4) a cultivos alimenticios que crecen en climas templados. Mifflin y otros están escépticos sobre alcanzar rápidamente estas metas porque antes de todo se conoce muy poco sobre la organización y control de las células vegetales ordinarias. También dice Mifflin que es mejor comenzar investigando los sistemas más simples de genes que regulan, por ejemplo, la resistencia a las plagas o el almacenamiento de proteínas específicas. Solamente la fijación del nitrógeno en bacterias está controlada por lo menos por 30 a 40 genes, explica, y sin tomar en cuenta las complejidades del DNA de la célula vegetal del hospedante, la tarea de producir la combinación "correcta" de genes se vuelve casi insuperable.

Impacto del trigo en la nutrición de la India

Hasta el descubrimiento del maíz Opaco-2 rico en lisina en 1963-1964, los programas de investigación no estaban generalmente enfocados a metas nutritivas específicas sino dirigidos a acelerar el progreso agrícola e impartir una mayor estabilidad a la producción. Esto ha motivado que M.S. Swaminathan, uno de los agonistas de la revolución verde en la India, examine si las estrategias de la investigación de los últimos 15 años, asociadas con las variedades de altos rendimientos de trigo y de mijo, han ayudado o impedido a alcanzar mejores patrones de nutrición (*Ceres* julio-agosto 1978).

Es bien conocido que el área sembrada con trigos de altos rendimientos en India se incrementó grandemente, de cuatro hectáreas en 1964 a cuatro millones en 1971. La producción se elevó de 12 millones de toneladas en 1975 a más de 28 millones en 1976, resultante de aumentos tanto en área como en rendimiento. Varios estudios han indicado que la expansión del área bajo trigo se realizó a expensas del garbanzo, frijol de palo (*Cajanus indicus*), otras leguminosas, y cebada. Como resultado, ha habido una declinación en la disponibilidad per cápita de granos leguminosos en la India, lo que ha hecho pensar si la revolución en la producción de trigo en realidad ha tenido un impacto adverso sobre la nutrición.

Según Swaminathan, los técnicos del Instituto Internacional para los Trópicos Semiáridos (IITSA en español e ICRISAT en inglés), J.G. Ryan y M. Asokan, han analizado los datos sobre esta cuestión. Han llegado a la conclusión de que si no se hubieran introducido las variedades nuevas de trigo, la producción anual de proteína durante 1974-75 en los seis Estados trigueros se hubiera reducido en los siguientes porcentajes:

proteína	10,0%
energía	13,5
metionina	15,5
triptófano	11,3
leucina	5,9
isoleucina	2,0

En realidad, comparada con la situación en 1965-66, la producción efectiva de nutrimentos en los seis Estados fue más alta durante 1974-75 en los siguientes porcentajes:

producción total	22%
proteína	20
energía	22
lisina	7
metionina y cistina	21
triptófano	33
leucina	16
isoleucina	12

De esta manera, desde el punto de vista de la nutrición, la sustitución del garbanzo y otros cultivos por trigo después de 1966 condujo no sólo a un aumento en la producción de energía por hectárea sino también en la de proteína.

Ryan y Asokan han calculado que por cada hectárea adicional de trigo se produjeron 35 kg de proteína y 2.527 megacalorías de energía más que si en esa hectárea se hubiese sembrado garbanzo. Por consiguiente, una estrategia de mejoramiento genético orientada principalmente hacia rendimientos altos ha tenido en el caso del trigo también un impacto favorable en el bienestar alimenticio de la gente.

No se debe concluir, de esto, que se deberían reemplazar las legumbres de grano con cereales de altos rendimientos. La combinación legumbre-cereal en la dieta neutraliza la deficiencia de lisina en el cereal y promueve una alimentación más balanceada. Pero sería equivocado suponer que las necesidades nutritivas completas pueden ser cubiertas por la vía del cereal, aunque esto sea teóricamente posible. Lo que está claro, sin embargo, es que a menos que se pueda mejorar el rendimiento potencial de las legumbres de grano, el agricultor reemplazará una legumbre de bajo rendimiento con un trigo de alto rendimiento, particularmente si tiene acceso al riego. La única forma de evitar esos cambios será el desarrollo de variedades de legumbres de altos rendimientos que no sacrifiquen su calidad. La alternativa de mantener incentivos de precios, dice Swaminathan, anulará el mismo propósito para el cual se necesitan las legumbres de grano, esto es, el suministrar una fuente barata de proteína.

Gusano que controla las malezas coquito

Las larvas de una mariposa podrían un día controlar a las malezas coquito púrpura (*Cyperus rotundus*) y coquito amarillo (*C. esculentus*) en los cultivos que ellas invaden.

Los investigadores Kenneth E. Frick y Rebeca F. Wilson, de Stoneville, MS, establecieron una colonia de laboratorio de larvas de *Bactra verutana*, colectadas en el campo. Los estudios de laboratorio revelaron que las larvas preferían los coquitos a una dieta preparada artificialmente. Antes de proceder a las liberaciones de campo, fue necesario un conocimiento detallado del comportamiento de las larvas.

Los estudios preliminares revelaron que las liberaciones de campo deberían ser iniciadas inmediatamente después de la siembra. Mientras el cultivo esté demasiado pequeño como para sombrear a las malezas, los coquitos crecen rápidamente. Liberaciones masivas de saturación con larvas se recomiendan debido a que las bajas temperaturas de mediados de mayo a fines de junio tienden a frenar el desarrollo larval. La liberación de un promedio de cinco larvas por brote poco después que aparezcan los brotes del coquito dará como resultado el que todos los brotes estén infestados durante un período de tres semanas (*Agricultural Research*, octubre 1978).

Las larvas son dañinas después de una sola liberación temprana y son más móviles y menos canibales que lo que se presumía. Las liberaciones en serie causan el mayor daño a las malezas y constituyen el control biológico más promisor del coquito. Se requieren ensayos de campo adicionales antes de que esta larva sea considerada como un método corriente de control del coquito.