



Antes de hacer un cruzamiento, se emascula la espiga que servirá como progenitor femenino. La clave para el desarrollo rápido de cientos de líneas componentes para variedades multilineales es la capacidad inigualada del CIMMYT para hacer miles de cruces en cada ciclo (Véanse los pasos en la página 9).

EL CIMMYT HOY 4

## MULTILINEALES: GRAN PROPORCION A SALVO

*Las variedades multilineales —mezclas de líneas genéticamente relacionadas que portan diferentes genes de resistencia a las enfermedades— ofrecen a los agricultores una alternativa para domeñar el surgimiento de epifitias de roya, y estabilizar así los rendimientos anuales de trigo. El CIMMYT está produciendo un gran número de líneas componentes que los programas nacionales pueden usar al formar sus propias variedades multilineales.*

En la frustrante batalla con las royas del trigo, la victoria suele ser un predecesor de la derrota. Para el fitomejorador, el éxito consiste en desarrollar una nueva variedad resistente a la roya y luego verla sembrada extensamente. Pero, al mismo tiempo, la nueva variedad provoca su propia destrucción al desestabilizar la población de roya. En dicha población ocurren cambios que, eventual-

mente, le permiten atacar a la nueva variedad. La réplica del fitomejorador es producir una nueva variedad resistente, la cual a su vez provoca nuevos cambios en el organismo patógeno.

Durante las dos últimas décadas, los científicos han redoblado sus esfuerzos por encontrar la manera de establecer una tregua con las royas. El concepto de las multilí-

neas ofrece una alternativa. EL CIMMYT comenzó a trabajar con variedades multilineales en 1970. Ahora ya dispone de cientos de líneas cuidadosamente igualadas y probadas, que los programas nacionales pueden utilizar para formar variedades multilineales.

Una variedad multilineal se forma mediante la mezcla mecánica de semilla de varias líneas similares en apariencia y constitución genética, pero que poseen diferentes genes de resistencia a la roya. Las líneas se crían y se seleccionan de manera que sean casi idénticas en cuanto a altura, madurez, tipo de planta, calidad de grano y otras características, excepto resistencia a la roya.

Genéticamente hablando, un campo sembrado con una variedad multilineal de trigo se asemeja mucho a un terreno sembrado con un maíz de polinización libre (no híbrido). Las plantas de una variedad de maíz de polinización libre se parecen entre sí y tienen las mismas características de crecimiento, pero los genes de una planta no son 100% idénticos a los de la planta vecina. Aunque existen royas virulentas del maíz que atacan a algunas plantas en el campo, no alcanzan proporciones epifíticas merced a la diversidad de genes de resistencia presentes en esa población de plantas. De igual manera, la diversidad genética protege a los pinares de las epifitias de roya, aun cuando una sola especie de pino cubra miles de kilómetros cuadrados.

Empero, cuando el maíz o los pinares se autofecundan y

las plantas se tornan genéticamente semejantes, la roya se convierte en un serio problema. En los cereales de grano pequeño como el trigo y la avena, la formación de líneas puras presenta varias ventajas, pero la uniformidad genética dentro de una variedad hace que las royas sean una amenaza implacable para los agricultores.

Desde 1970, el CIMMYT ha estado trabajando con el fin de desarrollar una variedad multilineal basada en la cruza 8156. Esta cruza, que se cultiva bajo diferentes nombres varietales tales como Siete Cerros, Mexipak, Kalyansona y P. V. 18, ha duplicado y triplicado los rendimientos obtenidos por los agricultores desde Casablanca hasta Katmandu. La amplísima adopción de la cruza 8156 es evidencia de su capacidad rendidora en muchos ambientes. Empero, no se puede esperar que una variedad de línea pura esté siempre a salvo de un devastador ataque de roya.

Las royas son un término colectivo para enfermedades fungosas que producen síntomas de roya. Las tres principales royas del trigo son roya lineal, causada por *Puccinia striiformis*; roya de la hoja, causada por *P. recóndita*, y roya del tallo, causada por *P. graminis tritici*. Existen diferentes formas o razas de cada roya, en virtud de que el hongo patógeno puede cambiar mediante reproducción sexual, mutación y otros modos. Así, aunque una variedad convencional de trigo de línea pura pudiera poseer resistencia a la raza prevalente en una región, eventualmente surgirá una nueva raza a la cual será susceptible dicha variedad. (Véase la caja: "Los inconvenientes de la pureza").

Miles de trigos representantes del germoplasma de todo el mundo se cultivan en el Centro de Investigaciones del Noroeste, en Sonora, México, donde el CIMMYT realiza investigación en trigo en el ciclo de invierno. Mediante el cruzamiento de Siete Cerros con diversas fuentes de genes de resistencia a las royas, se crean cientos de líneas que pueden usarse para la formación de variedades compuestas multilineales.



Con paciencia y ojos discernientes, Sanjaya Rajaram, fitomejorador de trigos harineros del CIMMYT, selecciona únicamente líneas que tienen la apariencia de Siete Cerros, las cuales se retendrán como componentes de variedades multilineales.

### Conjunción de los genes

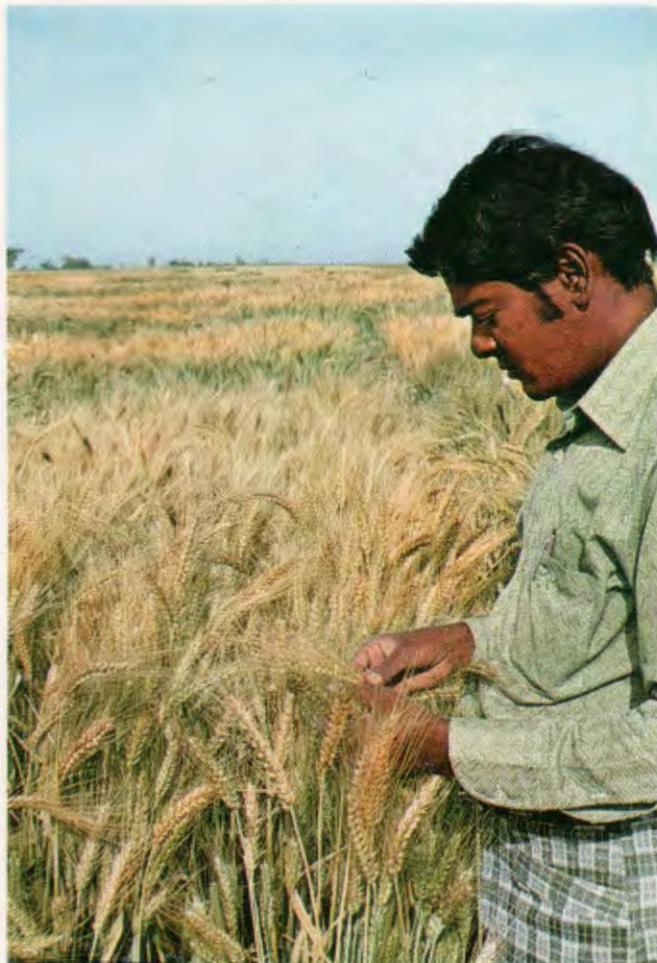
Para crear las líneas individuales que entran en la variedad multilineal, los fitomejoradores del CIMMYT efectúan miles de cruzamientos entre Siete Cerros (el nombre mexicano de la cruz 8156) y variedades de todo el mundo presumiblemente portadoras de genes de resistencia a la roya diferentes a los que posee Siete Cerros. Luego, para ampliar la resistencia, se intercruza la progenie de las cruza, es decir, se sigue un sistema de cruza doble. Tal cruz doble se puede indicar:  $(A \times B) \times (A \times C)$ , en donde A representa a Siete Cerros, y B y C a otras variedades. Cada cruz doble se siembra dos veces al año en estaciones experimentales de México. Las plantas que no se parecen a Siete Cerros se descartan.

Este sistema no es el enfoque cabal de retrocruzamientos que originalmente se concibió para desarrollar multilineales. El retrocruzamiento repetido haría a las líneas componentes casi idénticas genéticamente—excepto en cuanto a su resistencia a la roya—, y sería un proceso lento.

El uso de cruza dobles para producir componentes multilineales hace más rápido el proceso y produce un cierto grado de variación genética, además de las diferencias en genes de resistencia a la roya.

EL CIMMYT ha empleado más de 500 diferentes variedades en cruza con Siete Cerros a fin de crear líneas adecuadas para variedades multilineales. Las variedades cruzadas con Siete Cerros se escogieron por sus orígenes diversos y su resistencia comprobada a la roya del tallo, roya lineal, roya de la hoja y Septoria, las enfermedades fungosas más importantes del trigo. Las líneas que se están formando para integrar las 5 variedades multilineales deben sobrevivir al mismo proceso de selección que otras líneas del programa de mejoramiento genético del CIMMYT. En el invierno se les siembra en México en una región semiárida, al nivel del mar, a 27° N; y en el verano se les siembra en una meseta alta (2,600 msnm) y húmeda. Se eliminan las líneas que exhiben susceptibilidad a la roya o a cualquiera otra enfermedad, y también se eliminan las que muestran comportamiento agronómico deficiente.

Para 1974, el CIMMYT había "refinado" el primer grupo de cruza dobles componentes de multilineales a un nivel tal que ya se les podía probar con respecto a rendimiento en varias combinaciones, es decir: como variedades multilineales experimentales. Los ensayos de rendimiento son una etapa crítica para las multilineales. Los agricultores no las aceptarán sólo por su resistencia a las enfermedades. Las multilineales deben rendir tanto como la mejor variedad opcional que los agricultores tengan a la



mano. El hecho de que las multilineales rinden así fue comprobado en los ensayos de rendimiento cosechados en Sonora, México, en 1975. Las seis variedades testigo—variedades enanas de distribución reciente en la región—rindieron en promedio 8.4 ton/ha en tanto que una variedad multilineal rindió 9.4 ton/ha y otra rindió 8.6 ton/ha.

### Bomba biológica incendiaria

La promesa del concepto de multilineales estriba en la combinación de diversas fuentes de resistencia con una mayor posibilidad de "escape" al daño de roya. Para entender el por qué, compárese la dispersión de la roya en un campo sembrado con una variedad de línea pura con la dispersión de la roya en un campo ocupado por una variedad multilineal, cuando las condiciones son apropiadas. Las condiciones apropiadas son una película de humedad en las hojas producida por rocío o lluvia, y un nivel un tanto específico de temperatura del aire que es diferente para cada una de las royas.

Cuando se desarrolla una nueva raza virulenta de roya en un campo sembrado con una variedad de línea pura y a la vez existen las condiciones climatológicas apropiadas, el hongo se difunde rápidamente—en forma explosiva, se podría decir—, porque cada planta es genéticamente idéntica. Las esporas que se desarrollan en una planta pasan a las plantas vecinas, todas las cuales son también susceptibles. Una hectárea de trigo con fuerte inci-



Con la siguiente época de siembra ya en puerta, los científicos de trigo se apresuran a cosechar nuevas líneas, en un trabajo intenso que dura del alba al ocaso.

Abajo: La inoculación cuidadosa con esporas de roya asegura la identificación y eliminación de plantas susceptibles.

neales, "se puede establecer una analogía entre la velocidad de avance de la roya del tallo en una área extensa donde se ha sembrado un grupo de variedades uniformemente susceptible y la velocidad con que avanza el fuego en una vasta llanura cubierta de pasto seco. Ambas son explosivas. Sin embargo, si sólo la mitad de las plantas de pasto está seca y el resto está verde, el fuego se extenderá más lentamente; si la proporción de plantas se reduce a un 6 ó 12% de la población, el fuego avanzará mucho más lentamente, o quizás nada".

#### *Multilíneas con trigos altos*

En los años cincuentas, Borlaug concibió la idea de crear una variedad multilínea mediante retrocruzamientos. El y sus colegas de la antigua Oficina de Estudios Especiales, SAG, de México, comenzaron los cruzamientos conducentes hacia una multilínea. Pero los progenitores eran trigos altos y para la época en que las multilíneas experimentales estaban listas para probarse, ya se había advertido el mucho mayor potencial de rendimiento de los trigos enanos, de manera que las multilíneas altas se tornaron obsoletas antes de que llegasen a las parcelas de los agricultores.

En 1963, sin embargo, científicos de la Fundación Rockefeller formaron y lanzaron una variedad multilínea alta en Colombia, una de las áreas con mayor incidencia de roya lineal en el mundo. La variedad multilínea, llamada Miramar 63, era una mezcla de 10 líneas resultantes de cruces de Frocor con otras 600 variedades.

Dos de las líneas componentes se tornaron susceptibles a la roya del tallo en los dos años siguientes. Esas dos y otro par de líneas fueron reemplazadas y la variedad multilínea Miramar 65 fue distribuida en 1965. Aunque las actuales variedades enanas de trigo superaron con mucho los rendimientos de Miramar, ésta es todavía cultivada por algunos agricultores colombianos, y conserva su resistencia a la roya.

#### *Distribución y prueba a nivel internacional*

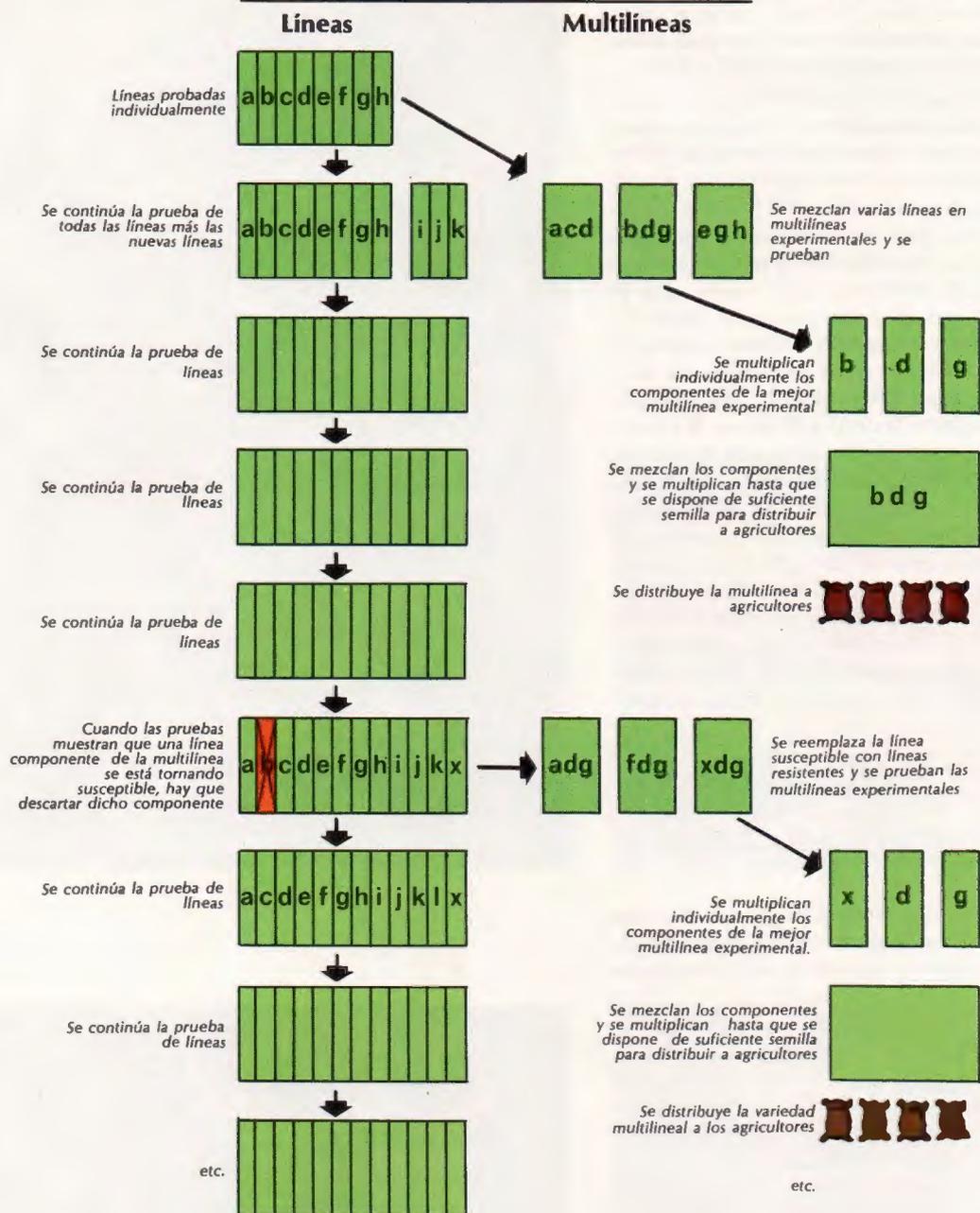
Desde 1973 después de cada cosecha en sus estaciones experimentales, el CIMMYT ha enviado 200 líneas adecuadas para la multilínea 8156 a 20 ó 30 sitios ubicados en diversas regiones del mundo. Si bien el CIMMYT puede depender de los recursos genéticos de su vasto programa genotécnico para producir muchas líneas componentes, no puede producir multilíneas "acabadas" para regiones fuera de México. Una variedad multilínea experimental que tenga éxito contra las razas predominantes en México será improbablemente la mejor multilínea en otro país donde las razas predominantes son diferentes. El complejo

dencia de roya puede contener 100 trillones de esporas. Con un viento constante, en unos cuantos días esas esporas se pueden diseminar a campos trigueros distantes a miles de kilómetros. Los fitomejoradores de trigo están conscientes que la resistencia de una nueva variedad de línea pura recién lanzada probablemente se desplomará en los 5 ó 10 años siguientes. Por tal razón, ellos deben continuar desarrollando nuevas variedades resistentes para adelantarse a cambios en las razas de roya.

En contraste, si bien las plantas de una variedad multilínea sembradas en un campo determinado son similares, poseen diferentes genes de resistencia a la roya. De esta manera, cuando surge una nueva raza virulenta de roya, sólo un pequeño porcentaje de las plantas es susceptible a ella. Y debido a que la mayoría de las plantas no es susceptible, la población de esporas no explota: la mayoría de las esporas producidas en plantas susceptibles caerá en plantas resistentes, donde no podrá multiplicarse. Como resultado, el crecimiento de la población de esporas en el campo se suprime y aun las plantas susceptibles son menos afectadas. Muchas alcanzan la madurez y son cosechadas antes de ser destruidas por la enfermedad. Es decir, "escapan". La combinación de plantas resistentes y de "escapes" protegen al agricultor de reducciones severas del rendimiento cuando surge una nueva raza. Según lo plantea Norman Borlaug, director del programa de trigo del CIMMYT e inventor de la idea de las variedades multili-

## PRUEBA

## MULTIPLICACION



de razas puede diferir inclusive de una región a otra en países como la India, que cuenta con varias zonas trigueras extensas.

A fin de decidir cuáles líneas deben mezclarse para formar una variedad multilineal, los científicos de los diferentes países deben de probar las líneas a efecto de determinar cuáles exhiben la mayor resistencia en sus regiones. Pero en algunas áreas, como las costas húmedas de Noráfrica y Turquía, la enfermedad fungosa conocida como Septoria es más importante que cualquiera de las royas, de manera que los fitomejoradores deben probar primero la resistencia de Septoria y luego la resistencia a roya.

**Diagrama esquemático de los pasos involucrados en la prueba de las variedades multilineales y en su distribución a los agricultores. Los principales aspectos son:**

- (1) la prueba continua de las líneas para detectar el inicio de su susceptibilidad a una nueva raza de roya;
- (2) la prueba de mezclas de líneas para encontrar la combinación más satisfactoria desde el punto de vista agronómico, y
- (3) la multiplicación de la multilinea y su distribución a los agricultores.

Las multilineas reales serían mezclas de 10 a 20 líneas.

Igualmente, mientras que en México los componentes son de apariencia casi idéntica, ciertas condiciones locales pueden cambiar la madurez y la altura de algunas líneas. Los fitomejoradores deben cultivar y clasificar las líneas de acuerdo con su período a la madurez y su altura para estar seguros de que la variedad multilineal sembrada será uniforme en cuanto a estas características.

Más aún, cuando las líneas más resistentes y uniformes han sido identificadas, éstas deben mezclarse en varias combinaciones y probarse como variedades multilineales experimentales. Ciertas combinaciones de líneas parecen trabajar bien en conjunto, pero no ciertas otras combinaciones. En efecto, algunas combinaciones se "conjuntan" tan bien que la variedad multilineal rinde mejor que el promedio de sus líneas componentes cuando se siembran separadas. (Véase la caja: "Conjunción y deriva genética").

Idealmente, señala Glenn Anderson, director asociado del programa de trigo del CIMMYT, una variedad multilineal debe ser una mezcla de 15 a 20 líneas. Si en una variedad multilineal que contiene 15 líneas, una de ellas se torna susceptible, el rendimiento que obtiene el agricultor se reducirá en, cuando mucho, un 6%. Pero si la variedad contiene 4 líneas y una de ellas se vuelve susceptible, el rendimiento podrá disminuir en un 25%. De igual manera, si una línea de las quince, es varios centímetros más corta que el resto, será difícil notarlo en el campo. Pero si una de cuatro líneas es más corta, un campo sembrado con una variedad multilineal se verá disparejo, y esto puede retardar la disposición de los agricultores para adoptar la variedad multilineal.

### *Multiplicación y renovación de las variedades multilineales*

Cuando se han escogido las mejores líneas para una variedad multilineal, cada una de las líneas se multiplica separadamente. Por ejemplo, cada una de las 15 líneas que serán componentes de la variedad multilineal, se podría sembrar en una media hectárea. De cada parcela se cosecharían hasta 3 toneladas de semilla. Parte de la semilla de cada línea se mantendría en reserva, y el resto se mezclaría en iguales proporciones. Esto daría alrededor de 40 toneladas de semilla de la variedad multilineal. Esta "semilla de fundación" de la multilineal se sembraría de nuevo para producir la semilla que se habrá de distribuir a los agricultores. En cada ciclo, los científicos sembrarían parte de la semilla de reserva junto con la semilla de otras líneas no incluidas en la variedad multilineal. Al observar el comportamiento de la variedad multilineal y de sus líneas componentes, los fitomejoradores advertirán cuando surge una nueva raza virulenta en una o más líneas de la variedad. Al mismo tiempo, podrán observar cuál de las numerosas líneas sembradas en sus parcelas experimentales son resistentes a la nueva raza. Así pueden reemplazar de inmediato las líneas susceptibles con varias combinaciones de líneas resistentes y comenzar a determinar cuál nueva combinación se "conjunta" mejor. Cuando hayan encontrado la mejor combinación, las líneas se multiplicarán y la multilineal modificada podrá ser distribuida a los agricultores.





Los componentes de las variedades multilineales que el CIMMYT está formando tienen resistencia a las tres enfermedades más costosas del trigo: roya lineal, roya del tallo y roya de la hoja. En el sentido de las manecillas del reloj, desde la izquierda: Espiga atacada por roya lineal, también llamada roya amarilla; roya lineal en la hoja; roya del tallo; roya de la hoja (acercamiento); roya de la hoja en el campo.



Si bien el CIMMYT no puede crear variedades multilíneas adecuadas para áreas fuera de México, sí está en posibilidad de ofrecer a otros países la producción masiva de líneas 8156. Los fitomejoradores del CIMMYT tienen acceso a numerosas variedades de todo el mundo que son fuentes potenciales de diferentes genes de resistencia a las royas. Y el CIMMYT cuenta con el personal, los campos experimentales y los laboratorios para hacer y probar anualmente miles de cruzamientos entre estas variedades y Siete Cerros. A fines de 1975, Sanjaya Rajaram, fitomejorador de trigos harineros del CIMMYT, tenía 150 líneas —selecciones de una multitud de cruzamientos— que se probaron y “emparejaron” cabalmente con respecto a apariencia, de manera que de ellas podrían formarse variedades multilíneas.

Sin embargo, la tarea de decidir cuáles líneas hay que incluir en una variedad multilínea, la multiplicación y la mezcla de semillas, y la distribución de semilla a los agricultores recae por necesidad en el personal de los programas nacionales de trigo.

### *Otras multilíneas*

Los gastos y el tiempo de investigación requeridos para desarrollar una variedad multilínea se justifican úni-

camente cuando existe una variedad que compruebe tener un alto rendimiento en muchos sitios dispersos en muchas regiones.

El CIMMYT no es el único que reconoce las ventajas potenciales de una multilínea 8156. En la India, M. V. Rao dirige un programa de cruzamientos conducente también a una variedad multilínea 8156. India será probablemente el primer país que “lance” una variedad multilínea de trigo enano. El CIMMYT y el Programa de la India cooperan entre sí e intercambian las líneas que forman uno y otro. La India también está desarrollando componentes para variedades multilíneas de Sonalika, Sharbati Sonora y otras variedades indias destacadas.

En el CIMMYT, además de la multilínea 8156, se está desarrollando una variedad multilínea “Anza”. Anza es el nombre dado en los EUA a la cruce mexicana Lerma Rojo - Norin 10 x Andes. E. Esta cruce es conocida como Mexicani en Sudán, WW15 en Australia, T4 en Sudáfrica, Karamo en Nueva Zelanda, y Moghan I en Irán. El amplio uso de esta cruce constituye una evidencia de su adaptabilidad y buen potencial de rendimiento. El proyecto de la multilínea Anza se trabaja cooperativamente. Fitomejoradores de los EUA, Sudáfrica y Australia hacen las cruces básicas y los científicos del CIMMYT evalúan y seleccionan la progenie.

Steven A. Breth

*Cada año el CIMMYT envía nuevas líneas a docenas de científicos para que las observen y prueben como posibles componentes de variedades multilíneas locales. Maximino Alcalá está a cargo del programa de ensayos internacionales del trigo.*





*Para facilitar la eliminación de las anteras, se cortan brácteas de la espiga*



*Espiga emasculada, cortadas las brácteas (izq.), lista para ser fecundada. (Der.) Después de la fecundación, la espiga se cubre con una bolsita de glásin.*

## CONJUNCION Y DERIVA GENETICA

La determinación de cuáles líneas tienen buen rendimiento y buena resistencia a la roya no finaliza las pruebas que se necesitan para desarrollar variedades multilineales. Los científicos de cada país necesitan sembrar varias mezclas de líneas para determinar cuáles combinaciones se "conjuntan" mejor bajo las condiciones locales. Algunas veces, en efecto, la mezcla multilineal puede superar el rendimiento promedio de cada línea componente sembrada por separado. Por ejemplo, en ensayos cosechados en 1975, cuando las líneas componentes de una de las multilineales experimentales se sembraron en parcelas individuales, sus rendimientos variaron de 7.72 a 7.94 ton/ha. Pero la multilineal experimental (la mezcla de las mismas líneas) rindió 7.96 ton/ha.

No se sabe bien por qué una variedad multilineal puede rendir más que el promedio de sus componentes. Se especula sobre las pequeñas variaciones registradas en la arquitectura de las plantas indi-

viduales que componen una variedad multilineal. Posiblemente debido a ligeras diferencias en el ángulo foliar, longitud de la raíz y área radicular alimentadora de las plantas vecinas en una variedad multilineal, pudiese haber menos competencia de espacio en el follaje y en la zona radicular en un plantel de plantas genéticamente idénticas. Además, el rendimiento de las multilineales pudiera beneficiarse con la supresión de algunas enfermedades tales como *Helminthosporium* y *Alternaria*, ordinariamente presentes en las variedades de líneas puras, si no en forma severa sí a un nivel en que afectan el rendimiento.

Por otra parte, una vez que se ha formado la variedad multilineal y se le siembra ciclo tras ciclo, habrá cierto grado de "deriva" genética. Es decir: las plantas de algunas líneas componentes no competirán por humedad, nutrientes y luz solar tan bien como otras. En el curso del tiempo las líneas más competitivas tenderán a producir más semilla y así la composición de la multilineal tenderá a modificarse o evolucionar lentamente.



Santiago Fuentes (izq.) y Jesse Dubin (abajo), fitopatólogos del CIMMYT, ayudan a los fitomejoradores a la selección final de las líneas que tienen un alto nivel de resistencia.



## LOS INCONVENIENTES DE LA PUREZA

Muchos de los avances básicos de la agricultura han conducido al aumento de la uniformidad o pureza del cultivo. Cuando el hombre comenzó a domesticar las plantas, trató luego de ayudarlas y de eliminar las especies competidoras. La eliminación de las malezas hizo más uniforme el campo del agricultor, donde pudo ya haber numerosas "variedades" de la misma especie. Las parcelas se tornaron más uniformes aún cuando algunos agricultores advirtieron que en cultivos autofecundados como el trigo, la semilla de una planta destacada se podía multiplicar hasta disponer de suficiente semilla para cubrir un campo completo con plantas sobresalientes idénticas. En época más reciente, los científicos empezaron los trabajos genotécnicos con líneas puras. Durante los últimos 100 años, las variedades superiores seleccionadas por los fitotecnistas comenzaron a desplazar a las "variedades de los agricultores", de modo que el número de variedades sembradas en una región determinada tendió a disminuir.

El advenimiento de la genotecnia científica —el cruzamiento de dos variedades para combinar sus mejores características— condujo a rendimientos substancialmente más altos y a una mayor uniformidad. Las variedades resultantes de cruzamientos y luego de selección y pruebas cuidadosas de la progenie, fueron mucho mejores que las variedades más antiguas, de modo que los agricultores las adoptaron ansiosamente y abandonaron las otras.

Puesto que la resistencia a las enfermedades era un objetivo genotécnico importante, en muchas cruces se usó como fuente de resistencia, una variedad que hubiese comprobado ser resistente. Así, diferentes variedades tenían a menudo el mismo gene de resistencia a una enfermedad específica. Más aún, en ocasiones se sembraban extensas superficies con solamente una variedad. Por ejemplo, en 1950, la variedad Clinton ocupó el 75% de la superficie sembrada con avena en los Estados Unidos.

Los avances agrícolas han conducido a rendimientos inimaginables hace sólo 50 años. Empero, la mayor uniformidad e, irónicamente, el empleo de genes de resistencia en cultivos autofecundados todavía expone al agricultor a la amenaza de los ataques de roya. Cada paso hacia la uniformidad ha perturbado la estabilidad de las relaciones entre las royas y sus plantas hospedadoras, así como el balance entre razas individuales de royas.

Los fitomejoradores buscan genes que protejan una variedad de las razas virulentas de roya que predominan. Ordinariamente, un gene confiere resistencia a una roya. Cuando la variedad se siembra extensamente, la raza a la cual la variedad es resis-

tente no puede prosperar y, por tanto, es menos capaz de competir con otras razas. Pero cuando se perturba el equilibrio interracial, alguna raza previamente insignificante, o una nueva raza, puede surgir y alcanzar niveles capaces de atacar a la variedad antes "resistente". La susceptibilidad de la variedad favorece la capacidad de reproducción de la nueva raza, y como resultado, la población de roya en el ambiente cambia casi exclusivamente hacia la nueva raza. Cuando las condiciones climáticas son adecuadas, en el aire se encuentran suficientes esporas de la raza virulenta para "encender" el ciclo relampagueantemente rápido de multiplicación y destrucción conocido como epifitía de roya.

Para los actuales fitomejoradores de trigo, la lucha contra la roya es una empresa inacabable. Ellos deben de formar continuamente nuevas variedades que reemplacen a aquéllas cuya resistencia a la roya ha sido vencida.

Hace 40 años, fitomejoradores y fitopatólogos pensaban que la incorporación de un solo gene de resistencia a una variedad resolvería el problema de las royas. Ahora no piensan igual. Para asegurar que no todas las nuevas variedades tengan los mismos genes de resistencia a la roya, se utilizan cientos de variedades diferentes como fuentes de genes de resistencia.

Los fitomejoradores también desean ardientemente manipular un fenómeno del cual se sabe poco y que se le conoce como resistencia horizontal o generalizada. Ciertas variedades de trigo han conservado su resistencia por más de dos décadas. Al parecer, estas variedades tienen varios genes de efecto acumulativo al conferir resistencia general a todas o a muchas razas.

Las multilíneas son una opción mecánico-biológica combinada para obtener resistencia generalizada. Aunque puede surgir una nueva raza capaz de atacar una de las líneas componentes, no podrá multiplicarse rápidamente porque dicha línea está rodeada de plantas que portan diferentes genes de resistencia. Como resultado de ello, la nueva raza tendrá pocas ventajas competitivas sobre las razas existentes en el área, de modo que el complejo racial no cambia.

El hongo patogénico es tan inherentemente variable, que en el curso del tiempo la estructura de la raza, por supuesto, cambiará. En siembras de prueba de plántulas sólidas de las líneas individuales incorporadas a la variedad multilínea, el cambio en las razas virulentas de royas será reflejado por la súbita susceptibilidad de una de las líneas. Con esta advertencia, los fitomejoradores pueden emprender su substitución por una línea resistente en la variedad multilínea, mucho antes de que la nueva raza virulenta afecte los rendimientos de los agricultores.



EL CIMMYT HOY es publicado por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, Apartado Postal 6-641, México 6, D. F., México. EL CIMMYT recibe apoyo financiero de entidades gubernamentales de Canadá, Dinamarca, República Federal de Alemania, Reino Unido y Estados Unidos de Norteamérica, y de varias instituciones internacionales o privadas: Fundación Ford, Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, Banco Interamericano de Desarrollo, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, Fundación Rockefeller, Programa de las Naciones Unidas para el Mejoramiento del Ambiente y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. El CIMMYT asume la responsabilidad completa de esta publicación.