

*Veery "S": Trigos barineros
para muchos ambientes*

Cinmas
1966-1986



Matz y trigo para el Tercer Mundo

*Veery "S": Trigos barineros
para muchos ambientes*

Introducción

Los sectores agrícolas de muchos países en desarrollo han sufrido una profunda transformación en las últimas dos décadas. Los métodos tradicionales de producción han dado paso rápidamente a las tecnologías agrícolas modernas que aumentan la productividad. Si bien esta transformación dista mucho de ser completa, la agricultura con base en la ciencia ha mejorado el bienestar de millones y millones de agricultores y consumidores en los países en desarrollo. Los trigos harineros de poca paja y altos rendimientos generados por el CIMMYT en cooperación con los programas nacionales de cultivos en todo el mundo han desempeñado un papel considerable. La amplia adopción de estos elementos de la moderna tecnología agrícola trajo como consecuencia incrementos espectaculares en la producción triguera en varios países en desarrollo.

Las líneas Veery combinan mayor potencial de rendimiento con mejor estabilidad de rendimiento en ambientes muy diversos.

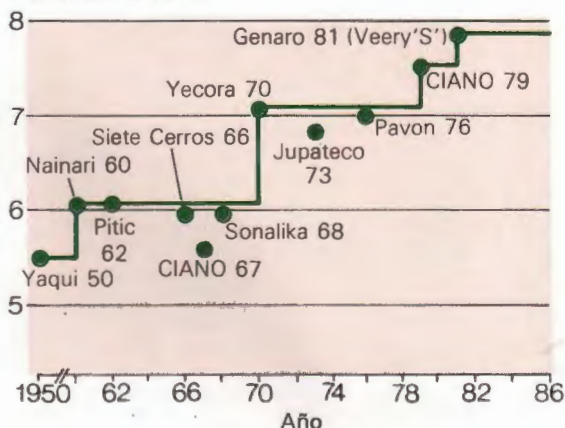
Este documento se centra en uno de los logros impactantes del mejoramiento de trigo: la creación de la cruza Veery. Más precisamente, explica por qué la Veery constituye un logro excepcional. Básicamente existen dos razones: ocho años de ensayos internacionales en cientos de localidades de ambientes diversos han demostrado (1) que las Veery han elevado a los trigos harineros de alto rendimiento a un nuevo nivel que es aproximadamente 10% mayor que el nivel anterior, y (2) que los rendimientos de las líneas hermanas derivadas de Veery son muy estables en numerosos ambientes. Estas características se describen con mayor detalle en las siguientes páginas; no obstante, su comprensión requiere saber algo de su historia y un conocimiento de las metodologías básicas del Programa de Trigo del CIMMYT.

Un vistazo al pasado


El movimiento que dejó atrás a la agricultura tradicional en el Tercer Mundo se denominó la "Revolución Verde" y, durante años, se le consideró un éxito rotundo. Es lógico que las personas que adoptaron las nuevas tecnologías muy al principio fueran agricultores relativamente bien acomodados que contaban con los recursos para adquirir los insumos necesarios para aprovechar el mayor potencial de rendimiento de las variedades modernas y que podían asumir el riesgo de cambiar del sistema agrícola tradicional al moderno. Muchos promotores de dicho cambio esperaban que las nuevas tecnologías más productivas pasarían rápidamente a los productores de escasos recursos que no podían arriesgar su medio de vida con tecnologías no comprobadas.

Hacia fines de los setenta, los críticos de la Revolución Verde empezaron a afirmar que a los agricultores de escasos recursos se les estaba dejando a un lado en el proceso de transición a los modernos sistemas agrícolas. Se propusieron muchas causas para explicar la situación, entre ellas la idea de que las nuevas variedades eran inherentemente deficientes. Los críticos alegaban en gran medida sin fundamento que altos niveles de insumos adicionales eran esenciales para lograr los

Rendimiento (t/ha)



Rompimiento de la barrera del rendimiento: rendimiento medio de las variedades mexicanas con un manejo favorable y sin enfermedades (ensayos de potencial de rendimiento en la estación experimental CIANO, 1982-84).



tan aplaudidos incrementos en la producción y que las semillas "milagrosas" rendían menos que las variedades tradicionales sin estos insumos adicionales. También se cuestionaba la estabilidad de los rendimientos en los ambientes más productivos, puesto que es más difícil que el agricultor acepte el riesgo de perder el 20% de una cosecha de 5 t/ha debido a un acontecimiento imprevisto que el 20% cuando espera cosechar sólo 1 t/ha.

Un objetivo primordial en la investigación del Programa de Trigo del CIMMYT es la generación de germoplasma de trigo que sea "insumo-eficiente" e "insumo-respondiente".

Es claro que la estabilidad de rendimiento es una preocupación legítima de agricultores e investigadores. Para el productor significa poder contar con las nuevas variedades aun cuando las condiciones de producción son deficientes. Se han efectuado análisis objetivos desde la década de los setenta que dan pruebas bastante contundentes de que las variedades de alto rendimiento (VAR) por lo general se comportan igual o hasta un poco mejor que las variedades tradicionales en ambientes con bajos niveles de insumos. No es sorprendente que funcionen significativamente mejor que las variedades tradicionales conforme mejoran las condiciones de producción.

Para los investigadores, la respuesta a la interrogante de la estabilidad de rendimiento estriba en mejorar el comportamiento ya estable de las VAR y combinar esta característica con un potencial de rendimiento aun mayor. En otras palabras, un objetivo importante de la investigación es generar germoplasma que haga uso eficiente de los nutrientes y agua disponibles (es material "insumo-eficiente") y responda excepcionalmente bien a las condiciones mejoradas cuando los insumos son abundantes (es "insumo-respondiente").

Para principios de 1980, el CIMMYT había generado una gama impresionante de líneas avanzadas de trigo harinero, que usaban los insumos de manera eficiente y respondían bien a ellos, para que los programas nacionales las emplearan en crear variedades. Los mejoradores del Centro han aplicado varias estrategias para mejorar este cultivo. Una de las más productivas es el cruzamiento de dos complejos germoplásmicos distintos: trigo de hábito de primavera y de hábito de invierno. Una elevada proporción de las mejores líneas avanzadas en la base de germoplasma del CIMMYT, incluyendo las Veery, surgieron del programa de cruza entre trigo de primavera y de invierno. Cabe señalar que antes de examinar en detalle las características más convenientes de Veery, hay que considerar la estrategia general del Programa de Trigo respecto al mejoramiento de trigo y, en particular, las cruza primavera x invierno. Este examen proporcionará una perspectiva más amplia de cómo se combinaron los rasgos que hacen de la Veery una cruz excepcional.



Los cruzamientos entre trigos de hábito de primavera y de hábito de invierno se efectúan mediante procedimientos diseñados por los mejoradores para sincronizar la inflorescencia de ambos tipos de trigo.

Trigos para muchos ambientes

En el mundo en desarrollo, el trigo se cultiva en condiciones de producción muy diversas. El manejo adecuado de esta diversidad sigue siendo una de las tareas más difíciles de los mejoradores del Centro. Al paso de los años, se ha logrado una estrategia efectiva que hace hincapié en la adaptación amplia en extensos ambientes que son relativamente homogéneos (denominados mega-ambientes). Los siguientes son los seis principales mega-ambientes que el CIMMYT utiliza para guiar la generación de trigo harinero:

- Áreas bajo riego;
- Ambientes de temporal con suficiente agua (más de 500 mm/ciclo);
- Ambientes de temporal con frecuente escasez de agua (la precipitación pluvial es menos de 500 mm/ciclo);
- Tierras altas donde se dan epifitias graves;
- Suelos ácidos en los que la producción triguera se ve limitada por niveles tóxicos de aluminio;
- Regiones más cálidas en donde son usuales los bruscos aumentos de temperatura hacia el fin del ciclo de cultivo.

Con miras a crear germoplasma para estos mega-ambientes, el Programa de Trigo del Centro aplica una estrategia que tiene cuatro facetas centrales e interrelacionadas: gran número de cruzas, mejoramiento intermitente, fuerte presión de enfermedades y pruebas internacionales en múltiples localidades.

Una lotería. En cada ciclo se llevan a cabo miles de cruzas simples y triples a partir de una gran variedad de material progenitor recolectado en muchas partes del mundo. La selección de este material depende de varios factores, sobre todo de los datos de comportamiento enviados por los colaboradores de la red de pruebas internacionales. Cabe señalar aquí que la selección de material progenitor no se basa en análisis genéticos de la resistencia a enfermedades y de los componentes del rendimiento. Más bien, la sola presencia de características favorables en el material es razón suficiente para incluirlo en el programa de cruzas;

por tanto, las cruces a menudo se hacen sin una idea clara de los patrones de herencia. Este procedimiento agiliza en forma considerable el proceso de la generación de germoplasma. De manera semejante, el programa de cruzamiento no lleva a cabo estudios de la aptitud que tienen los materiales para combinarse. Si bien estos estudios son necesarios para las publicaciones científicas y para un conocimiento más profundo de las interacciones genéticas, el Programa de Trigo ha encontrado que es más práctico reemplazarlos con largos años de observación rigurosa en el campo. Además, dichos estudios no son primordiales en la misión fundamental del Programa: la generación y entrega de germoplasma mejorado de trigo y triticale a los programas nacionales colaboradores.

La solución de los problemas que plantean los diversos ambientes sigue siendo una de las tareas fundamentales de los mejoradores de trigo del CIMMYT.

Mejoramiento intermitente. El germoplasma se selecciona y se observa durante dos ciclos cada año en dos localidades de México: el Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste (CIANO) del gobierno, que está situado cerca de Ciudad Obregón en el estado de Sonora (27.2°N, a 39 m sobre el nivel del mar) y la estación experimental Toluca en el estado de México (18.5°N, a 2649 m sobre el nivel del mar) (ver mapa en la p. 8). En CIANO la siembra se practica en noviembre y la selección y cosecha terminan en abril. A continuación, la semilla es llevada 1,850 km hacia el sur a Toluca, donde la siembra se efectúa en mayo y junio. Ahí la selección y cosecha acaban en octubre y después la semilla se envía otra vez al CIANO para plantarse en noviembre.

Estos dos sitios difieren en forma marcada respecto a la altura, el tipo de suelo, los patrones de precipitación pluvial, las unidades caloríficas (temperatura), las enfermedades y el fotoperíodo. Sólo aquellos materiales que soportan los rigores de

ambos ambientes avanzan en el sistema del CIMMYT; los demás se desechan. Por tanto, el proceso de mejoramiento intermitente en México es el primer paso hacia la creación de variedades con adaptación amplia.

Presión de enfermedades. Las condiciones ambientales en el CIANO y Toluca son tales que mediante la inoculación artificial para garantizar la uniformidad de infección, es posible hacer una fuerte presión en los materiales con el fin de identificar las líneas resistentes. Durante el ciclo de invierno en el CIANO, rara vez llueve, pero se forma a menudo gran cantidad de rocío, lo que fomenta el desarrollo de la roya de la hoja (*Puccinia recondita*) y roya del tallo (*P. graminis tritici*). En la elevada altura de Toluca, son frecuentes las lluvias y las temperaturas frescas durante el ciclo de verano, condiciones ideales para el establecimiento de epifitias de enfermedades foliares como la roya amarilla (*P. striiformis*) y las provocadas por *Septoria tritici*, *Fusarium graminearum*, *F. nivale* y el virus del enanismo amarillo de la cebada. En ocasiones, también es posible lograr epifitias de *Helminthosporium tritici-repentis*, *S. nodorum* y tizón bacteriano de la hoja.



Principales estaciones experimentales en México donde el CIMMYT lleva a cabo investigación en trigo.

Pruebas internacionales. Cada año, las líneas avanzadas y las poblaciones F₂ se someten a pruebas internacionales en más de 150 localidades de todo el mundo. El CIMMYT actúa como centro de una enorme red de investigadores colaboradores, un sistema que anualmente permite la evaluación eficiente de cientos de líneas y variedades en condiciones muy diversas. Mediante esta red, las variedades y los materiales experimentales se someten en forma simultánea a numerosos biotipos de las principales enfermedades del trigo y también se prueban bajo múltiples condiciones de estrés.

Cada año, las pruebas internacionales en múltiples localidades permiten verificar cientos de variedades y líneas avanzadas en condiciones ambientales muy diversas.

El Centro forma los viveros y los distribuye entre los participantes en la red; los datos del comportamiento de muchos viveros son devueltos al CIMMYT para su análisis y publicación. La mayoría de los materiales que pasan por esta sistema de verificación provienen de los programas de mejoramiento del CIMMYT, pero también se incluyen líneas avanzadas y variedades de muchos programas nacionales colaboradores. Los colaboradores que cultivan y evalúan los viveros internacionales pueden utilizar el germoplasma como deseen. Así, la red proporciona no sólo retroalimentación valiosa acerca del comportamiento de los materiales en condiciones diversas, sino también un mecanismo para compartir materiales experimentales.

Cruzas de primavera x invierno

El programa de cruzas primavera x invierno ha resultado ser uno de los elementos más productivos en la generación de germoplasma de trigo mejorado. He aquí un examen rápido de los materiales en sí.

El germoplasma de trigo harinero tiene uno de tres hábitos de crecimiento básicos: primavera, invierno e intermedio (facultativo). Los trigos de primavera tienen un ciclo de crecimiento continuo que culmina en la cosecha 4 a 5 meses después. Estos trigos no suelen sobrevivir a un período extendido de temperaturas de congelamiento. En contraste, los trigos de invierno necesitan períodos de temperaturas bajas en medio de su ciclo de crecimiento (este requerimiento se denomina vernalización). El trigo de invierno se siembra en otoño y está listo para cosecharse el siguiente verano, alrededor de 10 a 11 meses después. Sin el período de vernalización, estos trigos permanecen en estado vegetativo; no se alargan los macollos, ni se producen flores, espigas ni semillas. Los tipos intermedios, como su nombre lo indica, tienen algunos de los atributos de los tipos de primavera e invierno, pues evolucionaron para adecuarse a ambientes bastante específicos.

Los complejos de trigos de hábito de primavera e invierno son con mucho los tipos que predominan. Cada uno tiene sus puntos fuertes y débiles en relación con el otro. Los trigos de primavera, por ejemplo, suelen presentar mayor potencial de rendimiento por unidad de tiempo, una adaptación más amplia, mejor resistencia a las royas de la hoja y el tallo, paja más fuerte y calidad industrial superior; por otro lado, los trigos de invierno poseen mejor resistencia a las enfermedades foliares (que no sean roya de la hoja), mayor tolerancia al frío y al calor (especialmente el calor a fines de la temporada de crecimiento) y al parecer mejor tolerancia a la sequía.

No es nueva la idea de efectuar cruzas entre estos dos complejos genéticos, pues hace muchos años que se practican de manera limitada con el fin de transferir genes específicos de un complejo a otro. En 1972, el CIMMYT (en colaboración con la Universidad Estatal de Oregon, EUA) comenzó a explorar estos vastos complejos germoplásmicos en forma mucho más extensa con el fin de mejorar ambos complejos. Las cruzas de primavera x invierno se llevaron a cabo en México; los colaboradores de la Universidad mejoraron la

progenie de hábito de invierno, en tanto que los mejoradores del CIMMYT desarrollaron los tipos de primavera. La Veery "S", un trigo de primavera, es fruto de este programa de cruzamiento.

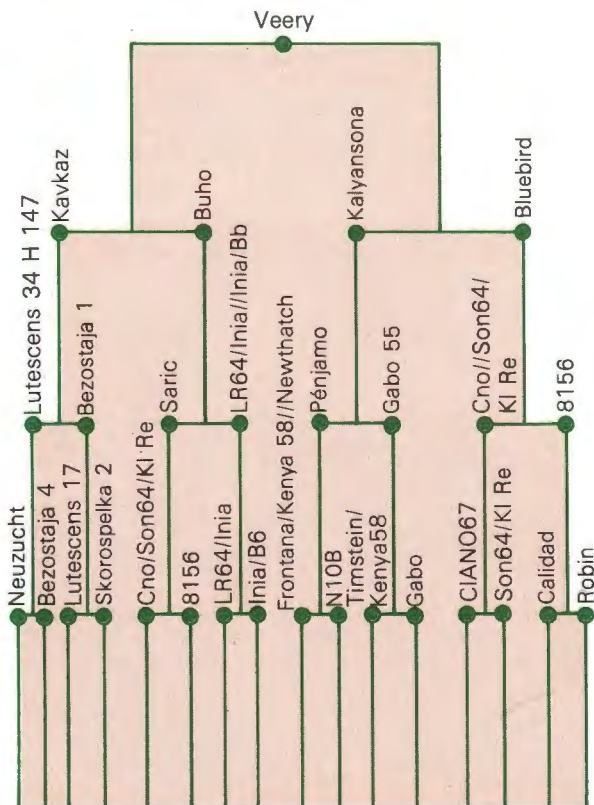
Breve resumen de los métodos de mejoramiento.

Cuando se cultivan en el mismo sitio y en forma simultánea, los trigos de primavera e invierno no inician la floración al mismo tiempo; por esta razón, normalmente no es factible cruzar los dos complejos germoplásmicos. Los mejoradores del CIMMYT emplean dos procedimientos para efectuar las cruzas. Primero, los trigos de invierno se siembran en noviembre en la estación de Toluca, donde las frías temperaturas de diciembre, enero y febrero proporcionan el período de vernalización que necesitan estos trigos para emitir espigas y reproducirse. Si se escalonan las fechas de siembra (comenzando en enero) de los trigos de primavera en Toluca, es posible sincronizar la inflorescencia de ambos tipos para mayo y así permitir a los mejoradores practicar las cruzas.



Bajo la dirección del Dr. S. Rajaram, el programa de mejoramiento de trigo hanñero comenzó una extensa labor con las cruza primavera x invierno en 1972.

Un segundo procedimiento se utiliza en el CIANO. Las plántulas se cultivan en macetas y se vernalizan durante 45 días en cámaras frigoríficas (3 a 4° C) bajo 12 horas de luz artificial diarias. Después de precondicionarlas a 8° C durante una semana, las plántulas son trasplantadas a un vivero al aire libre donde lámparas eléctricas les dan hasta 6 horas más de luz al día. Con este procedimiento, los trigos de invierno florecen al mismo tiempo que las líneas de primavera que se suelen cultivar en el CIANO, lo cual permite efectuar las cruzas. Con estos dos procedimientos, es posible realizar más de 1,000 cruza primavera x invierno cada año.



Genealogía de Veery 'S' (hasta los progenitores terciarios).

La creación de Veery "S"

La Veery "S" es la cruce más notable de las producidas en el programa de cruzamiento primavera x invierno. El procedimiento empleado para crear las líneas Veery claramente refleja la estrategia de mejoramiento del Programa de Trigo.

En la primavera de 1973, los mejoradores del CIMMYT cruzaron el trigo de primavera mexicano Buho "S" con Kavkaz, un trigo de invierno procedente de la URSS. Se hizo un cruzamiento triple entre las plantas F₁ con un trigo de primavera prometedora que combinaba la genealogía de Kalyansona (variedad india surgida de la 8156, una línea avanzada del CIMMYT) y Bluebird (una variedad mexicana). Cierta porción de la progenie F₁ parecía ser prometedora y fue avanzada para observación y selección adicionales.

Aunque entonces no se sabía, esta progenie portaba la traslocación 1B/1R (el brazo corto del cromosoma 1B de trigo harinero fue reemplazado por el brazo corto del cromosoma 1R de centeno), un cambio en la composición genética que conferiría diversas características de comportamiento mejorado. En 1977-78, a esta cruce se le llamó "Veery" y varias de sus líneas fueron añadidas al vivero de rendimiento de trigo harinero que se distribuía a nivel mundial para ser probado en múltiples localidades.

En 1981, ocho años después de la cruce inicial entre los complejos germoplásmicos, las tres primeras variedades surgidas de la Veery fueron lanzadas en México bajo los nombres Glennson 81, Genaro 81 y Ures 81; asimismo, Paquistán lanzó una línea hermana derivada de Veery con el nombre de Pak 81. Seri 82 fue lanzada en México en 1982. Desde entonces, varios países han lanzado variedades cultivadas Veery (cuadro 1, p. 14) y hay fuertes pruebas de que los agricultores las adoptan rápidamente. En los cinco años desde el lanzamiento de las primeras Veery, más de tres millones de hectáreas se han sembrado con estas variedades en el mundo. Para citar varios ejemplos, sólo en México casi 800,000 hectáreas (más de 80% del área triguera total de ese país) se siembran con variedades que evolucionaron del germoplasma Veery y en Paquistán, la Pak 81 ahora se cultiva en una extensión calculada en un millón de hectáreas. La mayoría de las variedades Veery han sido

lanzadas recientemente (1984-85) y el área que cubren incrementará en forma marcada conforme los agricultores logren conseguir la semilla con mayor facilidad.

Cuadro 1. Países en los que se han lanzado líneas hermanas derivadas de Veery (aparecen en el orden en que fueron lanzadas) o en los que se multiplica semilla en preparación al lanzamiento.

Varietades lanzadas (nombres)	Países donde se lanzó (o multiplicó)	Año del lanzamiento
Glennson 81	México	1981
Genaro 81	México	1981
Ures 81	México	1981
Pak 81	Paquistán	1981
Seri 82	México	1982
La Molina 82	Perú	1982
Rusape	Zimbabwe	1982
Millaleu Inia	Chile	1983
Loerie	Zambia	1983
Gamtoos	Sud-Africa	1983
Dashen	Etiopía	1984
Cordillera 3	Paraguay	1984
Lima 1	Portugal	1984
Arganda	España	1984
Cartaya	España	1984
L.E. Cardenal	Uruguay	1984
Numidie	Argelia	1985
Nobo Inia	Chile	1985
HUW 206	India	1985
R253	Kenia	1985
Viri	Tanzania	1985
Seric	Zambia	1985
Pirsabak 85	Paquistán	1985
Gicinya	Ruanda	1986*
(en multiplicación)		
Sin nombre hasta ahora (en multiplicación)	Bolivia	1986*
Sin nombre hasta ahora (en multiplicación)	Birmania	1986*
Sin nombre hasta ahora (en multiplicación)	Turquía	1986*

* Año de lanzamiento probable

La razón del rápido lanzamiento y adopción de las variedades Veery son las dos características de comportamiento general mencionadas al principio de este documento: su mayor estabilidad de rendimiento junto con su mayor potencial de rendimiento. A continuación se expone un breve tratado sobre el potencial de rendimiento, al que sigue una exposición algo más prolongada de la estabilidad del mismo.

El rápido lanzamiento de variedades Veery en los países en desarrollo se ve acompañado de una acelerada adopción por parte de los agricultores.

Potencial de rendimiento. La Veery "S" ha roto la aparente "barrera de rendimiento" que algunas personas habían propuesto para los trigos harineros de alto rendimiento. Los resultados de ocho años de pruebas de rendimiento en varios sitios de México y en cientos de lugares a nivel internacional han demostrado que las variedades y líneas avanzadas Veery tienen un potencial de rendimiento genético medio que es 10% mayor que el de otras VAR ampliamente adaptadas. En el cuadro 2 (p. 16) se comparan los rendimientos de cuatro variedades Veery con los de las Var Pavón 76, Anza y Siete Cerros en los ISWYNs 15 a 20.

La verificación a nivel internacional de las líneas Veery "S" comenzó en 1978 y desde entonces, la entrada de mejor comportamiento medio en todas las localidades en las que se ha sembrado el ISWYN ha sido una línea Veery. Resultados preliminares de 1984-85 indican un comportamiento igualmente sobresaliente. Por ejemplo, en el ISWYN 19 (1982-83), la superioridad en rendimientos de Seri 82 sobre Pavón 76 y Anza, y sobre los mejores testigos locales es impresionante. Los resultados del ISWYN 19 en 55 sitios de prueba manifestaron que Anza rindió más que la variedad Veery en sólo seis localidades, en tanto que Pavón 76 produjo mayores rendimientos en sólo 13 sitios. Seri 82 incluso rindió más que los mejores testigos locales en 76% de las

localidades. Este comportamiento claramente refleja un alto nivel de estabilidad de rendimiento en todos los ambientes.

Cuadro 2. Rendimientos medios de Glennson 81, Genaro 81, Ures 81 y Seri 82, expresados como porcentajes de Pavón 76, Anza y Siete Cerros, logrados en los Viveros Internacionales de Rendimiento de Trigo Harinero de Primavera (ISWYN) números 15 al 20.

Variedad y No. de ISWYN	Pavón 76	Como % de	
		Anza	Siete Cerros
Glennson 81			
ISWYN 15	***	***	***
ISWYN 16	***	***	***
ISWYN 17	102	107	125
ISWYN 18	100	106	110
ISWYN 19	103	109	125
ISWYN 20	104	113	122
Genaro 81			
ISWYN 15	***	***	***
ISWYN 16	***	***	***
ISWYN 17	105	110	128
ISWYN 18	102	109	113
ISWYN 19	102	108	124
ISWYN 20	103	112	121
Ures 81			
ISWYN 15	***	***	***
ISWYN 16	106	115	118
ISWYN 17	100	105	123
ISWYN 18	103	110	114
ISWYN 19	106	111	128
ISWYN 20	105	114	123
Seri 82			
ISWYN 15	108	111	119
ISWYN 16	***	***	***
ISWYN 17	***	***	***
ISWYN 18	108	115	119
ISWYN 19	109	115	132
ISWYN 20	107	117	126

*** No se incluyó en el vivero de ese año

Estabilidad de rendimiento. Como se señaló anteriormente, las personas que se sienten alarmadas ante la difusión de las tecnologías agrícolas modernas en los países en desarrollo se preocupan en parte por lo que consideran una falta de estabilidad de rendimiento en las VAR. Es claro que estabilidad de rendimiento tiene significados diferentes para diferentes personas, pero en el análisis final, el término debe connotar menos variación en el rendimiento a lo largo del tiempo en las diversas circunstancias de producción de los agricultores. En 1980, los mejoradores del CIMMYT, que durante largo tiempo se han preocupado por el asunto de la estabilidad, proporcionaron los datos provenientes de los primeros 15 años de ISWYNs a investigadores independientes para que éstos efectuaran un análisis estadístico profundo de la estabilidad de rendimiento. A continuación se expone un resumen breve de sus hallazgos.

La estabilidad de rendimiento tiene un significado diferente para diferentes personas, pero en el análisis final, el término debe connotar un grado menor de variación en el rendimiento a lo largo del tiempo en todas las circunstancias de producción que encara el agricultor.

Tal y como se muestra en la figura 1 (p. 18), existen cuatro respuestas básicas que una variedad puede presentar conforme mejoran las condiciones de producción. Los rendimientos medios de localidades cada vez mejores aparecen en el eje de las X, y los rendimientos de las variedades aparecen en el eje de las Y. El rendimiento de una variedad hipotética en cada localidad se marca y luego se traza una línea de regresión siguiendo los puntos que representan el comportamiento de cada genotipo en los distintos ambientes. La pendiente de esta línea mide la respuesta de la variedad a mejores condiciones de cultivo. La línea de regresión que representa la respuesta media de todas las entradas cultivadas en cada ambiente tendría una pendiente de 1.00 (una línea de 45°). Por tanto, si la pendiente de la línea

de regresión correspondiente a la variedad es mayor que 1.00 (como en el caso de las variedades 1 y 2 en la figura 1), la respuesta a los insumos es mayor que la media. Cuanto mayor es la pendiente, mayor es la respuesta de la variedad. El CIMMYT busca variedades del tipo 1; las variedades del tipo 2 son rechazadas porque rinden menos que la media en ambientes de producción deficientes y las variedades de los tipos 3 y 4 no responden bien cuando las condiciones mejoran.

El punto que hay que subrayar aquí es que la línea de regresión de las variedades del tipo 1 está totalmente por arriba de la línea de 45°, es decir, el comportamiento de las variedades del tipo 1 es por lo menos tan bueno como la media en condiciones de bajos niveles de insumos y, además, su respuesta es superior a la media al mejorar las condiciones de producción. No es, pues, de sorprender que las variedades Veery sean de este tipo.

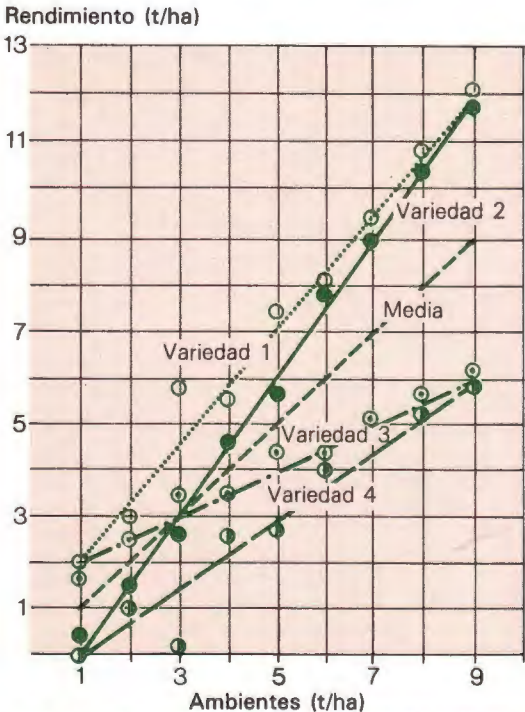


Figura 1. Respuesta de cuatro variedades hipotéticas a niveles de productividad más elevados.

Un ejemplo de la vida real para ilustrar el punto: un análisis del ISWYN 15 muestra que el rendimiento de Veery "S" es consistentemente superior al rendimiento medio de todas las entradas en casi todos los ambientes (figura 2). El hecho de que la línea de regresión de Veery en la figura 2 está por arriba de la línea del rendimiento medio indica que Veery se comporta mejor que la media tanto en ambientes adversos como en los favorables. En otras palabras, las líneas Veery usan los insumos de manera efectiva en ambientes que adolecen de ellos y son capaces de responder positivamente cuando las condiciones de producción mejoran. Estas conclusiones están respaldadas por los resultados de los ISWYN 16 a 20. Nótese, por ejemplo, en el cuadro 3 (p. 20), el comportamiento excepcional de Seri 82 en 12 regiones con condiciones ambientales diversas.

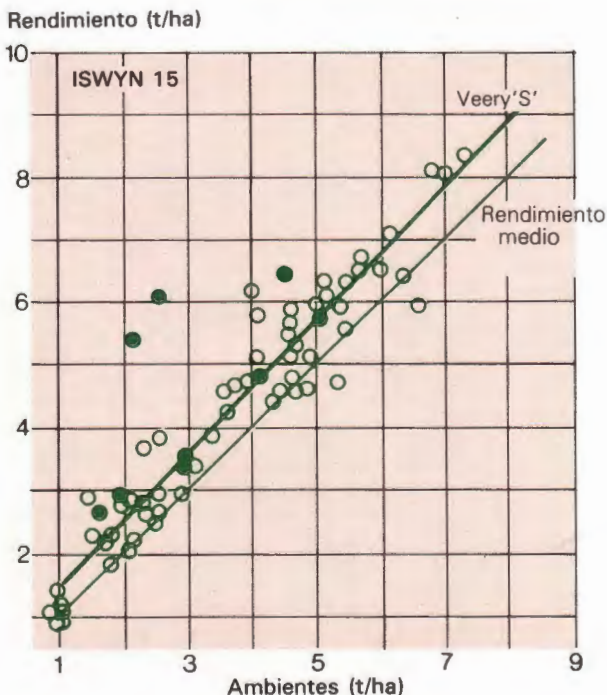


Figura 2. Rendimiento de Veery 'S' en los 73 ambientes del ISWYN 15 (Pfeiffer, 1984).

La impresionante estabilidad de los materiales Veery es consecuencia de su mayor resistencia a las enfermedades, de su tolerancia a ciertas condiciones ambientales adversas y de su tipo de planta mejorado.

Resistencia a las enfermedades. Los trigos de invierno progenitores de las líneas Veery les confirieron resistencia mejorada a dos de las enfermedades que atacan al trigo, roya amarilla y

Cuadro 3. Rendimiento de Seri 82 en 12 regiones de ambientes diferentes (rendimiento absoluto y como porcentaje de Pavón 76, Anza y Siete Cerros), ISWYN 19, 1982-83.

	Rendimiento absoluto	Como % de		
		Pavón 76	Anza	Siete Cerros
Promedio global	4487	109	115	132
Región 1	8638	125	102	165
Región 2	5737	109	120	126
Región 3	2663	114	141	215
Región 4	5209	103	108	110
Región 5	5274	114	118	140
Región 6	4762	115	110	115
Región 7	3558	101	116	133
Región 8	1892	108	220	225
Región 9	6151	115	132	130
Región 10	4425	107	115	118
Región 11	4144	98	101	137
Región 12	1465	103	92	104

- Región 1: Mediterráneo, Africa del Norte y Península Ibérica
 2: Noreste de Africa y Medio Oriente
 3: Tierras altas en el este de Africa
 4: Cono Sur de Africa
 5: Subcontinente indio
 6: Región europea
 7: Cono Sur de América del Sur
 8: Region andina de América del Sur
 9: Tierras altas de Centroamérica (incluyendo México)
 10: Norte de México y sur de EUA
 11: Norte de EUA y Canadá
 12: Zona tropical

mildiú polvoriento, así como también a las enfermedades provocadas por *Septoria* y a la roya de la hoja. La mayor resistencia de Veery 'S' es evidente en la figura 2 (p. 19). El ISWYN 15 se sembró en varios ambientes en tierras tropicales altas que, a pesar de una elevada incidencia de enfermedades, eran relativamente fértiles, es decir, fueron clasificados ambientes de 2 a 3 t/ha, no por fertilidad deficiente ni por escasez de agua, sino más bien porque una fuerte presión de enfermedades redujo los rendimientos de la mayoría de los materiales, con el resultado de que el rendimiento medio en esos lugares fue bajo. Las Veery tendieron a mostrar un buen comportamiento en dichos ambientes (expresado por los puntos sólidos en la figura 2) como consecuencia de su mejor resistencia.

Algunas de las líneas Veery al parecer poseen resistencia "dilatatoria" (parcial) a la roya de la hoja en México, es decir, que aunque presentan una respuesta de sensibilidad al patógeno, la infección se retrasa hasta más adelante en el ciclo de cultivo (figura 3). El nivel final de infección en el momento de la cosecha puede ser tan alto como en las otras

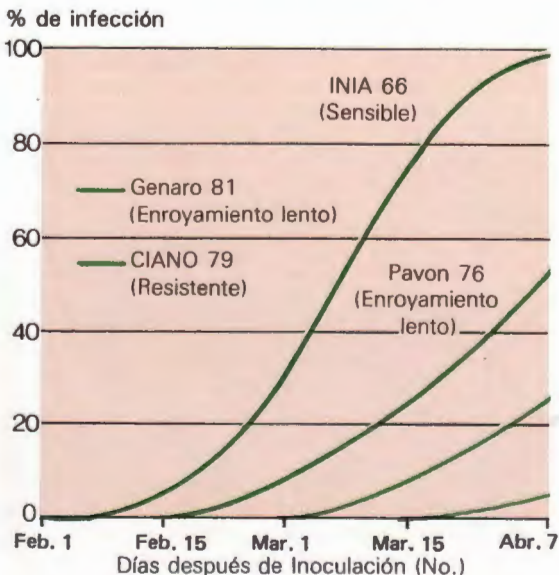


Figure 3. Resistencia dilatatoria a la roya de la hoja (Cd. Obregón, 1984-85).

variedades, pero debido a que el desarrollo de la enfermedad se retrasó, las disminuciones del rendimiento son limitadas.

Tolerancia al estrés. Las Veery parecen tener una tolerancia superior a la sequía, pues tienden a comportarse bien en sitios donde la escasez de agua es un factor limitante (como por ejemplo, las regiones 1 y 2 en el cuadro 3, p. 20). Esta mejor tolerancia a la sequía probablemente fue heredada del trigo de invierno progenitor.

Asimismo, las líneas Veery poseen mejor tolerancia al frío al comienzo del ciclo de cultivo y al calor excesivo en las últimas etapas del crecimiento (terminan bien), características que también les fueron legadas por el progenitor de invierno. Por otra parte, las Veery son más eficientes en su habilidad de extraer fósforo, lo cual les permite comportarse mejor en suelos ácidos que la mayoría de las VAR.

Tipo de planta mejorado. Las Veery tienen un tipo de planta compacto que les concede ciertas ventajas: el índice de cosecha es elevado, con muchas espigas erectas por metro cuadrado; gracias a su estructura, la densidad de siembra puede aumentarse y las plantas se conservan verdes durante un período más prolongado, es decir, tienen hojas verdes en una etapa más cercana a la madurez fisiológica, lo cual indica su vigorosa salud.



Conclusiones

Es evidente que la Veery "S" es un logro excepcional del mejoramiento del trigo. Esta cruza y su desarrollo subsecuente han elevado a los trigos harineros de alto rendimiento a un nuevo nivel de rendimiento y además han combinado un potencial de rendimiento mayor con estabilidad de rendimiento (en una amplia gama de ambientes) que supera el comportamiento estable de las anteriores VAR.

En un número sorprendente de casos, las líneas Veery son seleccionadas y utilizadas por los programas de mejoramiento de trigo en los países en desarrollo. Sus características superiores y su adaptación a una gran diversidad de ambientes han ocasionado el rápido lanzamiento de las variedades Veery; asimismo, los agricultores las adoptan a un ritmo cada vez más acelerado.

La Veery "S" es el resultado de muchos años de investigación innovadora diseñada para combinar los mejores rasgos de los complejos genéticos de hábito de primavera y de invierno. El éxito obtenido en esta labor se debe al espíritu de cooperación que caracteriza a la investigación internacional en el mejoramiento de trigo. Los científicos del CIMMYT han desempeñado una función primordial, pero la colaboración de los programas nacionales de trigo en el Tercer Mundo ha sido indispensable para lograr los avances actuales.

Es evidente que los beneficiarios de esta investigación son los productores y consumidores de trigo en los países en desarrollo. Las características excepcionales de las variedades Veery han mejorado su comportamiento en las diversas condiciones en las que viven millones de agricultores en el Tercer Mundo. La Veery "S", con su alto potencial de rendimiento y su impresionante estabilidad, es en verdad un trigo harinero para muchos ambientes.

El tipo de planta compacto de los materiales Veery confiere la ventaja de un elevado índice de cosecha y la posibilidad de aumentar la densidad de siembra.

Autor: Personal principal de trigo

Traducción: Alma McNab

Diseño y formación: Miguel Mellado E., Rafael de la Colina F., José Manuel Fouilloux B., Bertha Regalado M.

Tipografía: Silvia Bistrain R., Maricela A. de Ramos.

El CIMMYT es una organización internacional sin fines de lucro que está dedicada a la investigación científica y al adiestramiento. El CIMMYT, con sede central en México, está comprometido en un programa de investigación a nivel mundial para maíz, trigo y triticale con énfasis en producción alimentaria en países en desarrollo. Este es uno de los 13 centros internacionales sin propósitos de lucro que están involucrados en la investigación agrícola y adiestramiento, patrocinada por el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (GCAI). El GCAI está apoyado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO), el Banco Internacional para la Reconstrucción y el Desarrollo (Banco Mundial), y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). El GCAI cuenta con 45 países donadores, organizaciones internacionales y regionales y fundaciones privadas.

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) recibe apoyo de varias fuentes incluyendo las instituciones de ayuda internacional de Australia, Austria, Brasil, Canadá, China, la Comisión Económica Europea, Dinamarca, España, EUA, Filipinas, Francia, India, Irlanda, Italia, Japón, México, Noruega, los Países Bajos, Reino Unido, República Federal de Alemania, Suiza y el Banco Interamericano de Desarrollo, el Banco Internacional para la Reconstrucción y Desarrollo, el Centro Internacional para el Desarrollo de la Investigación, la Fundación Ford, la Fundación OPEP para el Desarrollo de la Investigación, la Fundación Rockefeller y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. La responsabilidad de esta publicación es solamente del CIMMYT.

Cita Correcta: CIMMYT Personal de Trigo. 1986. *Veery''S'': Trigos harineros para muchos ambientes*. CIMMYT, México, D.F., México.



*Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo,
International Maize and Wheat Improvement Center
Libros 27, Apdo. Postal 6-641, 06600 México, D.F., México*