ANTECEDENTES DEL MEJORAMIENTO GENETICO DEL TRIGO EN MEXICO

Arturo Hernández Sierra *

INTRODUCCION

El trigo es un cultivo anual que crece en una amplia gama de latitudes desde el Ecuador hasta los 67°N en Noruega y los 45°S en Argentina, y desde el nivel del mar hasta altitudes de 3660 (Quisenberry y Reitz 1967). La superficie mundial que se dedica a su cultivo supera la de cualquier otro cereal, y aunque es potencialmente menos rendidor que el maíz, también encabeza la producción mundial total de los cereales (Aykroyd y Doughty 1970).

El grueso de la producción mundial de trigo está formado por variedades de la especie Triticum aestivum, que son de grano harinoso y adecuados para la panificación, debido a que su elevado contenido de gluten le da una elasticidad que permite obtener panes grandes, porosos y de poco peso. El triticum durum le sigue en importancia y representa aproximadamente el 5 por ciento de la producción total (Aykroyd y Dought 1970). El grano del triticum durum es vitreo y sólo se emplea para fabricar macarrones, spaghetti y otras pastas.

El trigo harinoso constituye la principal fuente de carbohidratos, proteínas, vitaminas y minerales. Este cereal se consume principalmente en forma de pan, y su paja constituye una importante fuente de materia prima en la fabricación de cartón y como un mejorador del suelo (materia orgánica).

Todos los trigos, silvestres o cultivados, se incluyen en el género Triticum, del cual se conocen varias especies (Aykroyd y Doughty 1970). Las especies se subdividen en tres grupos: diploides, tetraploides y hexaploides, según el número de cromosomas que contienen en sus células reproductoras (7, 14 y 21 respectivamente).

Por su hábito de desarrollo el trigo se puede diferenciar en tipos de invierno y de primavera. Las variedades mejoradas que se siembran comercialmente, en México, son de hábito de primavera. Dichas variedades han sido mejoradas

* Investigador del Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx., hasta septiembre de 1982. Actualmente Subdirector del CIAMEC - INIA.

para alto rendimiento, uniformidad en todos aspectos y para resistencia a enfermedades.

Al igual que otros cultivos de importancia económica, el cultivo de trigo en México hasta hace aproximadamente 40 años no contaba con un programa de mejoramiento debido principalmente a que existían pocos fitomejoradores calificados en el país. Es de hacer notar que el Ing. Edmundo Taboada fue el primer fitomejorador que en 1930 se preocupó por el mejoramiento genético de trigo, lo hizo dedicando parte de su tiempo, ya que tenía encomendadas otras responsabilidades dentro de la dirección agrícola y además se preocupó también por mejorar el maíz, frijol y otros cultivos.

Fue hasta 1943 en que el gobierno de México, solicitó un convenio de colaboración tecnico-agrícola al gobierno de Estados Unidos cuando al mejoramiento de trigo se le dió mayor importancia.

El objetivo de esta reseña histórica, es dar a conocer en forma resumida como se ha desarrollado el mejormaiento genético de trigo en México y hacer algunas sugerencias que ayuden a mejorar este cultivo.

ANTECEDENTES DEL MEJORAMIENTO GENETICO

El trigo fue introducido a México por los españoles poco después de la Conquista, y se encontró que se adaptaba bien a los suelos y climas del país; sin embargo, la producción que se obtenía en los campos de cultivo era muy baja debido a un sinnúmero de factores que le afectaban. Uno de los más importantes fue la falta de buenas variedades, ya que las indebidamente llamadas variedades que en ese tiempo se usaban, eran en realidad mezclas de diferentes tipos que diferían en rendimiento, precocidad y calidad industrial; además eran, en general, susceptibles a los chahuixtles o royas. El rendimiento por hectárea que se obtenía con dichas variedades fluctuaba entre 600 y 800 kg/ha, ocurriendo casos en que la cosecha se perdía por el ataque de las enfermedades.

A finales de la segunda década del presente siglo, el país solamente conta-

ba con 12 "agrónomos regionales", encargados de dar orientación técnica a los agricultores de todo el país; parte de las actividades de este personal técnico consistía en llevar a cabo siembras demostrativas de diferentes cultivos en pequeñas parcelas, cuyas semillas generalemente llegaban del extranjero. Estos trabajos, que la Secretaría de Agricultura y Fomento (SAF) encomendaba a dichos agrónomos quedaban la mayoría de las veces inconclusos, por falta de programas, planes y recursos.

La situación propiciaba poca actividad en parte de los agronómos y aquellos que tenían inquietud por hacer algo, lo realizaban con recursos propios, buscando agricultores con quienes sembrar.

David Ibarra fue el primer agrónomo regional que en el año de 1930 se interesó por el cultivo de trigo. Empezó a trabajar en el Bajío con trigos proporcionados principalmente por Estados Unidos, Canadá, Italia, Argentina, España y Suecia. La mayoría de las variedades eran de hábito invernal y sólo contadas eran de hábito de primavera; las primeras solamente quedaban como pastos, debido a que necesitaban mucho frío en la primera etapa de crecimiento (de nacencia al amacollamiento), en tanto que, algunas variedades de hábito de primavera llegaban a adaptarse bien y a producir satisfactoriamente, a menos que fueran atacadas por las royas.

Algunas de las variedades probadas se comportaban muy bien en ciertas regiones, pero muy mal en otras. La variedad Marquis, resultó ser resistente al chahuixtle y de muy buena calidad, por lo que inmediatamente se recomendó y difundió, sobre todo en la Región del Bajío.

Las variedades que se sembraban en el Bajío antes del Marquis, eran los trigos Candeales y el Barrigón; este último se caracterizó por ser resistente a varias razas fisiológicas de chahuixtle, pero era de mala calidad panadera. También se sembraban algunas variedades de la especie Durum. Los Candeales que en aquella época se sembraban, eran de hábito invernal y de hábito de primavera; los de hábi

to invernal se sembraban en la Laguna y en la Sierra de Arteaga, Coah., y los de hábito de primavera en la Región del Bajío eran de color blanco, y los españoles daban ese nombre por ser de buena calidad panadera.

La variedad Marquis tuvo una aceptación amplia en todas las regiones trigueras, aun cuando no con los mismos resultados que en el Bajío. Era resistente a las enfermedades, con grano de color rojo y gluten fuerte, aspecto que era deseable desde el punto de vista de la panificación. El tiempo que duró sembrándose esta variedad fue de 6 a 8 años; después fue atacada por una raza fisiológica de chahuixtle que casi acabó con ella. La variedad Marquis tenía la desventaja de ser alta, lo que propiciaba encamado, y además era tardía.

Todos estos intentos de mejorar el cultivo del trigo, hicieron que los funcionarios de la SAF (ahora SARH) confiaran en la existencia de variedades extranjeras que podrían ser buenas en México. Esta idea prevaleció sólo hasta 1930 en que el Ing. Edmundo Taboada, quien trabajando en el Departamento de Agronomía de dicha secretaría, pensara lo contrario; esto es, que no había variedades en el extranjero propias para las condiciones ecológicas de México.

Con esta idea en mente, el Ing. Edmundo Taboada, reconocido como un auténtico valor en el campo de la agronomía nacional, se dedicó exhaustivamente al estudio de la genética general y aplicada, disciplina que perfeccionó con estudios sistemáticos sobre la materia en la Universidad de Cornell, Nueva York, en los Estados Unidos, país al que fue becado por el gobierno Mexicano, considerando que estos estudios y sus experiencias contribuirían al desarrollo de la investigación agrícola que se iniciaba en México.

A su regreso de los Estados Unidos, sus opiniones fueron tomadas muy en cuenta en la toma de decisiones, a alto nivel, sobre el cause y orientación de la agricultura nacional, especialmente lo que se refiere a los aspectos de investigación. Con base en ello se promovió la creación propiamente dicha de la investigación en México en 1934, estableciéndose los primeros campos experimentales en terrenos de particulares.

Así pues, con una decisión a toda prueba, modestos recursos económicos y con los principios de la genética como herramienta, se comenzó el programa de formación de nuevas variedades propias para las condiciones ecológicas de México.

En estos campos se probaron 30 variedades de trigo, la mayoría traídas del extranjero. Estos trabajos, por el hecho de que se hacían en terrenos de particulares, duraban el tiempo que el agricultor quería, no se tenía un encargado directo que los atendiera y el presupuesto que se les dedicaba era insignificante; esto hacía que los técnicos que querían trabajar en ellos pusieran una parte de su sueldo para llevar los a cabo por un período de tres años. Durante ese tiempo se pudo determinar el comportamiento de las 30 variedades, habiendo entre ellas unas muy sobresalientes en ciertas características (ninguna fue ideal del todo), por lo que se utilizaron como progenitores para realizar un programa de mejoramiento genético. Las variedades sobresalientes fueron:

Marquis. De origen canadiense, de porte alto, ciclo vegetativo largo, algunas veces susceptible a la roya, pero de buena calidad.

Hope. De origen estadounidense, porte alto, ciclo vegetativo largo, muy resistente a las royas y productiva, pero de mala calidad.

Mentana. De origen italiano, grano de color blanco, suave, de calidad mediana, no muy resistente a las royas, pero muy productiva.

White Federation y Federation. Ambas australianas, con grano de color blanco, semiduro, muy precoces, de calidad mediana, pero también muy susceptibles a las royas.

Marroquí 588. Originaria de Africa francesa, muy precoz, grano de color blanco, semiduro, de calidad mediana, algo resistente a las royas del tallo y la hoja.

Por propia conveniencia el Ing. Taboada dejó de prestar sus servicios a la SAF para pasar a los Distritos de Riego de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, en donde fundó otros campos experimentales, contando allá con mayores facilidades para trabajar. En esta dependencia inició en Mexicali, B. C., por el año de 1934, los primeros cruzamientos entre las variedades con más méritos de la colección de 30 que habían sido evaluadas en varias zonas del país durante tres años. Las primeras cruzas fueron:

Marroquí	588	x	Hope
Marquis		x	Hope
Marquis		x	Federation

Las progenies de estos tres cruzamientos fueron sembrados en Mexicali.

Al cosechar las progenies en Mexicali, se sembraron como poblaciones F_2 (junto con un lote de 300 variedades criollas recolectadas en las zonas trigueras del país) en el Campo Experimental de Tlalnepantla, Edo. de México. Aquí sólo se seleccionaron las plantas de mejor rendimiento, de buena resistencia a enfermedades, precoces; el porte de la planta no era todavía un problema, ya que no se hacía uso de fertilizantes; sin embargo, se pudo observar que las plantas de menor altura eran las más rendidoras y de mejor resistencia a enfermedades.

El resultado de estos cruzamientos trajo como consecuencia la obtención de la variedad Chapala ó más comúnmente conocida como cruza # 5. Esta variedad era de alto rendimiento, tolerante a las royas y de buena calidad.

Es importante señalar que aún cuando la calidad industrial no se consideraba un carácter importante en los inicios del mejoramiento, el Ing. Taboada supo planear bien los pocos cruzamientos que hizó para lograr concentrar en un sólo genotipo, rendimiento, tolerancia a enfermedades y buena calidad industrial.

En 1941 cuando iniciaba su período presidencial el general Manuel Avila Camacho, se creó el Departamento de Experimentación Agrícola, dependiente de la Dirección General de Agricultura, del cual quedó como consejero técnico el Ing. Edmundo Taboada. Las actividades más importantes de este departamento eran la formación de variedades de maíz y trigo. Esta situación lo obligó a preparar gente que auxiliara en dichas actividades, por lo que fue como profesor a la Escuela Nacional de Agricultura (ENA) (1937) a impartir los cursos de Genética, Experimentación Agrícola, Biometría, etc., aprovechando así a sus alumnos para que fueran sus colaboradores directos.

La investigación en el cultivo de trigo en México se realizó en forma más continua y eficiente a partir de 1940, año en que la Secretaría de Agricultura y Fomento decidió atacar el problema de la insuficiencia en la producción de este grano y porque los costos de importación estaban creciendo en forma alarmante.

En 1943, el Ing. Marte R. Gómez en su calidad de Secretario de Agricultura y Ganadería del Gobierno de México, solicitó al Presidente de la República, general Manuel Avila Camacho, que pidiera colaboración técnica agrícola al Gobierno de los Estados Unidos de Norteamérica. La solicitud fue turnada por el gobierno de aquel país a la Fundación Rockefeller, la cual a la sazón se encontraba ya en México haciendo investigación en medicina humana. El resultado de la gestión gubernamental fue la llegada del Dr. Jorge G. Harrar, como encargado de la programación del proyecto en sus aspectos socio-económicos y del Dr. Edwin J. Wellhausen como genetista en maíz. Posteriormente, en 1945, llegó a México el Dr. Norman E. Borlaug como fitopatólogo especializado en el cultivo del trigo y otros especialistas en suelos, fitopatología, herbicidas, etc., para realizar trabajos en coordinación con técnicos mexicanos. Este proyecto cooperativo entre la Fundación Rockefeller y el Gobierno de México se constituyó en la Oficina de Estudios Especiales (OEE).

La situación anterior prevaleció hasta finales de 1946, en que por decreto presidencial expedido en enero de 1947, por el Lic. Miguel Alemán

Valdéz, se creó el Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA). El IIA y la OEE trabajaron cada cual por su lado.

Con la creación del IIA y la OEE, los programas para el mejoramiento de trigo en México tomaron una mayor importancia.

Como resultado de los programas de mejoramiento existentes, para 1950 ya había en poder de los agricultores variedades mejoradas de trigo, las que en la mayoría de los casos, no eran sino introducciones de variedades procedentes de otros países como fueron: Gabo y Supremo 211. Estas variedades después de probarlas y seleccionarlas en forma cuidadosa, se usaron con éxito en las zonas trigueras más importantes del país. Los resultados de esta investigación preliminar trajeron como consecuencia un incremento promedio de 200 kg/ha, debido en gran parte a la mayor productividad de dichas variedades mejoradas. Sin embargo, el incremento logrado fue insuficiente para satisfacer el consumo nacional; por esta razón, en 1950 todavía se importó medio millón de toneladas de trigo para complementar las necesidades del país.

A partir de 1951 comenzaron a usarse en la producción comercial las variedades formadas en los programas de mejoramiento; así los agricultores sembraron las variedades Chapala, Kentana y otras.

El incremento de la producción triguera empezó a ser realmente importante a partir de 1955, época en la que se lograron mejores variedades de trigo, más productivas y resistentes a enfermedades, como fueron: Lerma Rojo, Nainari 60, Huamantla Rojo, Constitución y otras variedades buenas rendidoras. Tal producción se incremntó más y más a medida que estas variedades se difundiron entre los agricultores.

Para comparar los logros alcanzados en la producción triguera nacional, basta decir que durante el ciclo agrícola 1955-56, en 850,000 hectáreas se produjeron 850,000 toneladas; en el ciclo de 1960-61 y en igual superficie, la producción alcanzó la cifra de 1'370,000 toneladas, lo que representa un aumento del 60% con relación a 1955.

En conclusión, puede decirse que lo progresos logrados en el mejoramiento

del trigo en la década de 1950-60, fueron muy importantes, particularmente porque las variedades mejoradas que se perfeccionaron en este tiempo resultaron más eficientes. Con el uso de las variedades mejoradas, fertilizantes y riego, se logró que la producción de trigo pudiera satisfacer la demanda nacional de este grano y que se empezara a acumular pequeños excedentes para prevenir déficits futuros.

En 1960 por decreto presidencial del Lic. Adolfo López Mateos, se llevó a cabo la fusión del IIA y la OEE para formar el actual Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), institución que tiene como objetivo principal obtener variedades más productivas y nuevas tecnologías de producción que superen a las existentes.

El incremento en el rendimiento de grano ha sido la principal preocupación en el mejoramiento genético. Sin embargo, con las variedades de porte alto se veía difícil seguir incrementando el rendimiento debido a que se acamaban cuando se les aplicaban altas dosis de nitrógeno (80 kg/ha). La incorporación de genes de enanismo al programa de mejoramiento genético de trigo, trajo como consecuencia la obtención de variedades semienanas que resultaron ser más productivas y más resistentes al acame aun cuando se les aplicara altas dosis de nitrógeno (Borlaug 1969).

El efecto en la producción fue notable cuando se empezaron a utilizar las variedades de trigo semienanas como Pitic-62, Pénjamo-T62, Nadadores-63, Lerma Rojo-S64, Sonora F64 y otras que tenían gran capacidad de rendimiento, al mismo tiempo que resistencia a las enfermedades. Así, para 1965 la cosecha obtenida en las 850,000 hectáreas referidas, rebasó la cifra de 2'280,000 toneladas; es decir, que se produjo un incremento prácticamente del 100% en relación con la cosecha obtenida en 1961.

La formación de nuevas variedades de porte bajo fue la solución para seguir incrementando el rendimiento. En 1963-64, se obtuvieron las primeras variedades de paja corta y fuerte, las que aparte de ser altamente productivas, no se acamaban. Su altura oscilaba entre 90 a 100 cm; es decir, eran enanas en comparación con las variedades de altura normal

que alcazaban 130 cm ó más. Estas variedades reunían además todos los requisitos de calidad de gluten que prefiere la industria a la panificación. Así, surgen las variedades de trigo Sonora F63, Mayo F64 y Sonora F64, especiales para la panificación. También se lograron variedades enanas altamente rendidoras, con gluten suave y extensible, propias para la industria galletera. El prototipo de estas variedades es el Lerma Rojo-S64. Estas variedades enanas, al producir mayores rendimientos por unidad de superficie, elevaron el promedio nacional de rendimiento a 2,300 kg/ha en 1966.

Se ha seguido trabajando y teniendo buenos resultados en la formación de variedades enanas. Cada tres o cuatro años las variedades de trigo se sustituyen por otras más productivas, más resistentes a las enfermedades y con mejor calidad. Este sistema de trabajo ha permitido al país reducir sus áreas de siembra y al mismo tiempo aumentar el volumen de las cosechas. Así, con las variedades más recientes triple enanas, entre las que destacan Yécora-F70, Potam-S70, Cajeme F71, Roque-F73 y otras no menos importantes, se logró obtener durante el ciclo agrícola 1973-74, un promedio nacional de 3,700 kg/ha.

El rendimiento de trigo, según las estadísticas permaneció casi estático de 1925 a 1945. Así el rendimiento anual más bajo y el más alto durante el quinquenio de 1925 a 1929 fue de 646 y de 729 kg/ha, respectivamente. Estas cifras ascendieron juntas, aunque a una tasa de aumento muy lento debido quizá a las nuevas tierras fértiles que se incorporaron poco a poco a la producción, principalmente, y a los intentos de mejoramiento por parte de los agrónomos con que contaba el país.

En el cuadro 1 se muestra que fue hasta la década de los cincuenta, cuando el rendimiento comenzó a ascender significativamente como resultado de la investigación agrícola, según se advierte por los datos de rendimiento quinquenales.

CUADRO 1. Rendimiento de trigo, por quinquenio.

Quinquenio	Rendimiento más bajo	Rendimiento más alto
	kg/ha	kg/ha
1925-29	646	729
1930-34	703	869
1935-39	708	864
1940-44	710	815
1945-49	740	941
1950-54	863	1098
1955-59	1063	1592
1960-64	1471	2056
1965-69	2400	2815
1970-74	3150	3750
1982		4712*

Fuente: Dirección General de Economía Agrícola, SAG. 1974.

*Fuente: NOTISARH No. 8 Agosto 1982.

ENFOQUES ACTUALES DEL MEJORAMIENTO GENETICO.

También se debe mencionar que al mejoramiento de trigo en México se le está dando un nuevo enfoque. Hasta hace poco sólo se trabajaba para la obtención de variedades propias para riego; pero, como el incremento contínuo del rendimiento por hectárea ha sido contrarrestado por la reducción del área de siembra en los distritos de riego y por el incremento contínuo del consumo, resulta que la producción de trigo es ya insuficiente para abastecer la demanda interna. Esto hizo que se mepezara a trabajar para obtener variedades de trigo propias para temporal, a fin de aprovechar algunas regiones que con frecuencia tienen serios problemas con las heladas y las escasas lluvias que afectan los cultivos.

La Sierra Tarahumara de Chihuahua, algunas áreas de los Estados de Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Norte de Guanajuato, Valles Altos de Puebla y, Tlaxcala, región de Perote, Ver., y Lugares semejantes, podrán beneficiarse con la siembra de trigo de temporal, que es menos afectado por las heladas y tiene tolerancia a sequía.

La disponibilidad de variedades de trigo para riego y para temporal, hará posible obtener dos cosechas al año; la de riego, de diciembre a mayo, y la de temporal de junio a noviembre. Se espera que con estas siembras la producción de trigo aumente y se pueda satisfacer la creciente demanda, sin necesidad de hacer importaciones que gravan la economía del país.

CONCLUSION

Considerando que la investigación de trigo se inició en 1944 y que el rendimiento se incremento en 4,000 kg/ha, en un lapso de 38 años; se puede ver que el incremento promedio por año en este cultivo es de 105 kg/ha, dicho incremento es atribuído principalmente al mejoramiento genético y mejoramiento en las labores de cultivo. Considerando que en 1982 se sembraron 913,397 has, (NOTISARH No. 8), y que el incremento promedio para dicho año es de 105 kg/ha, se puede encontrar que la producción de trigo para ese año se incremento en 95,900 ton. Esta cifra desde el punto de vista económico equivale a $664,587,000 dado que el precio de garantía fue de $6,930 tonelada.

Como se ve el incremento promedio obtenido en un sólo año, posiblemente paga con creces lo que se ha gastado en los 38 años de investigación en este cultivo.

Hay que hacer notar que se hicieron muchos esfuerzos para lograr elevar la producción media por hectárea de 750 kg que se cosechaban en 1940 a 4,700 kg que se cosecharon en 1982. Sin embargo, se necesita de mayores recursos económicos para seguir obteniendo nuevos aumentos, ya que el problema de las royas que atacan al cultivo, al ser cada vez más agudo, hace que los programas de mejoramiento genético sean conducidos en una forma más defensiva que ofensiva.

REQUERIMIENTOS

Es necesario un programa de formación de fitomejoradores, complementado con laboratorios bien equipados para estudiar calidad y usos industriales de las diferentes clases de trigo, así como para estudiar aspectos más avanzados en qué apoyar la producción futura del trigo, ya que los existentes aún no cuentan con todo el equipo indispensable.

Se necesita un amplio programa de especialización y un programa de viajes de estudio a los diferentes países trigueros, a fin de consolidar conocimientos y aprender técnicas diferentes que puedan mejorar las nuestras; pero todo esto debe ser respaldado por un presupuesto adecuado para la satisfacción de los programas, en bien del futuro agrícola del país.

Esta ayuda se espera de los industriales que aprovechan el trigo, de la banca y compañías aseguradoras que obtienen beneficios al asegurar una cosecha que garantiza sus inversiones y por lo que se refiere al Gobierno Federal, la ayuda que se requiere debe ser de recursos económicos y de estímulo y reconocimiento al agrónomo, que con su esfuerzo y dedicación va haciendo posible los logros señalados.

LITERATURA CITADA

Aykroyd, W. R. y J. Doughty 1970. El trigo en la alimentación humana. FAO No. 23.

Borlaug, N. E. 1969. Mejoramiento del trigo: Su impacto en el abastecimiento mundial de alimentos. Sobretiro No. 2 CIMMYT.

Quisenberry, K. S. and L. P. Reitz. 1967. Wheat and wheat improvement American Society of Agron. No. 13. Madison, Wisconsin USA.

AGRADECIMIENTO

El autor agradece. la valiosa información que le bridaron los Ings. Edmundo Taboada y Rodolfo Moreno Gálvez notables fitomejoradores mexicanos, para la realización de este trabajo.