

MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL MAÍZ EN MÉXICO: EL INIA, SUS ANTECESORES Y UN VISTAZO A SU SUCESOR, EL INIFAP*

MAIZE BREEDING IN MEXICO: INIA, ITS PREDECESSORS AND A GLANCE TO THE SUCCESSOR, INIFAP

Hermilo H. Ángeles Arrieta

Dr., Profesor Colaborador del IREGEP del Colegio de Postgraduados, 56230 Montecillo, Edo. de Méx., México y Asesor del Programa de Maíz del Campo Experimental Valle de México, INIFAP, Apdo. Postal 307, 56101 Texcoco, Edo. de Méx., México.

RESUMEN

Hasta 1985, el mejoramiento genético del maíz realizado en México por programas oficiales, fue efectuado básicamente por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) y sus antecesores: la Oficina de Campos Experimentales (OCE), la Oficina de Estudios Especiales (OEE) y el Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA); de 1985 al presente, esta actividad ha sido realizada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Las instituciones pioneras citadas aportaron germoplasma nativo básico, metodología de mejoramiento, materiales mejorados, sistemas de trabajo a largo plazo y capacitación de personal. En el INIA se aprovecharon los avances anteriores para contribuir con más resultados por varias décadas y con el surgimiento del INIFAP, se continuaron los programas de mejoramiento genético del maíz a nivel nacional. De 1940 a 1996 se hicieron las siguientes aportaciones: 1) formación de aproximadamente 189 maíces mejorados, entre variedades, sintéticos e híbridos; 2) contribución al incremento en la productividad del maíz, de 257%, entre 1940 y 1994; 3) integración de un banco de germoplasma, con más de 10,500 colectas de maíz, y clasificación de razas; y 4) capacitación del personal científico y apoyo en su superación académica, procediendo aproximadamente de esos programas de maíz, 34 doctores y 43 maestros en

ciencias, además de un numeroso grupo de destacados investigadores, que se encuentran trabajando actualmente en los programas oficiales, en diferentes instituciones y empresas del país. Es necesario y obligatorio, por el bien del país, proporcionar presupuestos anuales crecientes a las instituciones de investigación y educación agrícola para mantener la continuidad de estas importantes actividades.

Palabras clave: Mejoramiento genético, maíz, INIA, México.

ABSTRACT

Until 1985, the official programs of genetic breeding of maize in Mexico were conducted primarily by the National Institute of Agricultural Research (INIA) and its predecessors: the Experimental Stations Office (OCE), the Special Studies Office and the Agriculture Research Institute (IIA) from 1985 to the present, this activity has been performed by the National Institute for Forestry, Agriculture and Livestock Research (INIFAP). The former institutions preserved basic native germplasm, evaluated breeding methodologies and materials, long-term workplans and personnel training. INIA used the previous advances to

* Fecha de recepción: 24 de enero del 2000
Fecha de aceptación: 14 de marzo del 2000

contribute for several decades, and later INIFAP continued the breeding programs at national level. Consequently, from 1940 to 1996, the following principal contributions were achieved: 1) Development of 189 improved varieties and hybrids; 2) increase of yield per ha by 257% from 1940 to 1994; 3) formation of a maize germplasm bank with more than 10,500 accessions and race classification; 4) Training of scientific and technical personnel, with approximately, 34 Ph D, 43 M.S. in addition to many outstanding researchers, actually working in official programs, in different institutions and in private companies of the country. It is necessary and compulsory, for the sake of the country, to provide annual increasing budgets to the research and educational agricultural institutions, to maintain the continuity of these important activities.

Key words: Improvemnet breeding, maize, INIA, Mexico.

INTRODUCCIÓN

El maíz ha sido y continuará siendo por mucho tiempo el cultivo más importante de México. Su primer lugar en área cultivada, volumen, valor de producción y preferencia en la alimentación humana y pecuaria, así lo justifican. Lamentablemente, más de 35% de la superficie anual de maíz, de aproximadamente 8 millones de hectáreas, son sembradas bajo condiciones de temporal malo, y en condiciones marginales de fertilidad y labores de cultivo; esta gran superficie se considera de subsistencia —ya que el agricultor debe asegurar su sustento en primer término, con producciones inferiores a 1 ton ha⁻¹ cuando se cosecha— no puede ser compensada con los buenos rendimientos medios de 4 ton ha⁻¹ o más que se obtienen en áreas de buen temporal, humedad y riego. La gran demanda de este cereal para alimento de los más de 90 millones de la población actual - cuyo consumo per cápita es superior a los 200 kilogramos- ocasiona que, aunque en algunos años se ha logrado la autosuficiencia total y en otros por lo menos la autosuficiencia; en años de mal temporal o de graves siniestros, la producción sea insuficiente y tenga que recurrirse a una fuerte importación. Se debe considerar también que para fines del siglo se necesitarán más de 20 millones de toneladas de maíz para cubrir los requerimientos del país.

El mejoramiento genético del maíz es una de las pocas alternativas viables para el incremento de la producción

maicera. Por tanto, es necesario y de suma importancia revisar periódicamente lo realizado en torno a este cultivo por las instituciones que han tenido la responsabilidad oficial de la investigación agrícola en el mejoramiento del maíz, sobre todo en lo que se refiere a sus principales líneas de trabajo; sus protagonistas, aportaciones y limitaciones. El autor presenta su visión personal del desarrollo de los programas citados, basados principalmente en su memoria y experiencia de más de 30 años de colaboración con ellos, en la revisión de sus notas y de los artículos, documentos y textos incluidos en el capítulo de Literatura Citada.

ANTECEDENTES DEL MAÍZ Y SU MEJORAMIENTO

Muchos estudios científicos coinciden en ubicar el origen del maíz en México, ésto apoyado por la gran variabilidad genética del mismo y los numerosos fósiles arqueológicos encontrados en el país. Por lo tanto, se empezará esta sección dando un merecido homenaje a todas las numerosas generaciones de nativos que domesticaron y seleccionaron al maíz durante 7000 años de su existencia.

Con relación a la evolución artificial del maíz en México, informes consultados indican que desde fines del siglo pasado y principios del presente, se realizaron algunos intentos de mejoramiento de maíz en varias regiones del país, por agrónomos o agricultores entusiastas. Sin embargo, los primeros trabajos oficiales de mejoramiento se efectuaron en la Estación Experimental Agrícola Central y en la Escuela Nacional de Agricultura y Medicina Veterinaria, ubicadas ambas en San Jacinto, D. F., y dependientes de la Secretaría de Agricultura y Fomento (SAF). De una manera más formal, estos trabajos se realizaron a fines de la década de los treinta, por un grupo de agrónomos que trabajaron en algunos campos agrícolas experimentales, quienes en 1940 fueron integrados en la Oficina de Campos Experimentales (OCE), por la SAF, que funcionó de 1940 a 1946, como se ve en la Figura 1, que muestra la cronología de las instituciones oficiales que han realizado programas de mejoramiento de maíz en México.

Estos incipientes trabajos en el mejoramiento del maíz fueron reforzados con el establecimiento de la Oficina de Estudios Especiales (OEE), creada en México en 1943, como un programa cooperativo para la investigación en cultivos alimenticios, entre la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) de México y la Fundación Rockefeller de los EUA, que operó hasta 1960.

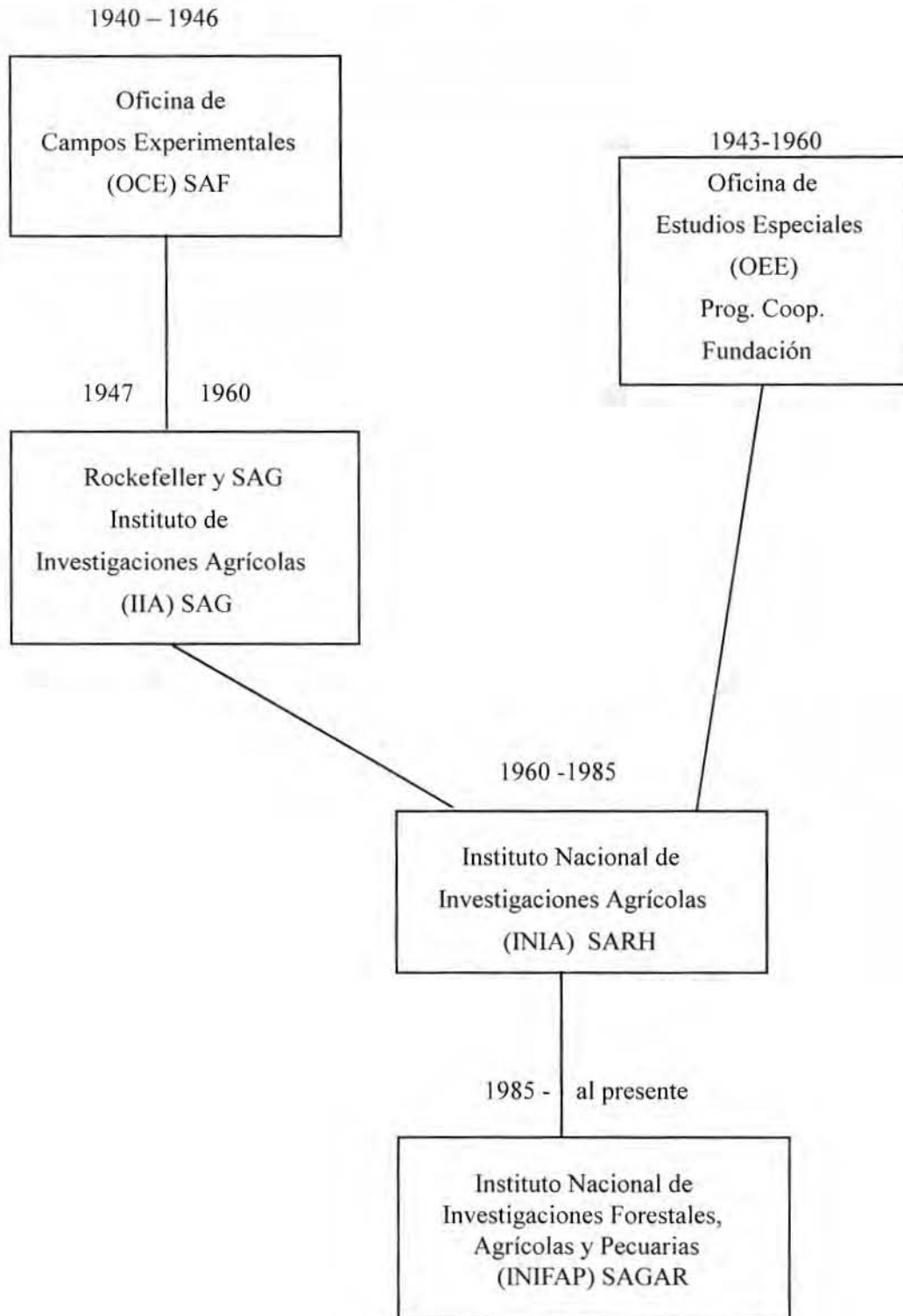


Figura 1. Cronología de las instituciones oficiales que han realizado mejoramiento genético del maíz en México.

En 1947, la SAG formalizó aun más los trabajos de investigación, con la formación del Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA), en donde se continuaron los trabajos en maíz realizados hasta entonces por la OCE.

A fines de 1960, para evitar duplicidad en los programas y costos del mejoramiento de cultivos y darle una mayor responsabilidad a los profesionistas mexicanos preparados por las dependencias anteriormente creadas, la SAG estableció el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), fusionando a las dos entidades antecesoras (el IIA y la OEE). El INIA realizó su labor hasta el mes de agosto de 1985, fecha en que cambió su nombre y estructura, integrando las áreas agrícola, forestal y pecuaria, para constituir el actual Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), de la hoy llamada Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR).

ALGUNOS DATOS ESTADÍSTICOS DEL MAÍZ EN MÉXICO

Todas las instituciones anteriormente citadas han contribuido notablemente, con el trabajo de mejoramiento genético y agronómico, a elevar el rendimiento del maíz

por hectárea, de 618 ton ha⁻¹ en promedio (quinquenio de 1940 a 1944) a cerca de 2209 ton ha⁻¹ cincuenta años después, obtenidos en promedio del quinquenio 1990-1994, como se observa en el Cuadro 1. Naturalmente que ha habido años particulares con valores de superficie, producción y rendimiento, menores y mayores que los promedios quinquenales citados, pero se puede resumir que en 50 años de trabajos de mejoramiento de maíz, con un incremento de 118% en superficie, se ha obtenido un incremento en la producción nacional de 681% y en rendimiento de 257%.

El incremento del rendimiento mencionado, constituye una importantísima contribución a la producción nacional del maíz, si se considera que cerca de 3 millones de hectáreas sembradas se cultivan en condiciones marginales, con rendimientos muy inferiores a 1 ton/ha cuando se cosecha, mientras que en regiones del país de riego y buen temporal se han logrado obtener rendimientos mayores a 9 ton/ha, similares a los alcanzados en la faja maicera de Estados Unidos, que se cultivan con riego o de temporal, pero con la humedad de las nieves de invierno.

Varios autores han proporcionado información sobre la redituabilidad de la investigación agrícola y el mejoramiento genético de los cultivos de maíz y trigo, entre

Cuadro 1. Estadísticas nacionales. Promedio de superficie cosechada, producción y rendimiento del cultivo de maíz, de los quinquenios de 1940 a 1994 y los años 1995 y 1996.

Quinquenios y años	Superficie cosechada (millones de ha)	Producción (millones de t)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
1940 – 1944*	3.4	2.1	618
1945 – 1949	3.5	2.6	743
1950 – 1954	4.6	3.6	783
1955 – 1959	5.8	4.8	826
1960 – 1964	6.5	6.5	1000
1965 – 1969	7.8	8.8	1128
1970 – 1974	7.3	8.9	1207
1975 – 1979	6.7	9.2	1346
1980 – 1984	6.9	12.7	1894
1985 – 1989	6.8	11.9	1743
1990 – 1994**	7.4	16.4	2209
1995	8.0	18.3	2288
1996 ¹	5.9	14.0	2364
% Incremento **/*	118.0	681.0	257.0

Fuente: Estadísticas nacionales del cultivo de maíz. Centro de Estadística Agropecuaria. SAGAR.

¹ Cierre preliminar.

ellos González, en 1991, quien mencionó los resultados de una investigación publicada en 1988, de que la redituabilidad anual de la investigación en el mejoramiento de maíz en esa época fue de 24.3 pesos, por peso invertido, cantidad equivalente al presupuesto recibido por INIA durante 25 años, lo cual demuestra la costeabilidad de esta actividad.

El incremento citado en el rendimiento de maíz por hectárea, incluye la importante participación en su mejoramiento genético realizada por los programas oficiales mencionados y los de otras instituciones, tales como el Colegio de Postgraduados, el Instituto Tecnológico de Monterrey, las Universidades de Chapingo, Antonio Narro y otras de provincia, así como el programa de maíz del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), y últimamente de algunas empresas privadas.

OFICINA DE CAMPOS EXPERIMENTALES (OCE) E INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS (IIA)

El grupo de mejoradores de maíz de la OCE, tuvo como eje central creativo al distinguido científico Edmundo Taboada Ramírez, quien en 1932 fue el primer agrónomo mexicano que tuvo oportunidad de hacer estudios de postgrado en Estados Unidos; en la Universidad de Cornell - sobre Genética Vegetal - y en 1933, en la Universidad de Minnesota, en donde estudió las royas del trigo, con el Dr. Stackman. El Ing. Taboada y sus colaboradores realizaron sus trabajos en el IIA, del cual el propio Taboada fue su director hasta 1960. En ese periodo mantuvo la actividad de generar los programas e instructivos regionales del mejoramiento genético en maíz y en otros cultivos.

En el Cuadro 2 se presenta el equipo de los principales colaboradores del Ing. Taboada en la OCE y el IIA, en el mejoramiento de maíz durante el periodo 1940-1960, en sus 10 campos experimentales iniciales: El Yaqui, Son.; Llera, Tamps.; Pabellón, Ags.; Briseñas, Mich.; León, Gto.; Querétaro, Qro.; Tlanepantla, Edo. de Méx. Zacatepec, Mor.; El Palmar, Ver. y Rosario Izapa, Chis., los cuales posteriormente ascendieron a 38 en 1960, entre los que se mencionan: Iguala, Gro.; Culiacán y el Fuerte Sin.; Fco. I. Madero, Dgo.; Torreón, Coah.; La Barca, Jal.; San Martín y Chapingo, Edo. de Méx. etc. Sin embargo, por falta de personal, de instalaciones adecuadas y de presupuesto, en muchos casos sólo se les consideraba como "lotes de experimentación". En dicho cuadro se mencionan, entre otros, a los principales colaboradores que tenían la responsabilidad de investigación y de la supervisión regional de los trabajos realizados por los técnicos ubicados en los campos experimentales, siguiendo siempre los instructivos enviados por el Ing. Taboada.

El Ing. Taboada consideraba que el maíz híbrido descubierto en los Estados Unidos de América (EUA) no era la respuesta a la problemática del campo mexicano porque, para obtener buenos resultados, el agricultor tenía que comprar semilla nueva cada año y no debía obtenerla de su cosecha. Además, este investigador y sus colaboradores habían observado el drástico abatimiento del vigor causado por la endocria en los maíces temporaleros*. Por lo anterior, este grupo de investigadores, aunque formó varios híbridos, principalmente se dedicó a producir lo que llamaron Variedades Estabilizadas (VE), cuya semilla no requiere comprarse cada año, es más adaptable a la siembra de temporal y es ideal para agricultores de modestos recursos, que son la mayoría en el país.

Cuadro 2. Principales colaboradores en mejoramiento de maíz en la Oficina de Campos Experimentales (OCE) y el Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA) S.A.G. 1940 - 1960.

Director (IIA)	Ing. Edmundo Taboada Ramírez †
Oficinas Centrales:	Ing. Damián Correu T. †, Francisco Alcántara
Bajío:	Ings. Eduardo Limón, Sebastián Chanes
Valles Altos: - Mesa Central	Ings. Antonio Mosqueda L., Salvador Chávez y José Pérez
- Norte Centro	Ings. Alberto Vega L., José Andrade A., Rodolfo Moreno G. †
Trópico: - Golfo y Pacífico	Ings. Manuel López D. †, Raúl Robles S., Sabino Vázquez, Saturnino Martínez, Eustacio Zerpa H., Angel González R. †
- Sur	Ing. Jorge Soto R.

* Información personal del Ing. Antonio Mosqueda L.

Los principales trabajos de mejoramiento genético de maíz realizados por el IIA con el equipo técnico mencionado, se resumen en las siguientes actividades:

1. Colección de variedades nativas.
2. Selección masal de colectas sobresalientes con características deseables.
3. Derivación de líneas endogámicas e hibridación.
4. Formación de Variedades Estabilizadas (VE), mediante cruza A x B, a partir de variedades y de híbridos.

Bajo los objetivos anteriores, el grupo de maiceros de la OCE y del IIA formó en el periodo 1940-1960 los maíces mejorados mencionados en el Cuadro 3, que reúne la mayoría de los maíces obtenidos por esas dependencias.

Debe mencionarse que un gran número de las variedades mejoradas de maíz del IIA, fueron formadas por el método de cruza recíprocas A x B, entre pares de plantas deseables agrónomicamente que, después de ser evaluadas por rendimiento en diversas localidades ecológicas y años, las superiores eran seleccionadas para recombinarse y después,

en generaciones avanzadas en equilibrio, eran liberadas al agricultor como VE.

También es de citarse que la mayoría de estos maíces mejorados y VE no fueron comercializados por la Comisión Nacional del Maíz, creada en 1940 y la posterior Productora Nacional de Semillas, como semilla certificada. Esas dependencias siempre dieron preferencia a los maíces de la OEE, por lo que, ante esta situación, las variedades del IIA fueron distribuidas directamente a los agricultores, por sus propios campos experimentales, contribuyendo así a elevar el rendimiento de maíz en el país.

Indudablemente que las aportaciones mencionadas del Ing. Taboada y sus colaboradores, fueron de gran importancia, tanto para los agricultores como para el programa paralelo de la OEE. El Ing. Taboada fue un agrónomo matemático, que aplicó su conocimiento y experiencia con sentido práctico. Posiblemente puede considerársele como el primer planeador de la investigación agrícola en el país, ya que logró reunir a un grupo de investigadores capaces y dedicados, para implantar un sistema de trabajo y formar planes a largo plazo.

En forma particular, las variedades Celaya (León), Hidalgo

Cuadro 3. Principales maíces mejorados formados por la OCE y el IIA en el periodo 1940-1960.

Valles Altos: Mesa Central y transición (1800-2600 msnm)	El Bajío y regiones semiáridas del nortecentro (1500-1800 msnm)	Trópico seco y húmedo (hasta 1500 msnm)
Chapingo I	L-II (Celaya II)	Llera I
Chapingo II	Briseñas I	Llera III
Q.-1	Bolita 422	Costeño
VE-Q1	Guanajuato 16	Costeño H-52
Hidalgo 7	Guanajuato 21	Costeño H-52 D
	Jalisco 35	Costeño H-264
	VE- Leca 56	VE-Costeño III
	VE-Leca 58	VE-Iguala V
	VE-Cafime	VE-Iguala VI
	VE-Leca 207	VEI-1180
	VE-Leca 399	Papaloapan I
	VE-La Barca	
	VE-Chapala I	
	Bajío H-22	
	Temporal H-58	

Total = 31 maíces mejorados: 26 variedades de polinización libre y 5 híbridos
VE= Variedad Estabilizada; H= Híbrido.

7, Cafime, Llera III, Costeño y otras, liberadas por el IIA, constituyen valioso germoplasma que ha sido utilizado posteriormente por muchos programas de maíz nacionales y extranjeros.

Por otra parte, la preferencia del IIA por la formación de variedades, pudo haber limitado el aprovechamiento del potencial máximo de rendimiento que -en la mayoría de los casos- se logra con los híbridos en muchas regiones favorables del país, y reducen la gama de alternativas ofrecidas al agricultor maicero, que incluye variedades mejoradas, híbridos y variedades sintéticas. Esta posición del Ing. Taboada pudo derivarse por alguna desilusión, de que los híbridos formados por su grupo no mostraron superioridad sobre los de la OEE, lo que podría deberse a que líneas del IIA (posteriormente observadas por el INIA y supuestamente con grado avanzado de endogamia) resultaron no ser líneas endogámicas confiables, mostrando un alto vigor, consecuencia probable de mezclas causadas por técnicas defectuosas de polinización, lo que reducía el efecto heterótico de los híbridos formados. Esta posibilidad fue observada y confirmada por varios investigadores.

La centralización en la elaboración de los planes de mejoramiento e instructivos por el Ing. Taboada, para maíz y otros cultivos con el fin de ser aplicados por los técnicos regionales, pudo haber limitado la iniciativa de los supervisores y técnicos. Finalmente, en el IIA, por falta de recursos, las oportunidades de superación profesional para los investigadores, fueron muy escasas.

OFICINA DE ESTUDIOS ESPECIALES (OEE)

La OEE se inició en 1943 como un programa cooperativo entre la Fundación Rockefeller y la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG), con el propósito de incrementar la producción de los cultivos alimenticios del país. Esto se logró, por un lado, por el interés de investigadores del vecino país en la gran variabilidad genética de los maíces mexicanos, obviamente para mejorar los suyos, y por el otro, el apoyo del Secretario de Agricultura, Ing. Marte R. Gómez, interesado en el avance agrícola del país.

La OEE se creó como una entidad de la SAG, con un alto grado de autonomía en la planeación y operación de programas, para un grupo de científicos de EUA que

vinieron al país a capacitar jóvenes agrónomos. Con la finalidad de apoyar la realización de su labor se logró el establecimiento de un subsidio gubernamental, que se depositaba directamente en la cuenta de la OEE, junto con una porción similar aportada por la Rockefeller; esto permitió a la OEE una flexibilidad de uso presupuestal formidable, para disponer de lo necesario en los trabajos, lo cual fue una gran ventaja. Esta facilidad nunca se tuvo, en igual medida, en el IIA, el INIA, ni en el INIFAP.

El Dr. Edwin J. Wellhausen, destacado investigador en genética de maíz por 10 años fue líder del grupo; posteriormente fue Director de la OEE, Director del Programa Internacional de Maíz (PIM) y primer Director del CIMMYT.

En el programa de maíz de la OEE se consideró, coincidiendo con el Ing. Taboada, que en vista de la amplia gama de variación genética existente en México en forma de variedades seleccionadas, en su mayor parte adaptadas a condiciones bajas en fertilidad y humedad, lo más conveniente no era la formación única de híbridos del tipo de los EUA, sino la formación de variedades mejoradas y sintéticas, de las cuales el agricultor pudiera guardar semilla de un año a otro; o bien, la formación de variedades híbridas, que al mismo tiempo fueran buenos sintéticos al ser sembrados en sus generaciones avanzadas. Con el objetivo anterior la OEE trabajó en las siguientes líneas de investigación, durante el periodo 1943-1960:

1. Recolección sistemática del germoplasma regional. Clasificación racial.
2. Mejoramiento genético. Formación de maíces de buen rendimiento bajo condiciones de baja fertilidad y clima variable.
 - a) Selección masal de buenas variedades nativas.
 - b) Mejoramiento de variedades sobresalientes, mediante la formación de variedades sintéticas, que el agricultor pudiera multiplicar por polinización libre.
 - c) Formación e introducción de híbridos de líneas S1 o poco endocriadas, que al mismo tiempo fueran buenos sintéticos en generaciones avanzadas.
 - d) Posterior sustitución de híbridos S1 por otros uniformes de alto rendimiento, integrados con líneas avanzadas puras.
 - e) Selección recurrente y convergente.

La OEE aplicó el programa anterior en las cinco zonas principales de trabajo mostradas en el Cuadro 4.

Con la idea de trabajar más con el agricultor, y sin tantos campos experimentales, la OEE ubicó el programa principal de mejoramiento genético de maíz en Chapingo, Méx., junto con otros campos de mejoramiento y evaluación ubicados en San Juan del Río, Qro.; Cortazar, Irapuato y León, en Gto.; Guadalajara, Jal.; Xalostoc, Mor.; San Rafael y posteriormente Cotaxtla, Ver., entre otros.

A continuación se mencionan los principales colaboradores en el programa de mejoramiento de maíz de la OEE. Los directores y jefes de programa fueron: Dr. Edwin J. Wellhausen, quien lo dirigió de 1943 a 1953; Dr. L. Roberts, después de unos años, se cambió a Colombia con la Fundación Rockefeller y los Drs. Sterling Wortman †, Robert D. Osler y Elmer C. Johnson quienes dirigieron, posteriormente el programa hasta 1960. Algunos Investigadores que estuvieron conectados con la colecta de variedades, sus datos, sumarización, programas de mejoramiento y multiplicación de semillas básicas en diferentes épocas, fueron: Ings. Gilberto Palacios†, Efraín Hernández X.†, Lauro Bucio, Pedro Reyes, Atanacio Cuevas, Née Corzo, Adán Alvarado, Gabino de Alba, Nefalí Bautista, Alfredo Carballo, Hermilo H. Ángeles, Facundo Barrientos†, Ramón Covarrubias†, Jesús Neve, Fidel Márquez, José Molina, Joaquín Ortiz, Oscar Cota, Aquiles Carballo, Abel Muñoz, Mario Castro†, Raúl Palacios, Miguel Monroy, Felix Agramont, Amador Terán, Humberto Rosado, Pedro Montellano, Rogelio Espinosa, José Martínez, Carlos Aguirre, Humberto Cárdenas, Carlos Vargas, Alberto San Vicente, Francisco Hernández.

Las principales aportaciones al mejoramiento de maíz de la OEE, durante el periodo 1943-1960, fueron las siguientes:

1. Colección de más de 4,000 variedades nativas, y su evaluación, además de la clasificación de 25 razas (13 más importantes).
2. Formación de las primeras variedades sintéticas de mestizos y líneas en México.
3. Formación de los primeros híbridos en México, y posiblemente en el mundo, de líneas S_1 , buenas también en generaciones avanzadas como sintéticos.
4. Formación de híbridos, de líneas más avanzadas de alto rendimiento y algunos con resistencia a enfermedades.
5. Formación de maíces mejorados, con cruza interracial para buscar heterosis e introducir precocidad y resistencia a sequía.

Con relación a la investigación en sequía, en el año de 1957, con motivo de una fuerte carencia de agua, Gilberto Palacios de la Rosa, encargado del Programa de Maíz de la Mesa Central, descubrió en un germoplasma de Mich. 21 el carácter de latencia, uno de los complejos de la resistencia a sequía, al decidir dar un riego al lote de líneas de temporal que se consideraba perdido por este fenómeno; Palacios observó que una línea de Mich. 21 se recuperó y produjo después del riego, por haber estado en latencia durante la sequía. Esta observación fue el inicio de varias líneas de investigación al respecto, y este germoplasma es

Cuadro 4. Áreas de trabajo y series de maíces mejorados de la OEE (1943 a 1960).

Zona	Metros sobre el nivel del mar	Regiones
1	2200-3000	Valles altos de la mesa central, en los estados de México, Michoacán, Hidalgo, Puebla, Tlaxcala. Serie Riego: 1-100; Serie Temporal: 101-199.*
2	1800-2200	Regiones de altura intermedia y temporal deficiente en los estados de Guanajuato, Aguascalientes, Querétaro, Michoacán, Puebla, Veracruz. Serie: 201-299.
3	1400-1800	Regiones favorables de El Bajío, en los estados de Guanajuato, Querétaro, Jalisco y Michoacán. Temporal Serie: 301-350; Riego Serie: 351-399.
4	0-1400	Trópico seco. Serie: 401-499.
5	0-1000	Trópico húmedo. Serie: 501-599.

* Cambiada posteriormente a: serie temporal 1-100 y riego 101-199.

y ha sido utilizado frecuentemente en estudios a nivel nacional e internacional.

En México, Wellhausen, Roberts y Hernández consideraron en 1955, que de 25 razas de maíz clasificadas, las siguientes 13 eran las más importantes: Tuxpeño, Vandeño, Celaya, Tabloncillo, Palomero, Cónico, Chalqueño, Cacahuacintle, Cónico Norteño, Zapalote, Bolita, Olotillo y Pepitilla.

En el Cuadro 5 se presenta la mayoría de los maíces mejorados formados por la OEE, para las diferentes zonas de trabajo. Entre estos 44 maíces (18 variedades y 26 híbridos), se encuentran algunos sobresalientes por sus buenas características agronómicas de productividad y adaptabilidad, que tuvieron una larga vida comercial.

H-1. Híbrido de alto rendimiento, bajo riego, para la Mesa Central, el primero formado en México y posiblemente en el mundo, con tres líneas S₁, dos de la raza Chalqueño y uno de la raza Tabloncillo; también bueno como sintético en generaciones avanzadas.

H-220. Híbrido sobresaliente de temporal para El Bajío y regiones intermedias, obtenido con la combinación entre una cruce simple de líneas de la raza Celaya y un compuesto de la raza Bolita, para darle precocidad y resistencia a la sequía.

H-309. Híbrido para temporal favorable formado con líneas de la raza Celaya (algunas S₁), cuya vigencia comercial duró varias décadas.

V-520C. Destacada variedad tipo Tuxpeño, cultivada por el señor Pablo Capitaine, muy parecida a la primera variedad seleccionada V-520, y que fue escogida para distribución comercial como V-520C, con base en los trabajos regionales de evaluación.

H-501 y H-502. Primeros híbridos tropicales importantes de líneas más avanzadas.

H-503. Destacado híbrido con resistencia al *Helminthosporium turcicum*, al que resultó susceptible el H-501, y que tuvo también una larga vigencia comercial. Igualmente, en este periodo se obtuvieron varios híbridos, buenos como sintéticos en generaciones avanzadas, los cuales fueron liberados como cruces dobles de mestizos (Línea x Variedad).

El programa de mejoramiento de maíz de la OEE tuvo un buen sistema, al trabajar en pocas estaciones experimentales y más aún en los terrenos de los propios agricultores, con un buen grupo de personal técnico capacitado. Esta dependencia dio una mayor preferencia a la investigación en regiones de buen temporal, humedad

Cuadro 5. Maíces mejorados formados por regiones por la OEE (1943 -1960).

Valles Altos	Bajío y regiones intermedias			Trópico seco	Trópico húmedo	
V-7 (V-107)	H-1	V-216	H-215	V-401	V-520	H-501
V-10 (V-105)	H-2	V-221	H-220	V-402	V-520C	H-502
V-21	H-5		H-230	V-403	VS-550	H-503
V.S-101	H-23		H-301	V-410	VS-550 ^a	H-504
VS-123	H-24		H-303	VS-411	VS-511	H-505
V-30 (V-130)	H-102		H-305			H-506
	H-120		H-307			
	H-125		H-309			
	H-125A		H-310			
	H-126					
	H-127					
Subtotales	6	11	2	9	5	5
Totales : 18 Variedades + 26 Híbridos = 44 Maíces mejorados						

V = Variedad mejorada masalmente; VS= Variedad sintética; H= Híbrido.

residual o riego, que a la efectuada bajo condiciones adversas. La OEE aprovechó la bondad del manejo administrativo de su presupuesto, para contar oportunamente con los insumos necesarios para la investigación, así como para el pago puntual de salarios más atractivos para los profesionistas y trabajadores.

El Dr. Wellhausen fue un excelente director de programa, quien consideraba que al seleccionar personal competente, éstos deberían saber o aprender cómo hacer las cosas satisfactoriamente, por lo que había que darles libertad para su creatividad. Además el Dr. Wellhausen propició constantemente la capacitación de un selecto grupo de investigadores y su preparación académica postgraduada, para contar con líderes de grupos de mejoradores jóvenes, lo cual logró en gran medida.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS (INIA)

El INIA se creó en diciembre de 1960, al fusionarse el Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA) con la Oficina de Estudios Especiales (OEE). Heredó de esas instituciones sus campos experimentales, el personal científico mexicano y extranjero y los materiales genéticos generados por los programas en los diferentes cultivos, en los cuales se establecieron jefaturas y subjefaturas de departamento, integradas con investigadores mexicanos. Algunos miembros del personal científico extranjero procedente de la OEE, quedaron transitoriamente como asesores de departamento, mientras se incorporaban gradualmente a diferentes programas internacionales, de nueva creación, de la Fundación Rockefeller.

El primer Director del INIA fue el Dr. Rodolfo Peregrina Robles y como Co-director asesor, el Dr. Ralph Richardson, último Director de la OEE, quien posteriormente pasó a puestos directivos de la Fundación Rockefeller.

En la nueva organización del INIA, por el gran número de campos experimentales heredados del IIA, con instalaciones deficientes y poco personal capacitado, se decidió el cierre de muchos de estos lugares y se continuó, en su mayor parte, con el sistema de trabajo y la organización científica de la OEE. Lamentablemente, no heredó de ésta, ni la aportación económica de la Fundación Rockefeller, ni toda la flexibilidad de uso del subsidio del gobierno en su presupuesto, con lo cual se volvió

parcialmente a la limitación y rigidez de manejo, características de los presupuestos oficiales.

El Departamento de Maíz y Sorgo del INIA tuvo como primer responsable al Ing. Gilberto Palacios de la Rosa; como subjefe fue nombrado el Ing. Hermilo H. Ángeles, ya con grado de maestría en ciencias, por la Universidad de Nebraska, EUA. Como asesor, se nombró transitoriamente al Dr. Elmer C. Johnson, último encargado del programa de maíz de la OEE, quien en poco tiempo pasó a formar parte del nuevo (PIM) Programa Internacional de Maíz, creado por la Fundación Rockefeller.

Gilberto Palacios desempeñó su nombramiento en INIA hasta 1965, cuando se le designó como Director de la Escuela Nacional de Agricultura (ENA). El autor de este trabajo actuó como Subjefe del Departamento hasta 1963, fecha en que fue becado para realizar estudios de doctorado en genética en la Universidad de Davis, California, de los EUA. Al obtener ese grado, pasó a ser Jefe del Departamento de Maíz y Sorgo, desde mayo de 1966 hasta 1977; Coordinador Nacional del Programa de Maíz, hasta 1982; Coordinador de Maíz de Zona Centro, hasta 1985, y Experto en Maíz de Valles Altos hasta 1988, año en que se jubiló.

En el Programa de Maíz y Sorgo del INIA, a partir de 1968 fue Subjefe del Departamento de Maíz y Sorgo el Dr. Joaquín Ortiz C., después de haber obtenido su doctorado en Iowa EUA, y participado en varios programas regionales; además, el Dr. Ortiz tuvo la comisión de supervisar particularmente el programa tropical. También, en forma destacada, por sus aportaciones regionales, antes de pasar al Colegio de Postgraduados, colaboraron en varias etapas, los doctores Facundo Barrientos P., José Molina G., Fidel Márquez S., Aquiles Carballo C., Abel Muñoz O., José Luis Rodríguez O., y los más jóvenes: Manuel Livera M, Leopoldo Mendoza O., Porfirio Ramírez V., Víctor González H., Fernando Castillo G., J. Apolinar Mejía C.; los M.C. Arturo Estrada G., Juan Molina M. y otros distinguidos investigadores, que han continuado en el INIA-INIFAP, o que trabajan en otras instituciones educativas, como por ejemplo en el ITESM, el Dr. Pedro Reyes C., y en la UACH los doctores y maestros en ciencias Rafael Ortega P., Agustín López H., Franco Gerón X., Moisés Mendoza R.; en empresas privadas, los doctores Alberto Betancourt V., Manuel Oyervides G., Hernán Cortéz M. y otros más.

En el Cuadro 6, se encuentran mencionados la mayoría de los investigadores que colaboraron en alguna época, en uno o varios programas regionales de maíz, durante el periodo 1961-1985. Entre ellos, por su antigüedad, contribuciones, capacidad y dedicación deben destacarse, además de los arriba citados, a los doctores o maestros en ciencias: Odón Miranda J†., Esteban Betanzos M., Maximino Luna F., Oscar Cota A., Manuel Vargas G., Gabriel Vega Z., Víctor Manuel Castro R., Alfredo Avila V., Hugo Mejía A., Noel Gómez M. Roberto Valdivia B., Héctor Williams A., Rogelio Juárez E., Sergio Ramírez V., José L. Arellano V., Jesús Sánchez, José Ron P., José L. Ramírez D., Bulmaro Coutiño E., Alfonso Ramírez F., Oscar Palacios V., Higinio Mayorquin, Humberto Ramírez V., Mauro Sierra M., César A. Reyes M., Salvador Martín

del C., Humberto L. Vallejo D., Aarón Morfín V., Gustavo Velázquez C., Ernesto Preciado O., Arturo Terrón I., Ricardo Zapata, Ricardo Gutiérrez, Alfonso Peña R., Guillermo Aguilar C. y José B. Maya L.

Involuntariamente, en la relación de cerca de 150 investigadores del INIA-INIFAP del Cuadro 6 deben haberse omitido algunos nombres de compañeros que durante esa época participaron en los programas de mejoramiento genético de maíz en los siguientes centros de investigación regional: CIAMEC, en la Mesa Central; CIAB, de El Bajío; CIAT, de Tamaulipas; CIANOC, del Norte Centro; CIANO del Noroeste; CIAS de Sinaloa; CIASE del Sureste; CIAPAS, del Pacífico Sur, y CIAPY, de la península de Yucatán.

Cuadro 6. Investigadores del Programa de Mejoramiento de Maíz de INIA (1961-1985)*.

JEFATURA SUB.JEF. COORD.	CIAMEC	CIAB-CIAJAL	CIAT-CIANOC	CIASE-CIAPAS
PROG. 1**	2	3	CIANO-CIAS 4	CIAPY 5
G. Palacios de la R. 1	F. Barrientos P.†	A. Arredondo O.†	J. Medina A.	P. Reyes C.
H.H. Ángeles A.	A. Mosqueda L.	O. Miranda J.†	M. Borjas	F. Márquez S. 3
A. Aguado T.†	A. Muñoz O.	A. Betancourt V. 4	E. Lara	J. Molina G. 2
M. López D.† 4,5	A. Carballo C. 3	A. Garza M.	A. Valdez D.	A. González R.†
J. Ortiz C. 4,5	F. Obregón H.	J. J. Calzada M. 5	R. Valdivia 1,5	A. Vázquez M.
E. Betanzos M. 3,5	V. González H.	J.L. Rodríguez O.†	H. Mejía A. 2	F. Gerón X.
R. Ortega P. 4	J. L. González D.	L. Infante H.	C. A. Reyes M.	E. Curti D.
N. Gómez M. 5	L. Mendoza O. 4	G. Vega Z. 2	H. Cortez M.	J. Alcazar A.
A. Estrada G. 3	M. Livera H.	M. Oyervides G.	B. García	M. Sierra M.
F. Castillo G.	A. López H.	S. Hurtado S. 4	I. Vidales	P. Ramírez V.
S. Mena M.	J. Molina M.	J. Sánchez 4	H. Williams A.	F. Caballero H.
S. Bravo G.	J. L. Arellano V.	J. Ron P. 2	M. Luna F.	A. Estrada M.
H. Ramírez V. 3	G. Velázquez C.	J.L. Ramirez D.	V. Castro R.	A. Oyervides G.
J. López R.	A.J. Gámez V.	J. Covarrubias P.	A. Castillo R.	J. A. Mejía C.
A. Terrón I. 3	C. Tut C.	R. Velazco M.	R. Juárez E.	B. Coutiño E.
A. Alejo J. 5	J.A. Ávila M.	R. Herrera M.	M. Ortiz	A. Ramírez f.
C. Díaz H. 2	V. Pérez O.	H. Venegas	S. Martín del C.	J. García C.
S. Peraza	J. L. Trujillo 5	E. Rojas S.	Ma. E. Ramírez	G. Pérez G.
A. Márquez L.	J. Rodríguez B.	H. Delgado M.	R. Zapata A.	Zarate
	A.M. Balderas 5	J. B. Maya L.	R. Gutiérrez	I. F. Zepeda
	L. Casco R.	O. Rivas	A. Peña R.	G. Aguilar C.
	V.M. Salas T.	H. L. Vallejo D.	J. Neve V. 2	M. A. Sánchez
	H. G. Celis A.	J. L. Pons H.	O. Cota A.	P. Zuñiga D.
	M. Mendoza R.	E. Preciado O. 5	J. M. Valenzuela	I. López
	E. Romo C. 3	M. Predizco R.	M. Vargas G.	J. Martínez C.
		H. Resendiz L.	A. Ávila V.	E. Zerpa H. 4
		L.A. Muñoz 4	O. Palacios V.	J. Cañedo C. 2
		A. Valdez R. 4	G. Haro B.	P. Murillo N. 2
		F. Casas C.	H. Mayorquin 5	C. Arroyo
		M. Cruz R.	A. Morfín R. 3	
		S. Oliveros	S. Ramírez V.	
		W. Gómez	H. Villalobos	
		E. Heredia Z.	R. Wong R.	
		R. Mora N.	G. Medina G.	

* Relación aproximada.

** Otros programas regionales en los que también colaboró.

En las regiones mencionadas, los programas principales de mejoramiento genético de maíz de INIA realizados en el periodo 1961-1985 se consignan a continuación:

1. Recolección de variedades nativas, reclasificación racial, conservación y multiplicación.
2. Mejoramiento varietal: estratificada, *in situ*, rotativa, convergente, divergente.
3. Mejoramiento familiar: medios hermanos, hermanos completos, etc.
4. Selección recurrente: simple, por ACG, por ACE y RR.
5. Mejoramiento poblacional intergermoplásmico.
6. Hibridación y variedades sintéticas.
 - a) Obtención de líneas más endogámicas.
 - b) Sincronización floral.
 - c) Mayor énfasis en cruza simples
 - d) Precocidad
7. Patrones heteróticos.
8. Conservación y multiplicación de materiales básicos.
9. Mejoramiento de maíces por características específicas.
 - a) Planta baja y braquíticos.
 - b) Alta calidad de proteína.
 - c) Maíces palomeros
 - d) Resistencia a enfermedades y plagas.
 - e) Mejoramiento por resistencia a sequía.
10. Aprovechamiento de poblaciones mejoradas del CIMMYT.
11. Evaluación para el Comité Calificador de Variedades de Plantas.
12. Determinación de las recomendaciones óptimas de producción para maíces mejorados, en colaboración con otras disciplinas de investigación.

Estos proyectos tuvieron como resultado la formación de 73 maíces mejorados: 41 variedades y 32 híbridos, los cuales se presentan en el Cuadro 7. Estos maíces, en general, en su periodo de vigencia respectivo, constituyeron

opciones atractivas para el agricultor maicero, por su buen aspecto agronómico, sanidad, resistencia al acame y rendimiento superior al de los maíces criollos regionales, bajo las fórmulas de producción recomendadas; entre estos maíces se encuentran algunos con resistencia a importantes enfermedades, otros de porte bajo, incluyendo braquíticos, e incluso un maíz palomero; los maíces mejorados experimentales con alta calidad de proteína no fueron liberados comercialmente. De los 74 maíces mejorados obtenidos por el INIA, se mencionan como sobresalientes: Para los Valles Altos de la Mesa Central, los maíces precoces para temporal VS-22, V-23 (Huamantla), V-25 (Tlaxcala), H-32; los híbridos intermedios H-28 y H-30, y para riego los tardíos H-129, H-131 y H-133 (transición). Para El Bajío, los maíces precoces VS-201, variedad sintética resistente a sequía, y el híbrido H-204, con buena capacidad de rendimiento; el híbrido intermedio H-353, y el prestigiado híbrido tardío.

H-366, de alta estabilidad, alto rendimiento y resistencia al carbón de la espiga, así como el híbrido de cruza simple H-311. Para el trópico seco, el H-412, muy buen híbrido, que tuvo una larga vida comercial, y el VS-450 (Costeño de Culiacán), así como los primeros híbridos comerciales de cruza simple de alto rendimiento H-421 y H-422. Para las regiones del trópico húmedo, los destacados híbridos H-507 y el H-509 Enano, así como las variedades V-524 (Tuxpeñito planta baja) y el sintético VS-525.

Durante el periodo de desarrollo de los programas de maíz del INIA, se tuvo la gran oportunidad de contar con la participación de un notable grupo de jóvenes ingenieros agrónomos, egresados de las principales escuelas agrícolas del país, quienes con su entusiasmo, inquietud y capacidad, contribuyeron al avance positivo de estos programas y a la obtención de resultados como los maíces mejorados liberados para producción comercial, entre otras aportaciones.

Tales resultados se lograron aún cuando en varios programas regionales hubo algunos periodos de falta de continuidad de trabajos, motivados por la necesidad urgente de promover la preparación académica de los investigadores, lo cual se logró con creces. Este personal investigador de alta calidad académica y experiencia, permitió a su vez preparar a un considerable número de investigadores jóvenes, por lo que en la década de los setentas, en los programas de maíz de INIA, se llegó a contar con 5 doctores y alrededor de 15 maestros en

ciencias, al tiempo que otros investigadores realizaban estudios de maestría o doctorado. También, en forma inevitable, pero positiva para el país, el Programa de Maíz tuvo que compartir a su personal preparado, o en preparación, con otras instituciones de enseñanza, investigación y producción de semillas.

Resumiendo en forma conjunta las aportaciones de los

Programas de Maíz del INIA y sus antecesores en el periodo 1940-1985, como se muestra en el Cuadro 8, se destaca la formación de 148 maíces mejorados para las diferentes regiones maiceras del país: para temporal marginal en suelos pobres, y para temporal bueno, humedad residual y riego con alta fertilización. De estos maíces, 85 han sido variedades mejoradas o sintéticas de polinización libre y 63 híbridos; algunos de éstos también buenos como

Cuadro 7. Maíces mejorados obtenidos por el INIA (1960-1985).

Valles Altos	Bajío y Regiones intermedias	Trópico seco	Trópico húmedo
VS-22	VS-201	V-404 (Comp. precoz)	VS-521
V-23 (Huamantla)	VS-202	VS-410 (Sint. Carmen)	VS-523 A.
V-25 (Tlaxcala)	VS-203	V-411 (Sint. Barretal)	V-524 Tuxpeñito)
V-26 A (Cuapiaxtla)	V-205 (Aramberri)	VS-413 (Sint. Sn Juan)	VS-525
V-27 (Blco. Los Llanos)	VS-206	V-415 (Lag. 3 meses)	V-526 (TuxpeñoTardío)
V-29 (Blco. San Juan)	V-207 (Galeana)	V-416 (Blco. Tayahui)	V-527 (Uxmal)
V-31 A (Victoria)	V-208 (Mier y Noriega)	V-420 (Perla Sinaloa)	V-528 (Peninsular)
V-32 (SAM-120)	V-370 (Celaya Mejorado)	V-423 (Morelos)	H-507
H-28	V-371	V-424 (Tuxpeño precoz)	H-508 Enano
H-30	VS.373	V-425 (Cristalino precoz)	H-509 Enano
H-32	H-204	VS-450 (Sint. Cost. Cul.)	H-510
	H-221	V-453 (Cost. Cul. Mej.)	H-511
H-129	H-222	V-454	
H-131	H-303	V-455 (Semi dent. trop.)	
H-133	H-310	Llera III-M.	
H-311	Ratón.		
HV-313	H-412		
H-366	H-414		
H-367 P.	H-417		
H-368 A.	H-418		
H-369	H-419		
H-372	H-421		
	H-422		
	H-451		
	H-452		
Subtotales: 8V. y 6H. = 14	10V. y 12H. = 22	16V. y 9H. = 25	7V. y 5H. = 12
Total: 41 V. y 32 H. = 73 maíces mejorados.			

V = Variedad mejorada; VS = Variedad sintética; H = Híbridos, incluyendo intervarietales.

sintéticos en generaciones avanzadas, y otros formados sólo con cruza simples y de líneas más endogámicas. Algunos de estos maíces están vigentes; otros se han discontinuado y algunos, aunque fueron liberados, nunca llegaron a ser producidos en volúmenes comerciales aceptables, y en poco tiempo resultaron obsoletos.

Cuadro 8. Número aproximado y tipo de maíces mejorados obtenidos por el INIA y sus antecesores, en el periodo 1940-1985.

Tipos de maíces	Programa de mejoramiento genético			Total
	OCE e IIA	OEE	INIA	
Variedades y sintéticos	26	18	41	85
Híbridos	5	26	32	63
Total	31	44	73	148

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES AGRÍCOLAS Y PECUARIAS (INIFAP)

En esta institución, reorganizada en 1985, al integrar la actividad de la investigación agrícola con la pecuaria y forestal, antes independientes, se continuaron regionalmente los principales proyectos del INIA en el programa de mejoramiento de maíz, ya que éstos eran básicos y en su mayoría a mediano y largo plazo.

Las principales líneas de investigación en mejoramiento genético desarrolladas de 1985 a 1997 en el INIFAP, fueron las siguientes:

- I. Mejoramiento varietal con alta productividad: SME y Variantes; SF y Variantes
 - Precocidad - Estabilidad
 - Porte Bajo - Sanidad
- II. Mejoramiento poblacional: SR, SRR:
 - Poblaciones élite. Heteróticas.
 - Criollos o razas, complejos interraciales.
 - Exóticas (aprovechamiento de poblaciones introducidas de CIMMYT y otras)
 - De amplia base genética: tardías, intermedias y precoces,

III. Hibridación: Clásica, No Tradicional, Cíclica; Probadores de ACG, ACE.

- Productividad.
- Alta endogamia.
- Sincronización.
- Formación de variedades sintéticas e híbridos intervarietales.
- Mayor énfasis en cruza simples y trilineales.
- Mejoramiento de líneas originales y elite (Arquetipo, Teocintle).
- Patrones heteróticos: intra e interpoblacional.
- Utilización de líneas liberadas por CIMMYT.

IV. Mejoramiento por selección, retrocruza, inoculación, etc., contra factores adversos.

- Acame - Acidez - Arquetipo - Aflatoxinas
- Sequía - Altas Temperaturas - Enfermedades y plagas

Estas líneas de investigación fueron comunicadas en 1997 por el Coordinador Nacional del Programa de Maíz, Dr. Antonio Turrent F., así como por los investigadores responsables de los grupos regionales: Pacífico Sur, Esteban Betanzos M. y Noel Gómez M.; Norte Centro, Maximino Luna F.; Mesa Central, Hugo Mejía A.; Noroeste, Alejandro Ortega; El Bajío, Ernesto Preciado O.; Pacífico Centro, José Luis Ramírez D.; Noreste, César A. Reyes M. y Golfo Centro, Mauro Sierra M. Estos investigadores constituyen, junto con el resto de los mencionados, el equipo creador del programa de maíz del INIFAP.

Además de los proyectos tradicionales, se dió mayor atención al mejoramiento poblacional, con las metodologías de SR y SRR, en varios tipos de materiales, lo que indica una ampliación de la base germoplásmica para el mejoramiento. También, en el área de hibridación, se buscó obtener la heterosis máxima, con un mayor énfasis en la formación de cruza simples y trilineales, de líneas de mayor endogamia, mejoradas en arquetipo y con orientación de patrones heteróticos óptimos, así como en el mejoramiento por factores adversos, además se agregaron a los limitantes tradicionales otros problemas como son: acidez y salinidad de suelos, altas temperaturas y aflatoxinas.

Como resultado de los trabajos anteriores, el INIFAP, obtuvo para las diferentes regiones y condiciones de cultivo del maíz en México, 41 maíces mejorados, que se presentan en el Cuadro 9, de los cuales 17 son variedades, 13 comunes y 4 sintéticos, así como 24 híbridos de los cuales 10 son

Cuadro 9. Maíces mejorados formados por el INIFAP (1985-1996)*

Valles Altos	El Bajío, Jalisco y Regs. intermedias	Trópico seco	Trópico húmedo
H-33 C.D.	V-209	V-405	VS-529
H-34 C.S.	HET-1 C.S.	HV-426	V-530
H-135 T.L.	V-210	V-429	V-531 (Iguala)
H-137 T.L.	V-211	H-430 C.S.	V-532
H-149 T.L.	V-212	HV-1	V-533
	V-223	H-431 C.S.	V-534 (Ocozocautla)
	H-355 (Miranda) T.L.	H-433 T.L.	VS-535
	H-356 (Odón) C.S.	H-434 C.D.	VS-536
	H-357 C.S.	H-435 C.S.	H-512 C.D.
	H-358 C.S.	H-436 C.S.	H-513 C.S.
	H-359 T.L.	VS-440	H-514 T.L.
	H-360 T.L.		H-515 T.L.
			"Bolita Sequía"
5H = 5	5V y 7H = 12	3V y 8H = 11	9V y 4H = 13
	17V y 24H = 41 maíces mejorados		

V = Variedad; VS = Variedad sintética; H = Híbrido, C.S. = Cruza simple, C.D. = Cruza doble; T.L. = Híbrido trilineal; HV = Híbrido varietal.

*Gómez V. A. J. *et al.*, 1996. INIFAP, SAGAR.

cruzas simples, 9 cruzas trilineales, 3 cruzas dobles y 2 híbridos intervarietales, lo que muestra la tendencia actual de formar más cruzas simples y trilineales y en menor medida dobles.

Algunos de estos maíces poseen, además de su alta capacidad de rendimiento y buena adaptación, otras características favorables para factores adversos como resistencia a sequía, precocidad, etc.

Lo que se presenta sobre los trabajos de mejoramiento genético de maíz en el INIFAP es la información resumida obtenida por el autor, no vivida, excepto por los 3 años que colaboró con esa institución de 1985 a su retiro (en 1988). No se mencionaron los trabajos sobre maíz de otras disciplinas de apoyo para este cultivo, como son los programas de: Recursos Genéticos, Fitosanidad, Biotecnología, Registro y Producción de semillas, así como los trabajos de colaboración con otras disciplinas, para obtener las recomendaciones óptimas de producción y de transferencia de tecnología a los productores, como es el programa de intercambio de un kilo de semilla mejorada por kilo de su semilla comercial, aunque también estas actividades tienen mucha participación en el éxito de los programas de mejoramiento genético.

En el Cuadro 10 se presenta el resumen, en forma aproximada, del número y tipo de maíces mejorados formados por el INIFAP de cada una de las instituciones antecesoras, en el periodo de 1940 a 1996.

Las aportaciones al acervo de maíces mejorados de las diferentes instituciones, están relacionados con los años de trabajo de cada una y la región ecológica. Contrario a la opinión generalizada, de que se han formado más híbridos que variedades de polinización libre, el Cuadro 10 muestra un mayor número de variedades liberadas que de híbridos.

A continuación se resumen las principales aportaciones de todas las instituciones que han trabajado en los programas oficiales de mejoramiento genético de maíz.

1. Formación de 189 maíces mejorados de mayor rendimiento y características deseables, así como recomendaciones óptimas de producción para las diferentes regiones agrícolas del país.
2. Contribución al incremento en la productividad de maíz en México (257%) de 1940 a 1994.
3. Integración de un banco de germoplasma, con cerca de

Cuadro 10. Maíces mejorados formados por el INIFAP y sus instituciones antecesoras de 1940 a 1996 ^{1,2}

Región ecológica	Instituciones y tipos de maíces									
	IIA		OEE		INIA		INIFAP		Subtotal	
	V.*	H.**	V.	H.	V.	H.	V.	H.	V.	H.
Valles Altos	5	-	6	11	8	6	-	5	17	22
Semiáridas y el bajo	13	2	2	9	10	12	5	7	27	30
Trópico seco	7	-	5	-	16	9	3	8	31	17
Trópico húmedo	1	3	5	6	7	5	9	4	22	18
Subtotales	26	5	18	26	41	32	17	24	102	87
Totales	31		44		73		41		189	

¹ Hermilo H. Ángeles A. 1995. C.P.

² Gámez V. A. J. *et al.*, 1996. INIFAP, SAGAR.

* Variedades mejoradas, incluyendo sintéticos.

** Híbridos, incluyendo intervartiales.

10,500 colectas, y participación en la clasificación de 41 razas.¹⁾

4. Capacitación ²⁾ de personal científico y apoyo en su superación académica; proceden de los programas mencionados aproximadamente 34 doctores y 43 maestros en ciencias, actualmente trabajando en diferentes instituciones de investigación, enseñanza y producción de semillas a nivel nacional e internacional.

Estas contribuciones constituyen pilares fundamentales para el progreso de la agricultura del país, entre ellos: recolección y conservación de germoplasma nativo, que muchas naciones desearían tener; aprovechamiento en la formación de maíces mejorados, que no sólo benefician al agricultor sino que también mejoran a los maíces criollos por su cruzamiento natural; el incremento de la producción nacional y unitaria de este cereal, tan esencial para México; y finalmente, la capacitación de sus jóvenes agrónomos para formar mejores investigadores y profesores, y no tener que depender del extranjero para ello.

El programa de mejoramiento genético de maíz del INIFAP, ha mantenido dentro de sus prioridades la capacitación técnica y académica de sus investigadores; por ello, lo que se ha logrado en este renglón puede integrarse con lo obtenido por el INIA y su antecesoras (OCE, IIA y la OEE).

CONSIDERACIONES FINALES

El alto nivel y la calidad que ha caracterizado al personal científico, que en diferentes periodos colaboró en los programas de maíz mencionados, puede ser valorado citando sólo un ejemplo que lo confirma en toda su amplitud; 10 de estos científicos han sido directores del Programa de Genética del Colegio de Postgraduados, otros investigadores más, distinguidos también ocupan, o han ocupado, altas posiciones en la actividad agrícola administrativa, la enseñanza, la investigación, la producción de semillas, etc. Para el autor ha sido un privilegio el haber tenido la oportunidad de colaborar con ellos, y con un gran número de jóvenes investigadores, inquietos, capaces, con iniciativa y deseo de superación.

Se reconoce que si el progreso alcanzado en los programas mencionados no es tan considerable como se desearía, se debe en gran parte a razones político-económicas, estructurales y de apoyo; y en una porción menor, a causas técnicas y a las mismas instituciones que no siempre han podido implementar sus estrategias de trabajo, por estar bajo presiones presupuestales. Por esto, ante la magnitud de los problemas técnicos generados por la diversidad ecológica y económica de las regiones productoras de maíz, la escasez frecuente de recursos y la necesidad de capacitar y preparar académicamente al personal investigador, si no constituye una solución completa, sí es una aportación muy positiva para el país.

¹⁾ En colaboración principalmente con UACH y C.P.

²⁾ En colaboración con el C.P. y otras instituciones educativas.

Finalmente, con todo el esfuerzo realizado para lograr las aportaciones anteriores en el mejoramiento genético de maíz, que constituyen programas en marcha y equipos de gente altamente capacitada, sería muy triste y negativo para el país, que las instituciones y sus investigadores no contaran en el futuro con el apoyo adecuado, perder lo que se ha logrado y no poder seguir adelante. Sería cómodo pensar que los programas similares internacionales van a resolver el problema, se opte por ahorrar recursos con la discontinuación de programas, o el cierre de instituciones nacionales, cuyo objetivo de éstas últimas, es contribuir al mejoramiento agrícola del país. Debe ser una obligación vital y moral del gobierno, el continuar subsidiando a la investigación agrícola en todas sus áreas y condiciones, pero sobre todo la realizada en regiones marginales de cultivo, autoconsumo, en suelos pobres, con lluvias escasas y presencia de heladas, en los cuales nunca estará interesada la empresa privada y que, sin embargo, tienen que subsistir, mientras no se encuentren otras alternativas viables de producción agrícola que aseguren la disponibilidad de alimento para esas zonas.

LITERATURA CITADA

- Ángeles A., H. H. y Osler, R.D. 1957. Maíces híbridos para Yerbánis, Dgo. Agric. Téc. Méx. 1(4):47.
- Ángeles A., H. H. 1968. El maíz y el sorgo y sus programas de mejoramiento genético en México. 3^{er} Congreso Nacional de Fitogenética (1^{er} Simposio). Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, Edo. de Méx., México.
- Ángeles A., H. H. 1968. La Agricultura de temporal en México. Reunión Nacional de Ciencia y Tecnología en la Reforma Agraria. Instituto Mexicano del Seguro Social. Universidad Independencia. México, D.F., México. (Documento C-T. Agr. III-16).
- Ángeles A., H. H. 1970. Mejoramiento genético del maíz y del sorgo para regiones de temporal con lluvias limitadas o mal distribuidas. Memoria. Reunión para analizar el Programa Agrícola del País. La Agricultura de Temporal. Secretaría de Agricultura y Ganadería, CENEINEA. Chapingo, Edo. de Méx., México.
- Ángeles A., H. H. 1970. Avances en los programas regionales de mejoramiento genético y fisiotécnico del maíz en el INIA de México. Resúmenes. VIII Reunión de la ALAF. Colombia. p. 175.
- Ángeles A., H. H. y Ortiz C., J. 1970. Mejoramiento genético del maíz por calidad de proteína en el INIA de México. Resúmenes. VIII Reunión ALAF. Colombia. p. 175.
- Ángeles A., H. H. 1972. Recientes aportaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de México a los cultivos de maíz y sorgo. Resúmenes. VI Comisión de Trabajo de Mejoramiento Genético de Plantas. VII Seminario Panamericano de Semillas. Cd. Obregón, Son., México.
- Ángeles A., H. H. 1975. Importancia nacional de mejoramiento del maíz y sorgo e importancia de un grupo de 25 nuevas variedades mejoradas e híbridos de maíz y 29 híbridos de sorgo para grano formados en el INIA. Resúmenes. 2^{da} Reunión Nacional de Investigadores de Maíz y Sorgo del INIA. Veracruz, Ver., México.
- Ángeles A., H. H. 1981. Avances sobresalientes logrados en el cultivo del maíz, pilar de la alimentación nacional. Resúmenes. Simposio de 20 años de Investigación del INIA. México, D.F., México.
- Ángeles A., H. H.; Luna F., M; Castro R., V.; Ramírez D., J.L.; Arellano V., J.L. y Ramírez V., H. 1986. Resumen del programa indicativo de mejoramiento genético de maíz del INIFAP en los Valles Altos del país. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agropecuarias. Chapingo, Edo. de Méx. México. (Documento interno de trabajo).
- Castro R., V y Ángeles, H. H. 1972. El programa de maíz y sorgo del Centro de Investigaciones Agrícolas de Noreste. Resúmenes. VI Comisión de Trabajo de Mejoramiento Genético de Plantas. VII Seminario Panamericano de Semillas. Cd. Obregón, Son., México.
- Colegio de Postgraduados (C.P.). 1984. Las ciencias agrícolas y sus protagonistas. Vol. I. Chapingo, Edo. de Méx., México.
- Domínguez, Z. 1913. Agricultura. Santiago Galas. México, D.F., México.
- Estrada G., A y Ángeles A., H. H. 1971. Pruebas de rendimiento de híbridos experimentales de maíz palomero para la región del Bajío. Resúmenes. IV Congreso Mexicano de Fitogenética. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Guadalajara, Jal. México. p.11.
- Gámez V., A.J.; Avila P. M. A.; Ángeles A., H. H.; Díaz H., C.; Ramírez V., H.; Alejo J., A. y Terrón I., A. 1996. Híbridos y variedades de maíz liberados por

- el INIFAP hasta 1996. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Toluca, Edo. de Méx. México. 102 p. (Publicación Especial Núm. 16).
- Gándara, G. 1937. Desarrollo del cultivo del maíz en México. Agricultura. Publicación DAAP. Secretaría de Agricultura y Fomento. México, D.F., México.
- González E., A. 1991. La evaluación económica del mejoramiento genético del maíz y trigo en México (1961-1988). Ciclo de Seminarios del Personal Académico, Otoño 1991. Colegio de Postgraduados, Centro de Genética. Montecillo, Edo. de Méx., México.
- Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA). 1958. Renglón agrícola mexicano. Volumen I. Investigación Agrícola. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D.F. México.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). 1985. Edmundo Taboada: una semblanza 1906-1983. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, D. F. México. 72 p. (Publicación Especial Núm. 116).
- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). 1986. Catálogo de variedades mejoradas de maíz. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, D. F., México. (Documento interno no publicado).
- Khankhoje, P. 1930. Nuevas variedades de maíz. Escuela Nacional de Agricultura, Estación Experimental Agrícola. Chapingo, Edo. de Méx., México.
- Limón G., E. 1945. Informes de trabajos realizados en el Campo Agrícola Experimental de León, Gto. 1941-1945. Secretaría de Agricultura y Fomento, Dirección de Agricultura, Departamento de Campos Experimentales. México, D. F., México.
- Luna F., M.; Ángeles A., H.H. y Moncada de la F., J. 1971. Tres años de experiencia con variedades e híbridos de maíz de riego y de temporal en el estado de Durango. Resúmenes. IV Congreso Mexicano de Fitogenética. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Guadalajara, Jal., México.
- Márquez S., F. 1991. Genotecnía vegetal: métodos, teoría y resultados. Tomo I. A.G.T. Editor. México, D.F., México.
- Miranda J., O.; Carballo C., A. y Ángeles A., H. H. 1970. Mejoramiento genético del maíz por resistencia al carbón de la espiga *Sphaceloteca reiliana* (Kuhn) Clinton. Resúmenes. VIII Reunión de la ALAF. Colombia. p. 175.
- Muñoz O., A. y Ángeles A., H. H. 1969. Investigaciones sobre la resistencia a la sequía en el mejoramiento de maíz en México. Agricultura de las Américas (Venezuela) 19 (4).
- Muñoz O., A.; González H., V. A.; López H., A. y Ron P., J. 1976. Mejoramiento del maíz en el CIAMEC. Ampliación de la base germoplásmica y su aprovechamiento considerando caracteres agronómicos y rendimiento. Memoria. VI Congreso Nacional de Fitogenética. Chapingo, Edo. de Méx., México. p. 113-123.
- Obregón H., F. y Ángeles A., H. H. 1971. Obtención de maíces híbridos para el Valle de Toluca. IV Congreso Mexicano de Fitogenética. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Guadalajara, Jal. México.
- Ortega P., R. y Ángeles A., H. H. 1978. Análisis de los recursos genéticos disponibles a México, Maíz. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, Edo. de Méx., México.
- Ortiz C., J.; Ángeles A., H. H. y Vázquez M., A. 1970. Formación de variedades braquíticas de maíz para el trópico mexicano. Resúmenes. VIII Reunión ALAF. Colombia. p. 1979.
- Palacios de la R., G. 1964. Mejoramiento genético del maíz en México. Tesis de licenciatura. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo. Edo. de Méx., México.
- Reyes C., P. 1990. El maíz y su cultivo. A.G.T. Editor. México, D. F., México.
- Roberts L., M. 1949. Las razas de maíz útiles como material básico para su mejoramiento. 1^{ra} Asamblea Latinoamericana de Fitogenetistas. Oficina de Estudios Especiales. León, Gto., México.
- Wellhausen, E. J. 1949. El programa de mejoramiento de maíz. 1^{ra}. Asamblea Latinoamericana de Fitogenetistas. Oficina de Estudios Especiales. León, Gto., México.
- Wellhausen, E. J. 1960. El Mejoramiento de maíz en México: avances actuales y proyección hacia el futuro. Rev. Soc. Mexicana de Historia Nat. (México) 21 (2).