

VI.—METODOS DE MEJORAMIENTO Y RESULTADOS  
OBTENIDOS EN EL MEJORAMIENTO DE CULTIVOS  
GENERALMENTE AUTO-POLINIZADOS Y DE  
PROPAGACION ASEXUAL

METODOS EMPLEADOS Y RESULTADOS  
OBTENIDOS EN EL MEJORAMIENTO DEL  
TRIGO EN MEXICO

NORMAN E. BORLAUG <sup>29</sup>

Se inició en 1944 un programa cooperativo entre la Secretaría de Agricultura y Ganadería de México y la Fundación Rockefeller con el propósito de aumentar la producción nacional de trigo. México produce de la mitad a las tres quintas partes del trigo que consume. Las importaciones de trigo representan, en forma bien amplia, la mayor inversión extranjera por concepto de productos alimenticios.

El problema que se pensaba abordar era de tal magnitud que requería un ataque integral. Se hicieron estudios con el propósito de determinar los factores principalmente responsables de los bajos rendimientos, y los métodos por los cuales los rendimientos se podían aumentar en las extensiones dedicadas al cultivo del trigo. Estos estudios mostraron que los rendimientos se podían aumentar grandemente a través de los efectos combinados de los siguientes factores:

- 1.—Mejoramiento de las prácticas del manejo del suelo, inclusive el establecimiento de buenas rotaciones con leguminosas;
- 2.—el uso más generalizado de abonos verdes y abonos químicos;

(29) Fitopatólogo, Fundación Rockefeller, México.

3.—mejor preparación de las sementeras y el mejoramiento de los métodos de siembra con el propósito de asegurar buenas densidades de población; y

4.—la formación y distribución de variedades mejoradas.

La extensión cultivada con trigo puede manifestarse por medio de:

1) El aumento de la superficie dedicada a este cultivo durante la temporada de invierno con el uso de riegos; y 2) la siembra de grandes extensiones con trigo durante la temporada de lluvias en muchos de los valles elevados.

Los estudios preliminares mostraron que uno de los primeros pasos que deberían tomarse para incrementar la producción nacional, era el de formar y distribuir variedades mejoradas. Sin el desarrollo y distribución de variedades resistentes a las enfermedades, resultaba arriesgado recomendar la inversión para abonos químicos cuando existía la posibilidad de que en ciertos años la cosecha se perdiera o sufriera fuertes daños debido a una epidemia del chahuixtle del tallo. Además si el cultivo del trigo se iba a extender a nuevas zonas de riego, o si es que se iban a dedicar grandes extensiones al cultivo del trigo de temporal, era necesario primero desarrollar variedades mejoradas que hicieran posible este trabajo. Por lo consiguiente se inició un programa extenso de mejoramiento.

La siguiente descripción breve servirá para explicar las condiciones bajo las cuales se cultiva el trigo, y para señalar los problemas que necesitan resolverse.

Se cultiva el trigo bajo condiciones muy amplias de suelo y clima, desde el nivel del mar en las llanuras costaneras del Pacífico, hasta más de 2700 metros en algunos de los valles elevados de la Mesa Central. Se le cultiva desde los límites de California (32° N.) y del Río Bravo (29° N.) al norte, hasta algunos valles elevados del estado de Chiapas (16° N.) en el sur. Los suelos tienen una gran variación, desde los suelos fértiles profundos y desérticos de los nuevos sistemas de riego en la costa del Pacífico, hasta los empobrecidos del Bajío y la Mesa Central. Los suelos de estas dos últimas zonas son deficientes, por lo general, tanto en nitrógeno y fósforo disponible, como materia orgánica. Los suelos de estas zonas han sido cultivados continuamente desde la época colonial con maíz en el verano y trigo en el invierno sin que se haya incluido una leguminosa en la

188. Borlaug, N.E. 1950. Métodos empleados y resultados obtenidos en el mejoramiento del trigo en México. VI. Métodos de mejoramiento y resultados obtenidos en el mejoramiento de cultivos generalmente auto-polinizados y de propagación asexual. Folleto Misceláneo No. 3. Mexico: Oficina de Estudios Especiales. (B5550-R).

rotación en la mayoría de los casos. Todas las operaciones desde la preparación de las tierras hasta la cosecha están mecanizadas en regiones como la Laguna y las Llanuras Costeras del Pacífico, mientras que en otras regiones se siguen métodos primitivos de cultivo.

Casi todo el trigo se cultiva con riego durante los meses de invierno, obteniéndose un rendimiento promedio estimativo de 750 kilos por hectárea. Algunas regiones tales como los valles del Yaqui y del Mayo, producen rendimientos promedios de dos toneladas por hectárea cuando no se presentan epidemias. Los rendimientos promedios del Bajío y de la Mesa Central son probablemente entre los 500 y 600 kilos por hectárea.

Todas las variedades criollas son de hábito de primavera, pero se les siembra durante el otoño en los meses de octubre, noviembre y diciembre, y se les cosecha en abril, mayo y junio. Las variedades criollas que se siembran, con excepción de Mentana que fué introducida de Italia, son de origen desconocido y consisten por lo regular de mezclas de muchos tipos. Con frecuencia se llegan a encontrar de 10 a 15 diferentes tipos morfológicos de trigo en el mismo campo, y a veces estas mezclas son de cuatro diferentes especies, específicamente trigo para pan (*Triticum vulgare*), compacto (*T. compactum*), durum (*T. durum*) y polaco (*T. turgidum*). Las variedades criollas de trigo para pan son todas muy susceptibles al chahuixtle del tallo (*Puccinia graminis tritici*) que es la enfermedad más destructiva del trigo en México, y al chahuixtle de la hoja (*Puccinia rubigo-vera-tritici*). Algunas de las variedades criollas son resistentes, bajo condiciones de campo, a la roya lineal amarilla (*Puccinia glumarum*). Periódicamente las condiciones son favorables para el desarrollo de epidemias del chahuixtle del tallo, tal como ocurrió en el Bajío en el invierno de 1947-1948 cuando 30% de la cosecha se perdió, y también en el norte de Coahuila donde prácticamente toda la cosecha se perdió en el invierno de 1948-1949.

EL ESTABLECIMIENTO DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DEL TRIGO.—Anteriormente a la iniciación del programa cooperativo, bastante información de gran valor había sido obtenida por el Ing. Edmundo Taboada, de la Oficina de Campos Experimentales, S. A. G. Durante varios años, este investigador había llevado a cabo ensayos de rendimiento los que incluían

cierto número de variedades criollas e introducidas, y estaban localizados en diferentes localidades de la República. Tanto estos datos, como semilla de estas variedades, fueron facilitados a la Oficina de Estudios Especiales en 1944 y sirvieron de base en el desarrollo del programa actual.

El autor visitó todas las regiones trigueras de importancia durante los periodos de 1944-1945 y 1945-1946 con el objeto de obtener información de primera mano sobre los problemas que existían en cada región. Estas visitas fueron hechas de tal forma que el cultivo se pudiera examinar en cada zona un poco después del espigamiento pero antes de la cosecha. La información así obtenida fué de gran valor en el desarrollo del programa de mejoramiento. En lo general, los siguientes puntos quedaron en evidencia: 1) las zonas en las que se presentarían problemas de acame y desgrane; 2) las zonas donde podrían ser de importancia los chahuixtles del tallo, de la hoja, y la roya lineal amarilla; 3) los tipos de trigo que se necesitaban según el período vegetativo; y 4) que se debería encausar el mejoramiento también hacia la producción de variedades que pudieran aprovechar más eficientemente el agua de riego.

LA ORGANIZACIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO.—La recolección de material se inició durante el verano de 1944. Al ponerse en práctica el programa de mejoramiento, *uno de los objetivos principales era el desarrollo y distribución de variedades mejoradas lo más rápido posible para después reemplazar estas variedades iniciales con otras aún mejores a la mayor brevedad posible*. Por lo consiguiente para tener un adelanto lo más rápido posible, se usaron los tres siguientes métodos:

- 1) Recolección de un gran número de variedades criollas y selección de un gran número de plantas individuales de los propios campos de los agricultores.
- 2) Introducción de un gran número de variedades y material de generaciones segregantes de otros países.
- 3) Establecimiento de un programa genético extenso en el cual las mejores variedades locales serían cruzadas con las mejores variedades introducidas con el objeto de combinar las características deseables de ambos padres.

En un programa genético los métodos de evaluar el material son de suma importancia. Los primeros ensayos de rendi-

miento fueron hechos durante la temporada de cultivo de 1944-1945 en Chapingo, México, y Tehuacán, Puebla. Estos ensayos comprendían, en su mayoría, variedades criollas y unas cuantas variedades introducidas de las que se disponía suficiente semilla. Todo el material introducido de otros países fué cultivado en el campo central de Chapingo con el propósito de que se pudiera observar cuidadosamente y al mismo tiempo incrementar para las pruebas regionales subsecuentes. Durante la temporada de cultivo de 1945-1946, se hicieron siembras regionales y ensayos de rendimiento en nueve diferentes zonas ampliamente separadas en México. Los datos obtenidos de estas pruebas indicaron que se podrían obtener informes adecuados de todo el país concentrando el trabajo de mejoramiento en cuatro diferentes campos regionales. Se ha seguido este procedimiento durante los últimos tres años, aunque a veces se han sembrado uno o dos ensayos uniformes de rendimiento en dos o tres localidades más con el objeto de obtener datos suplementarios. A continuación se enumeran las cuatro localidades de los campos regionales añadiendo una breve descripción de las zonas que representan:

1.—La Estación Central; Chapingo, México.

*Localización:* 19°31' N. Latitud.

*Altitud:* 2240 metros.

*Suelos:* Son representativos de los tipos de suelos de fertilidad baja a fertilidad mediana que existen en los valles altos de la Mesa Central y los valles bajos del norte de México.

*Heladas:* Pueden presentarse desde el 28 de septiembre hasta mediados de marzo. Son difíciles de predecir.

Características que necesita tener la variedad: (siembra de invierno).

1) *Período vegetativo:* Variedades con período vegetativo mediano o tardío son las más deseables debido al riesgo de heladas durante la época de espigamiento (marzo).

2) *Clase de resistencia que necesitan:*

A.—Buena resistencia al chahuixtle del tallo (*P. graminis-tritici*).

B.—Buena resistencia a la roya lineal amarilla (*P. glumarum*).

C.—Es de menor importancia la resistencia al chahuixtle de la hoja.

3) *Acame:* Este no es un problema en los suelos empobrecidos de la región, por lo que prefieren variedades con tallos largos o medianos.

4) *Desgrane:* No hay problema de desgrane en esta zona. Gran parte de la cosecha se hace a mano y la trilla se efectúa con animales.

5) *Adaptación al nivel de fertilidad del suelo:* Se necesitan variedades adaptadas al bajo nivel de fertilidad.

II.—La Estación del Bajío.—Irapuato, Guanajuato.

*Localización:* 20°41' N. Latitud.

*Altitud:* 1800 metros.

*Suelos:* El suelo de esta estación es representativo de los suelos muy infértiles de una gran zona. Los suelos son muy deficientes en nitrógeno y en muchos casos dan una respuesta favorable a la aplicación de fosfato. Son pesados, con drenaje deficiente y difíciles de trabajar.

*Heladas:* Pueden presentarse de noviembre 15 a marzo primero.

Características que se necesitan en la variedad (para siembra de invierno).

1) *Período vegetativo:* Se necesitan: una variedad precoz y otra tardía.

2) *Resistencia a las enfermedades:*

A.—Debe tener buena resistencia al chahuixtle del tallo (*P. graminis-tritici*).

B.—Debe tener buena resistencia al chahuixtle de la hoja.

C.—Resistencia a la roya lineal amarilla es de poca importancia.

D.—Debe tener resistencia a la pudrición de la raíz.

3) *Acame:* Este no es problema debido a la infertilidad de los suelos; variedades con tallos largos o medianamente largos son preferibles.

4) *Desgrane:* Se necesita una resistencia mediana al desgrane. La mayor parte de la cosecha de esta zona es hecha con hoz.

5) *Adaptación al nivel de fertilidad de los suelos*: Se necesitan variedades adaptadas a niveles muy bajos de nitrógeno para esta zona.

III.—Estación de las Llanuras Costeras del Pacífico.—Ciudad Obregón, Sonora.

*Localización*: 27° 29' N. Latitud.

*Altitud*: 40 metros.

*Suelos*: Los suelos de esta estación son representativos de los suelos profundos y fértiles de la llanura costera del oeste. Potencialmente esta región es la más productiva de trigo en toda la república.

*Heladas*: De vez en cuando se presentan heladas durante el período del 20 de noviembre al 10 de febrero. Normalmente se presentan heladas únicamente durante diciembre y enero.

Características que se necesitan en las variedades:

1) *Período vegetativo*: Variedades con tres diferentes períodos vegetativos se necesitan para lograr la distribución más eficiente del agua de riego; una muy precoz, otra medianamente precoz, y una muy tardía.

2) *Resistencia a las enfermedades*:

A.—Deben tener un alto grado de resistencia al chahuixtle del tallo.

B.—Deben tener buena resistencia al chahuixtle de la hoja.

C.—La roya lineal amarilla no se presenta en esta zona.

3) *Acame*: Para esta zona se necesitan variedades con tallos cortos y resistentes al acame.

4) *Desgrane*: Las condiciones en esta zona son muy favorables para el desgrane por lo que se necesitan muy buenas glumas y raquis. Toda la cosecha se levanta con combinadas.

5) *Adaptación al nivel de fertilidad de los suelos*: La mayor parte de los suelos de esta zona son muy fértiles y ricos en nitrógeno.

6) *Calidad*: Se deben desarrollar variedades de alta calidad para esta zona puesto que aquí existe la potencialidad para producir trigo de alta calidad.

IV.—La Laguna.—Torreón, Coahuila.

*Localización*: 25° 32' N. Latitud.

*Altitud*: 1000 metros.

*Suelos*: Los suelos de esta estación son representativos de una extensa zona de los suelos pesados de fertilidad mediana.

*Heladas*: Pueden presentarse del 15 de noviembre al primero de abril.

Características que se necesitan en las variedades:

1) *Período vegetativo*: Se necesitan: una variedad precoz y una tardía.

2) *Resistencia a las enfermedades*: Las condiciones atmosféricas extremadamente secas de esta zona rara vez permiten el desarrollo de epidemias de chahuixtle. Las variedades deben de tener algo de resistencia al chahuixtle del tallo.

3) *Acame*: Se necesitan variedades con tallos de longitud media. Agricultores que utilizan una rotación adecuada con leguminosas necesitan variedades con tallos cortos que resistan el acame.

4) *Desgrane*: Se necesitan variedades altamente resistentes al desgrane. Toda cosecha se efectúa con combinadas.

5) *Calidad*: Se deben desarrollar variedades de buena calidad puesto que las condiciones climáticas de esta zona le dan la potencialidad de producir trigo de alta calidad.

También se siembran dos viveros de verano; uno en Chapingo, México, y el otro en Irapuato, Guanajuato. Estos viveros de verano facilitan muy bien el descarte de líneas susceptibles a los chahuixtles del tallo y de la hoja. Epidemias severas de chahuixtle del tallo se desarrollan cada año en estas estaciones durante los meses de verano, mientras que solamente se presentan cada tres o cuatro años durante la temporada de invierno. El vivero de Irapuato también es de valor especial para probar la resistencia contra la pudrición de la raíz.

MEJORAMIENTO A TRAVÉS DE SELECCIÓN Y LOS RESULTADOS OBTENIDOS.—Durante el período de 1945 a 1947, inclusive, se hicieron aproximadamente 8000 selecciones de espigas individuales de los campos de cultivo. Se inspeccionaron campos de todas las zonas trigueras de importancia en el país durante el período en que el trigo estaba madurando. Se seleccionaron para estudio 10 a 15 espigas (cada una de una planta distinta) de

cada tipo morfológicamente distinto que se encontraba en el campo. Las mejores plantas de cada tipo fueron escogidas, y en el caso de que hubiera epidemia del chahuixtle del tallo, se escogieron plantas de cada tipo que demostraban la menor cantidad de chahuixtle. Posteriormente se sembró la semilla de estas plantas en tres diferentes regiones y las mejores selecciones fueron incluídas después en los ensayos de rendimiento.

A pesar de que se hicieron más de 6000 selecciones de los tipos de trigo harineros (*T. vulgare*), ninguna demostró ser suficientemente prometedora para ameritar incremento y distribución. Todas menos dos de las 6000 selecciones, eran altamente susceptibles al chahuixtle del tallo. Estas dos también eran muy productivas pero resultaron susceptibles al acame y a la roya lineal amarilla, motivo por el cual no fueron distribuídas. A pesar de esto, varias variedades de este grupo han resultado de suficiente valor en el programa genético. Algunas de las líneas más prometedoras han sido formadas por cruzamientos entre las selecciones criollas y las variedades introducidas.

De las 2000 selecciones individuales de trigo durum (*T. durum*) y polacos (*T. turgidum*) que se estudiaron, se aisló cierto número tanto de alto rendimiento como de buenas características agronómicas y buena resistencia a las enfermedades. Pero estas no han sido distribuídas debido a que no existe región en México dedicada exclusivamente a la producción de trigo durum, y porque la necesidad más apremiante es la producción de tipos harineros de trigo.

Se espera conservar semilla viable de todas las 8000 selecciones nativas con el propósito de que estén disponibles en el caso de que sea necesario volverlas a sembrar y estudiar para localizar otros genes que se necesiten. Por ejemplo, hay el proyecto de volver a cultivar este material durante el próximo año con la esperanza de localizar otros genes para resistencia contra el chahuixtle de la hoja y el desgrane. Muchos de estos tipos, anteriormente comunes en los campos de producción, están desapareciendo rápidamente debido al aumento en el uso de las variedades mejoradas.

MEJORAMIENTO A TRAVÉS DE INTRODUCCIONES DE OTROS PAÍSES.—Dos clases diferentes de material fueron introducidas de países extranjeros, específicamente:

1) Variedades, e

2) Híbridos de generaciones avanzadas que habían sido mantenidos en masa sin selección desde la generación  $F_1$ , y algunas líneas que habían sido seleccionadas una vez de híbridos en masa y que por lo consiguiente todavía se encontraban muy variables cuando se recibieron.

VARIEDADES INTRODUCIDAS.—Seiscientos dieciocho introducciones (de las cuales un gran número estaba duplicado) fueron adquiridas y probadas de 1944 a 1948. Actualmente están en estudio otras 1600 introducciones. Estas introducciones han sido hechas directamente por la Oficina de Estudios Especiales o indirectamente con la ayuda de la Oficina Extranjera de Introducción Vegetal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica, de todas las regiones trigueras importantes del mundo. Las colecciones que se recibieron durante los primeros tres años han sido estudiadas más extensamente que las más recientes. La mayoría de las primeras introducciones fueron del Canadá, la Argentina, y de los Estados Unidos de Norteamérica y unas cuantas de la Colonia Kenya, Africa. En general, las variedades de estos países probaron tener poca adaptación en México con excepción de las introducidas de Kenya y de California, EE. UU. de N. A. Aunque muchas de las introducciones son resistentes al chahuixtle del tallo, también son de poco rendimiento, muy tardía y muchas se desgranaban extensamente. Las variedades de California que tienen buena adaptación y rinden bien en la ausencia de epidemias del chahuixtle del tallo, son destruídas completamente por esta enfermedad en algunos años. Los trigos de Kenya, de todas las introducciones, sobresalieron por sus buenas cualidades. Se hicieron nuevas selecciones de dos de estas variedades, y las nuevas selecciones han sido distribuídas en gran escala en el oeste y norte de México.

Varias introducciones hechas de Australia en 1947 resultaron muy adaptadas a las condiciones de México, pero estas variedades no fueron distribuídas debido a que cuando su valor había sido determinado según los ensayos de rendimiento, ya se había desarrollado mejor material a través de la fase genética del programa. Las mejores variedades Australianas bajo condiciones de México fueron Gabo, Kendee y Timstein.

**MATERIAL DE HÍBRIDOS EN MASA.**—Se recibieron en 1944 de E. S. Mc Fadden del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica, 50 diferentes cruzas que se habían mantenido en masa sin selección, y 44 líneas de 5 cruzas adicionales que habían sido seleccionadas una vez bajo condiciones de Texas. Este material resultó ser el más valioso de todas las introducciones que se recibieron. Esta semilla en masa fue sembrada en cuatro regiones distintas y más de 5000 selecciones individuales fueron hechas y estudiadas posteriormente. Dos variedades fueron seleccionadas de este material y actualmente se están cultivando extensamente en México. La variedad "Supremo" fue seleccionada de una craza entre Sorpresa x (Hope x Mediterraneo) y la variedad "Frontera" de la craza Frontera x (Hope x Mediterraneo).

Las cuatro variedades desarrolladas por la Oficina de Estudios Especiales por medio de selección del material introducido según descripción anterior, fueron incrementadas y distribuidas por el Comité para la Producción y Distribución de Semillas Mejoradas de la Secretaría de Agricultura y Ganadería. Este organismo fue organizado para multiplicar todas las variedades de los diferentes cultivos mejoradas por la Oficina de Estudios Especiales, con excepción del maíz, el que es distribuido por la Comisión Nacional del Maíz, una agencia autónoma. La semilla de estas variedades fue entregada al Comité en 1948 y actualmente se calcula que durante la temporada de cultivo (1949-1950) se sembraron 70,000 hectáreas de estas variedades.

La variedad sobresaliente de este grupo es la "Supremo" que tiene un alto rendimiento, alta resistencia al chahuixtle del tallo, de la hoja y a la roya lineal amarilla, y se adapta a una gran extensión. No se recomienda para las zonas en que el desgrane presenta un serio problema. También está adaptado a la época de temporal en los valles elevados donde nunca se ha sembrado trigo como cultivo de verano. Existen grandes extensiones potencialmente favorables para el cultivo de trigo de verano. Durante el verano de 1950 se espera sembrar de 8,000 a 10,000 hectáreas de esta variedad.

**MEJORAMIENTO DE LAS VARIEDADES POR MEDIO DE CRUZAMIENTOS.**—Las primeras cruzas se hicieron en abril, 1945. Desde el principio del programa de cruzamientos éste se encarriló

sobre bases amplias con el propósito de que, si llegaban a presentar problemas impredecibles, el material segregante pudiera tener mayores probabilidades de incluir material que pudiera resolver estos problemas sin pérdida de tiempo. Además se hacía indispensable que se obtuvieran cruzamientos de muchos tipos diferentes durante la fase inicial del programa debido a la gran diversidad de las condiciones climáticas y edáficas dentro de la gran área geográfica que se espera atender. Desde el principio del programa más de 2500 cruzamientos han sido efectuados. Estos incluyen cruzamientos simples, triples y dobles, así como retrocruzas de primera, segunda y tercera generación. En general, la "filosofía" de la fase genética del programa ha sido como sigue:

- 1) Hacer un gran número de cruzamientos.
- 2) Sembrar las poblaciones segregantes  $F_2$  y  $F_3$  en los cuatro diferentes viveros regionales; desechar todas las cruzas que mostraban poca adaptación, gran susceptibilidad a las enfermedades, o características agronómicas indeseables en estas generaciones iniciales.
- 3) Combinar varios diferentes genes para resistencia a las enfermedades, al acame, al desgrane, y para precocidad. Se ha tratado de lograr esto combinando, en cruzas dobles, líneas de generaciones iniciales ( $F_4$  y  $F_5$ ) especialmente prometedoras que puedan mejorarse mutuamente.
- 4) Probar las líneas para habilidad de rendimiento en las generaciones iniciales ( $F_5$  y  $F_6$ ).
- 5) Acelerar el programa y ahorrar tiempo. Esto se ha logrado sembrando dos generaciones del material segregante cada año bajo condiciones de campo. Por este medio es posible tener líneas, de los cruzamientos más prometedores, en ensayos de rendimiento tres años después de haberse efectuado la craza, y en parcelas preliminares de multiplicación al final del cuarto año después de efectuarse la craza.

Las variedades que se han utilizado con mayor frecuencia en el programa de cruzamientos, pueden agruparse como sigue:

**Grupo A.**—Criollas (variedades bien adaptadas, con buen rendimiento, muy susceptibles a los chahuixtles del tallo y de la hoja).

- |                   |   |
|-------------------|---|
| 1. Aguilera       | 5. Marroquí   |
| 2. Querétaro      | 6. Mentana  |
| 3. Pelón Colorado | 7. Gran número de selecciones criollas sin nombre específico. |
| 4. Candeal        |   |

*Grupo B.*—Introducciones, Variedades Mejoradas, y Selecciones Resistentes al Chahuixtle del Tallo.

- |              |                             |
|--------------|-----------------------------|
| 1. Newthatch | 7. Timstein                 |
| 2. Kenya     | 8. Gabo                     |
| 3. Supremo   | 9. Kendee                   |
| 4. Renown    | 10. Frontana                |
| 5. Regent    | 11. Hope-Timstein           |
| 6. Mida      | 12. Criollo Selección 421-8 |

*Grupo C.*—Variedades Precoces.

- |              |           |
|--------------|-----------|
| 1. Ramona 44 | 3. Sunset |
| 2. Baart 46  |           |

*Grupo D.*—Variedades con Glumas Fuertes.

- |                    |                   |
|--------------------|-------------------|
| 1. Perú            | 4. Candeal        |
| 2. María Escobar   | 5. Pelón Colorado |
| 3. General Urquiza | 6. Aguilera       |

*Grupo E.*—Variedades con Raquis y Tallos Fuertes.

- |           |              |
|-----------|--------------|
| 1. Renown | 3. Candeal   |
| 2. Kenya  | 4. Marroquí. |

Los primeros cruzamientos fueron hechos principalmente entre los Grupos A y B. Posteriormente se introdujeron variedades de otros grupos al programa por medio de cruzamientos con las mejores líneas de generaciones avanzadas ( $F_6$  y  $F_8$ ) seleccionadas de las cruzas simples. En muchos casos el gene específico de las variedades de los grupos C, D, y E ha sido incorporado a las mejores líneas o variedades por medio del método de cruzas regresivas.

Cuatro variedades, desarrolladas de las cruzas simples hechas en abril de 1945, han sido sembradas en 1949 por primera

vez en escala comercial. Se han sembrado aproximadamente 40 hectáreas de cada una de estas variedades. Estas variedades y sus padres son los siguientes:

Yaqui "48"—(Newthatch x Marroquí).

Nazas "48"—(Newthatch x Marroquí).

Chapingo "48"—(Newthatch x Marroquí).

Kentana "48"—(Kenya x Mentana).

Las tres variedades seleccionadas de la cruz Newthatch x Marroquí están adaptadas a diferentes zonas y difieren bastante en características agronómicas y período vegetativo. El sufijo "48" indica, en todos los casos, el año en que la variedad fue puesta por primera vez en parcelas de multiplicación. Actualmente se están estudiando con mayor cuidado líneas más puras seleccionadas de la variedad en el momento que se puso en parcelas de multiplicación (1948). Las mejores líneas servirán para formar variedades aún mejores que reemplacen las que ya se distribuyeron, y estas nuevas variedades llevarán los mismos nombres únicamente que el sufijo "48" será cambiado por el del año en que las nuevas variedades entren en parcelas de incrementación. Las cuatro variedades arriba mencionadas son de mayor rendimiento y adaptación en las zonas para las que se les recomienda, que las primeras variedades que se distribuyeron.

Se puede obtener una multiplicación muy rápida durante el primer año puesto que se logran dos aumentos, uno con riego durante la temporada de invierno, y el otro de temporal durante los meses de verano.

Actualmente el material más prometedor del programa genético se encuentra en las siguientes cruzas dobles y triples:

1. Yaqui "48" x [(Perú x Supremo) x Perú].
2. [(Marroquí x Kenya) x Marroquí] x Perú.
3. [(Marroquí x Supremo) x Marroquí] x Perú.
4. [(Renown x Pelón Colorado) x (Renown x Supremo)]

Muchas de las líneas de estos cruzamientos combinan alta resistencia a los tres chahuixtles, buen raquis, glumas fuertes, y resistencia al acame.

**MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS QUE SE USAN EN EL DESVOLVIMIENTO DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO.**—Cada invierno se siembran cuatro grandes viveros regionales en Chapingo, México, Irapuato, Gto., Ciudad Obregón, Son., y Torreón, Coah. Por lo regular se comparan 500 variedades y líneas en dos tipos de ensayos de rendimiento en cada localidad. Además, se siembran de 15,000 a 25,000 líneas segregantes en cada localidad. También se siembran dos viveros de verano en Chapingo, Méx. e Irapuato, Gto., lugares donde se consiguen severas pruebas de los chahuixtles del tallo y de la hoja. Las altas temperaturas de Ciudad Obregón y Torreón hacen imposible las siembras de verano en estas localidades. Por lo consiguiente las líneas que se cosechan en el vivero de la costa del Pacífico son incluídas en las siembras de Chapingo, y las de Torreón en el vivero de verano de Irapuato.

Desde 1949 se ha sembrado en el invernadero de Chapingo la tercera generación de las líneas más prometedoras de las cruas dobles y retrocruas, en adición a las dos generaciones que se siembran bajo condiciones de campo cada año.

Cada vez que nuevas variedades son multiplicadas, las primeras dos siembras son hechas por la Oficina de Estudios Especiales, después de lo cual, la semilla es entregada al Comité para Multiplicación y Distribución de Semillas Mejoradas, S. A. G., para mayor multiplicación. Por lo regular se entregan de una a tres toneladas de semilla de cada variedad a este organismo. La multiplicación de estas nuevas variedades se facilita grandemente debido a la posibilidad de efectuar dos siembras cada año, una de verano y otra de invierno.

La secuencia de los pasos que se siguen en el desarrollo de una nueva variedad por la Oficina de Estudios Especiales, es la siguiente:

- 1) Todos los cruzamientos se hacen en la Estación Central de Chapingo, Méx.
- 2) La  $F_1$  de todas las cruas también se cultiva en esta estación.
- 3) La semilla  $F_2$  es dividida en seis partes: una para siembra de invierno en cada uno de los viveros regionales, y dos para siembra de verano en los viveros de Chapingo e Irapuato.

Se sigue el Método de Pedigri en todos los casos desde la generación  $F_2$ , hasta la línea es incluída en los ensayos de rendimiento.

4) La semilla de las generaciones  $F_2$ ,  $F_3$ ,  $F_4$ ,  $F_5$  y  $F_6$ , es sembrada individualmente a una distancia aproximada de 3 pulgadas entre semillas y en surcos separados por 10 pulgadas de distancia. La siembra individual facilita la localización de las mejores plantas. Se siembran seis variedades testigos cada 100 surcos de las poblaciones segregantes.

5) Todas las cruas que muestran pocas posibilidades son desechadas en las generaciones  $F_2$  y  $F_3$ .

6) Gran número de selecciones de plantas individuales son hechas de todas las cruas prometedoras en las generaciones  $F_3$ ,  $F_4$  y  $F_5$ .

7) Las líneas de las cruas que continúan mostrando posibilidades son incluídas lo más pronto posible en ensayos de rendimiento preliminares (tres surcos por línea, dos repeticiones). Esto se hace cuando las líneas muestran bastante uniformidad, por lo regular en las generaciones  $F_5$  o  $F_6$ .

8) Los ensayos de rendimiento avanzados incluyen las líneas y variedades más rendidoras de los ensayos preliminares anteriores. Estos ensayos de rendimiento consisten de 25 variedades por experimento distribuídas en diseño lattice simple 5 x 5. Las parcelas de tres hileras o surcos están en cuatro repeticiones y en cada experimento se incluyen tres variedades testigo. Las variedades se agrupan en cada ensayo de rendimiento según su período vegetativo y altura. La siguiente temporada, se vuelven a probar en ensayos de rendimiento las mejores variedades, de cada uno de los ensayos anteriores, calificadas según su habilidad para rendir, su resistencia a las enfermedades, y sus características agronómicas. Si la línea muestra algo de uniformidad, se seleccionan de 100 a 200 espigas y se siembran en hilera por espiga con el propósito de purificar dicha línea.

9) Las mejores diez líneas de los ensayos de rendimiento avanzados, son evaluadas para su calidad de molienda y panificación.



10) Varias de las líneas más sobresalientes con respecto a su habilidad para rendir, resistencia a las enfermedades más importantes, buenas características agronómicas, y buena calidad, son puestas en parcelas de incremento aunque se vuelven a probar en los ensayos regionales avanzados por varias ocasiones antes de llegar a una decisión final sobre su desecho o multiplicación y distribución.

11) Una vez que se ha tomado la decisión de multiplicar una variedad, se hacen dos siembras de la misma, una durante el invierno con riego, y la otra durante la temporada de lluvias en el verano.

El desarrollo de variedades mejoradas, por sí mismo, no resolverá todos los problemas de la producción triguera de México. También se están introduciendo mejores métodos de almacenaje, de limpia y tratamiento de la semilla. Se necesitan demostraciones que comprueben la importancia de mejores técnicas de cultivo. Se necesitan desarrollar nuevas prácticas por las cuales se pueda utilizar el trigo como cultivo asociado o cultivo nodriza de leguminosas. Datos preliminares indican que el Trébol Hubam puede sembrarse asociado con el trigo. Por medio de estas siembras asociadas se puede obtener una cosecha remunerativa de trigo y posteriormente un buen desarrollo de Trébol Hubam ya sea para forraje o para enterrarse como abono verde. Si se puede llegar a establecer una rotación simple con trigo-Trébol Hubam-maiz, en la que el trigo sirva de planta nodriza del trébol, se logrará un aumento en la extensión de siembra de trigo y en el rendimiento de este cereal.

Las nuevas variedades que se han desarrollado, deben servir para incrementar la extensión de terreno en que se cultive el trigo económicamente. Se están haciendo siembras preliminares de nuevas variedades resistentes a las enfermedades con el propósito de determinar la posibilidad de extender el cultivo del trigo a la llanura costera de Sinaloa y Nayarit y al Valle del Río Bravo durante la temporada de invierno. Ya es evidente que grandes extensiones de tierras de temporal pueden dedicarse al cultivo de trigo de las nuevas variedades resistentes a las enfermedades tales como el "Supremo", obteniendo un control de las malas yerbas con el uso del herbicida 2-4 D.

El progreso de un programa de este tipo depende del éxito de la preparación y desarrollo de los agrónomos jóvenes que ejecuten los detalles del programa. Los jóvenes nuevos al programa son entrenados durante el primer año en la estación de Chapingo donde pueden ser supervisados con cuidado. Una vez que han adquirido bastante experiencia, estos técnicos son comisionados al trabajo de los viveros regionales donde tienen mayor oportunidad de conocer los problemas específicos de la región. Se pone empeño en enseñar a estos investigadores la mayor cantidad posible de la fases de producción y mejoramiento del trigo. De cualquier manera, el trabajo está organizado de tal forma que ellos deben controlar directamente la mayor parte de los distintos procedimientos del programa de mejoramiento.

## ALGUNOS RESULTADOS DE INVESTIGACIONES CON PAPAS NATIVAS PERUANAS

CÉSAR VARGAS C. <sup>30</sup>

INTRODUCCIÓN.—Los resultados que luego se refieren corresponden a observaciones realizadas en cultivos de papas en series sucesivas de clones colectados entre los años 1937-1948, en diversas localidades del Sur-Perú, las que se encuentran situadas en los Departamentos de Apurímac, Cuzco y Puno. Muchas de tales lejanas y donde antes no había llegado especialista alguno. Inicióse tal colección con 93 números. Empero a la fecha las tarjetas de registro pasan de 1200 números; de los cuales persisten vivos y en curso de observación, más de 600 clones, pues muchos han desaparecido por diferentes causas. El material investigado consta de papas cultivadas; de silvestres sólo se cultiva una especie.

MÉTODOS.—Cada año el material disponible fué sembrado con su respectiva ficha de control, luego observado en los diferentes períodos, brotamiento, desarrollo vegetativo y reproductivo, y después en la cosecha; anotándose los caracteres botánicos y agronómicos respectivamente.

(30) Profesor de Botánica. Universidad Nacional del Cuzco, Cuzco, Perú.