

## CINCUENTA AÑOS DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA DE MAÍZ PARA TIERRA CALIENTE EN MÉXICO\*

### FIFTY YEARS OF AGRICULTURAL RESEARCH ON OF TROPICAL MAIZE IN MEXICO

**Pedro Reyes Castañeda**

Investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas hasta 1961.

#### RESUMEN

Se narra y discuten en detalle los principales eventos sucedidos en el periodo 1940 – 1990 que han sido de gran trascendencia en los problemas del maíz cultivado en México: la fundación consecutiva de entidades de investigación oficiales y programas cooperativos que realizaron el trabajo pionero fundamental en el mejoramiento del maíz; posteriormente su organización en forma de instituciones con redes de campos experimentales regionales, para realizar investigación, divulgación, producción y certificación de semillas mejoradas de maíz en el país. En adición, se contó con la investigación realizada por Universidades, Colegios de Postgrados y empresas privadas. Lo anterior permitió el incremento del rendimiento por hectárea en 158% en el periodo 1940-1983 en más de 8 millones de hectáreas cultivadas. Se hace énfasis en la genotecnia del maíz en tierra caliente, que ocupa aproximadamente 2.5 millones de hectáreas, se mencionan los principales problemas, materiales y metodologías para resolverlos y obtener variedades mejoradas e híbridos superiores a los criollos en rendimiento, y otras características agronómicas, destacándose el uso de las razas de maíz tropical Tuxpeño y Vandeño. Los primeros maíces mejorados liberados fueron la variedad rocamex V-520 y los híbridos H-501, H502, y H-503 para el trópico húmedo y las variedades precoces Carmen, San Juan y Barretal para el trópico seco

y posteriormente otros maíces sobresalientes. Los logros obtenidos han sido múltiples y como resumen de 50 años de investigación, se citan: formación de un destacado y numeroso grupo de científicos y técnicos; formación de un banco genético de maíz y la obtención de más de 50 variedades mejoradas e híbridos de maíz con sus correspondientes recomendaciones óptimas de cultivo.

**Palabras clave:** Mejoramiento genético, maíz, Tierra Caliente, México.

#### ABSTRACT

A descriptive discussion of the important events on cultivated maize problems in Mexico in the 1940-1990 period: sequential foundation of government research institutions and cooperative programs, that established the pioneer and basic maize breeding work; their organization in the way of systems of experimental station networks to do research, extension, as well as the production and certification of improved variety seed. Universities, Postgraduate Colleges and Private companies were involved also in agricultural research work. The combined actions permitted the national 158 percent increase in the yield/ha of maize in the 1940-1983 period, on 8 million

\* Fecha de recepción: 24 de enero del 2000

Fecha de aceptación: 8 de marzo del 2000

ha. Emphasis is placed in maize breeding for Mexican tropical areas, where 2.5 million hectares are planted, and where the author of this paper has been a maize breeder supporter. The main tropical maize problems, genetic materials, methodologies and strategies to solve problems for the development of improved open pollinated varieties and hybrids are mentioned. The use of the outstanding Tuxpeño and Vandeño races in the maize breeding programs. The Rocamex V-520 open pollinated variety and the H-501, H-502 and H-503 hybrids were the first commercial improved maize varieties obtained for the humid tropics, and the open pollinated varieties Carmen, San Juan and Barretal for dry tropics. Other outstanding improved varieties were obtained later. Many succeeding maize developments have been obtained in these programs of fifty years research period and some of the highlights are: the formation of an outstanding scientific group and many technicians; the integration of a maize germplasm bank and the development of more than 50 improved tropical maize varieties, together with crop recommendations for planting.

**Key words:** Plant breeding, maize, Tropics, Mexico.

## INTRODUCCIÓN

En la década de 1940 a 1950 sucedieron hechos de gran trascendencia e importancia en lo que se refiere al maíz cultivado en México:

1. Se fundó la Dirección de Campos Experimentales dependiente de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG); en 1947, se transformó en el Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA).
2. En 1944 se organizó la Oficina de Estudios Especiales (OEE), que fue un programa cooperativo entre la Fundación Rockefeller y el gobierno de México, a través de la SAG.
3. El 6 de enero de 1947, por decreto presidencial, se creó la Comisión del Maíz, y el 30 de diciembre de 1949 se elevó al rango de Comisión Nacional del Maíz. Estas comisiones tuvieron como funciones la extensión, la divulgación y las campañas de producción comercial del maíz para proyectar socialmente los logros de la investigación. El 14 de abril de 1961, se publicó la Ley sobre Producción, Certificación y Comercio de Semillas, la cual ordenó la

transformación de la Comisión Nacional del Maíz, en Productora Nacional de Semillas (PRONASE).

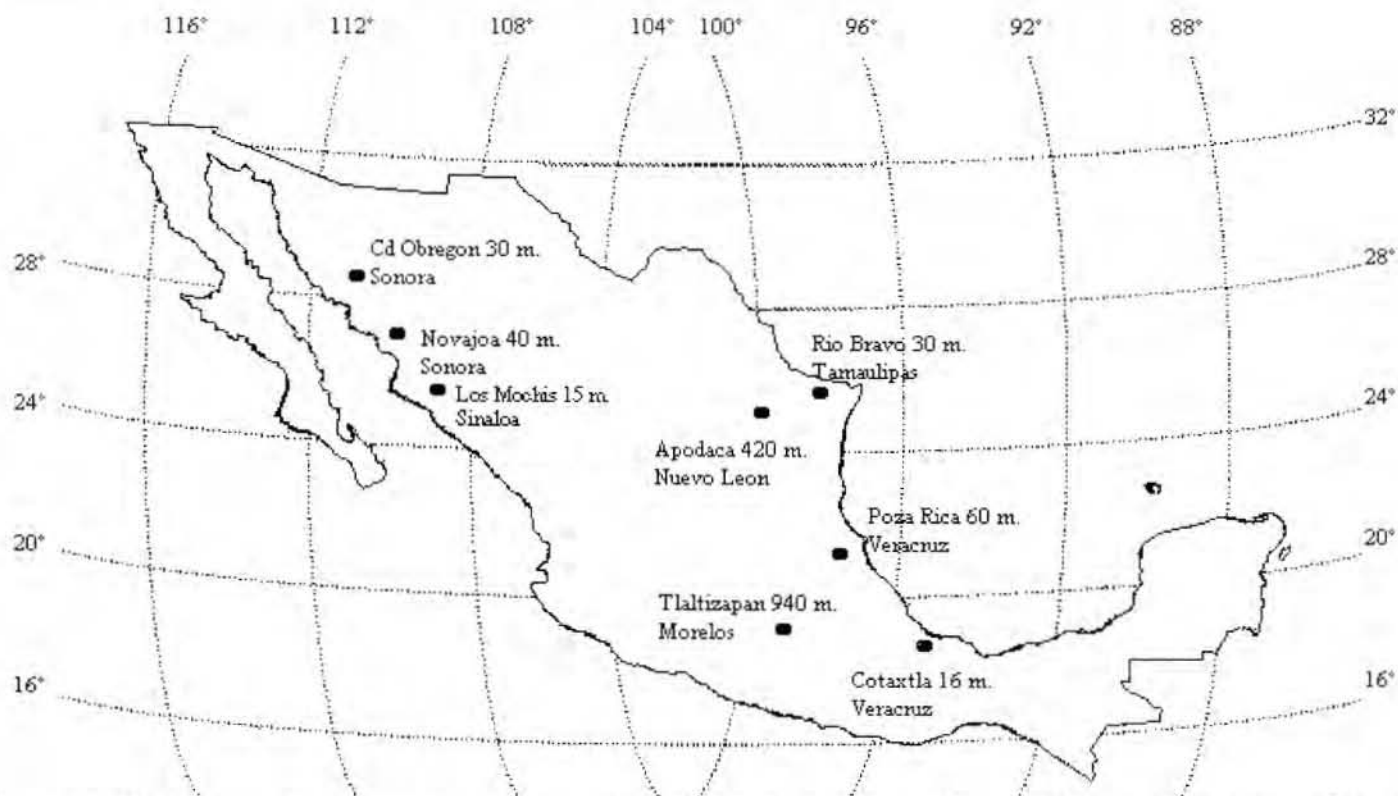
De 1960 hasta la fecha, se organizó sustancialmente la investigación agrícola en México, como lo demuestran los siguientes hechos:

- a) El decreto del 6 de diciembre de 1960, estableció la formación del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Esta organización se integró al fusionarse dos instituciones independientes: el IIA y la OEE. En agosto de 1985 se formó el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), al fusionar tres institutos nacionales de investigación independientes: Agrícola (INIA), Forestal (INIF) y Pecuario (INIP). Tanto en el INIA como en INIFAP los programas del maíz han tenido alta prioridad.
- b) Fundado en 1963 y consolidado en 1966, se formó el Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT), que es un organismo autónomo de investigación, gobernado por un Consejo Directivo Internacional, y que tiene como finalidad apoyar y complementar las investigaciones sobre maíz y trigo en los países llamados del tercer mundo.
- c) En adición a lo anterior, en México existen compañías particulares que hacen investigación, la mayoría extranjeras, así como las universidades y escuelas de agricultura.

Existen relaciones con instituciones educativas en México y el extranjero, para la formación de los recursos humanos e intercambio de materiales, así como para efectuar visitas periódicas de los investigadores de diferentes organizaciones de investigaciones agropecuarias. En el caso del maíz, hay relaciones con el Centro Internacional de Entrenamiento y Mejoramiento del Maíz en Zemun, Belgrado, Yugoslavia.

Para fines de fitogenética y fitotecnia en México, los programas del maíz han considerado cuatro áreas geográficas principales, en México:

1. Mesa Central y Valles Altos para alturas superiores a 1 800 metros sobre el nivel del mar (msnm).
2. El Bajío y regiones intermedias, con altura entre 1 200 y 1 800 msnm.
3. Regiones de clima cálido y seco, con alturas de 0 y 1 200 msnm.



**Figura 1. Ubicación y elevaciones de Estaciones Experimentales en México donde el INIFAP, ITESM y CIMMYT efectúan investigaciones en maíz para clima caliente.**

4. Regiones tropicales, con altura de 0 a 1200 msnm (Figura 1).

## DATOS ESTADÍSTICOS

Varios investigadores estiman que México llegará a tener únicamente 37 millones de hectáreas de tierra cultivable, distribuidas así: 7 de riego, 4 de buen temporal y 26 de temporal irregular. Estos valores sugieren la necesidad de incrementos de la producción verticalmente, lo cual indica la suma importancia de la fitotecnia y la fitogenotecnia.

En general, los datos estadísticos de México hasta 1983, publicados por diversas instituciones, indican lo siguiente:

- En más de 43% de la superficie cultivada se siembra maíz (más de 8 millones de hectáreas, de un total de 18'576 206 hectáreas bajo cultivo, con 93 cultivares diferentes, según datos del año de 1981).
- Más de 86% de la superficie cultivada con maíz es de temporal.

- Por su volumen de producción, área cultivada y valor de la producción, el maíz es el cultivo más importante.
- Un campesino produce maíz para más de 40 consumidores en un año.
- Más de 65% de los productores de maíz son ejidatarios y 35% son pequeños y grandes propietarios.
- Hay un alto déficit de maíz para usos industriales, lo cual hace que se importen altos volúmenes. Se estima que para el año 2000, se tendrán que importar cerca de 8 millones de toneladas (producción estimada de 17 millones y una demanda total de 25 millones de toneladas).
- En 1982 la población de México fue de 73'122 295 habitantes: 25 millones corresponden a la población económicamente activa, y de ésta, únicamente 5 millones se dedicaban a la agricultura; de la cifra anterior, más de 1.7 millones de agricultores produjeron más de 10 millones de toneladas de maíz. Se estimó que un

campesino produjo 5.9 toneladas de maíz en más de 3 hectáreas. Este maíz se consumió en el año de 1983, para alimentar a 74'980 539, es decir 135 kilos per cápita que incluye: consumo de maíz directo y consumo de maíz transformado en carne, huevo, leche y derivados, aceite, almidones, etc. El consumo per cápita se estimó en más de 190 kilogramos anuales, para lo cual fue necesario importar maíz para cubrir las necesidades y dejar reserva para el siguiente año.

- México tiene un consumo per cápita por año directo de maíz estimado entre 104 y 105 kilogramos.
- El consumo per cápita se ha incrementado de 83 kilogramos en 1940 a 190 en 1970. El autoconsumo alcanza 30% de la producción nacional.
- La producción media se ha incrementado de 671 kilogramos por hectárea en 1925 hasta 1760 en 1983. La producción media nacional más baja se dio en 1930 cuando se produjeron sólo 448 kilogramos por hectárea; la mejor producción se alcanzó en 1981, con un promedio de 1810 kilogramos por hectárea.

- La producción nacional ha tenido un incremento vertical (mayor producción por hectárea), y un incremento horizontal (mayor superficie cultivada).

- De 491 kilogramos por hectárea en 1940, la producción se incrementó hasta 1760 en 1983. Es decir, en 42 años se aumentó la producción en 1269 kilogramos por hectárea lo que equivale a 30.2 kilogramos por hectárea por año.

- En Estados Unidos de Norteamérica (E.U.A.), la producción promedio en 1940 fue de 1 788 kilogramos por hectárea, y en 1983 alcanzó los 5 120; es decir, en 42 años hubo un incremento de 3 332 kilogramos por hectárea, esto es 79.3 promedio por año.

El incremento se debe atribuir a los programas de fitotecnia y fitogenotecnia (Figura 2).

Los valores estadísticos informan que el maíz se produce en todo el país, pero los estados con mayor producción son: Jalisco, Estado de México, Michoacán, Puebla, Veracruz, Guanajuato, Tamaulipas y Chiapas, esto se debe

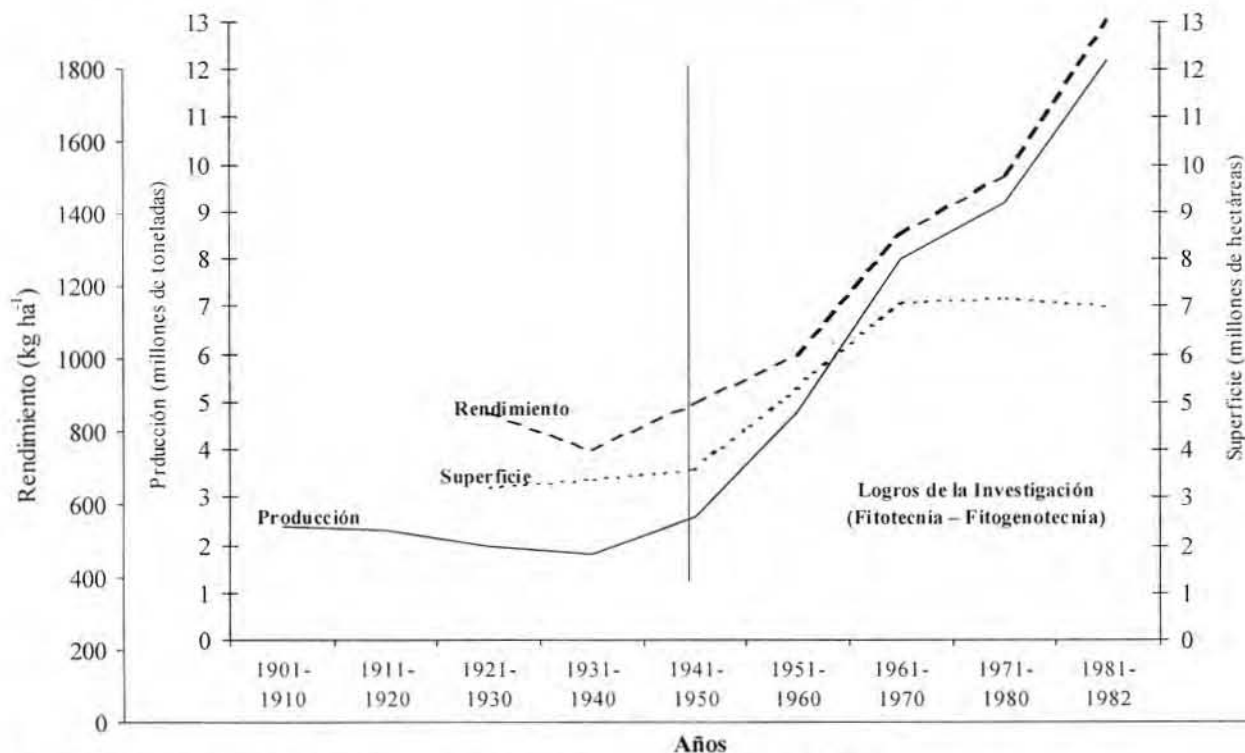
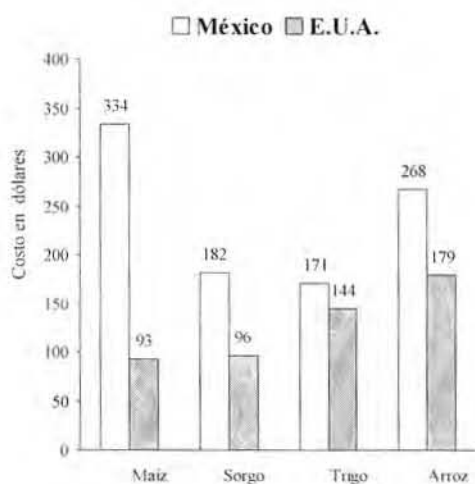
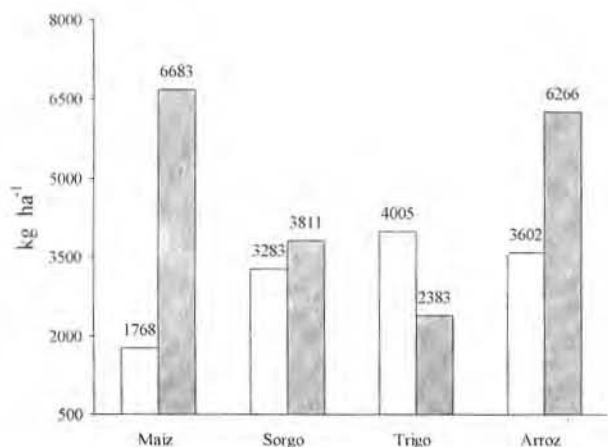


Figura. 2. Producción, área cultivada y rendimiento kg/ha del maíz en México

**Cuadro 1. Cosecha de maíz de riego en el norte de Tamaulipas, en el ciclo agrícola otoño-invierno 1991-1992.**

Distrito	Sembrado	Cosechado	%	Volumen apto consumo humano	Rendimiento promedio (kg ha <sup>-1</sup> )
Díaz Ordaz	41 960	41 348	98.5	205 061	4 959
Control	58 353	58 353	100.0	325 085	5 571
Total	100 313	99 701	99.4	530 146	5 317

**Figura 3 A. Costos (en dólares) por tonelada de grano producido en E.U.A. y México.****Figura 3 B. Rendimiento de grano (kg ha<sup>-1</sup>) para cuatro cereales en E.U.A. y México.**

al área cultivada, posición geográfica, climatología y tecnología avanzada aplicada. No es raro que varios agricultores informen obtener rendimientos promedio por hectárea de 8 toneladas y más, en algunos estados como Jalisco, Guanajuato, Veracruz, Sinaloa y Tamaulipas, bajo condiciones de riego. Por ejemplo, Reyes Méndez\* informó que en los Distritos de Riego de Díaz Ordaz y Control en el estado de Tamaulipas, en el ciclo agrícola otoño-invierno 1991-1992 (Cuadro 1) se obtuvo un rendimiento promedio de grano, apto para consumo humano, de 5.317 ton ha<sup>-1</sup>.

En las Figuras 3 A y B, se indican los costos por tonelada de grano de maíz y el rendimiento en kilogramo por hectárea obtenido en E.U.A. y en México. Los valores de estas Figuras indican que es más caro producir maíz, sorgo, trigo y arroz en México; mientras que la producción es mayor en E.U.A que en México, excepto en trigo.

La probable explicación de estas dos verdades, altos rendimientos de grano y bajos costos en los E.U.A, puede atribuirse a:

1. Mayor y más eficiente investigación y extensión agrícola. E.U.A tiene más de 100 años en los programas de investigación con numeroso personal científico y técnico, con alta inversión en instituciones, universidades, compañías particulares, fundaciones y el gobierno.

En contraste, en México tenemos escasos 50 años, con raquítica inversión y escaso personal. Las políticas gubernamentales son confusas y cambian sexenalmente, no tienen rumbo definido; las universidades atienden otros problemas o soslayan la investigación agrícola aplicada y la iniciativa privada tiene otros intereses que no son la agricultura ni sus problemas.

2. Eficientes subsidios a la producción agrícola: capital con

**Cuadro 2. Producción de semilla certificada para clima caliente seco (S) y caliente húmedo (H) distribuida por la Productora Nacional de Semillas, durante el decenio de 1961-1970.**

Zona de producción	Nombre de la variedad	Producción semilla (t)	%
Caliente seco (S)	* V-401	78.8	0.18
	VS-410	584.2	1.27
	H-412	10 470.3	22.70
	* H-502	353.3	0.77
	S u m a	11 495.6	24.91
Caliente húmedo (H)	H-503	20 483.6	44.40
	H-507	13 836.4	30.00
	** VS-550	319.0	0.69
	S u m a	34 639.0	75.09
<b>Total (S+H)</b>		<b>46 134.6</b>	<b>100.00</b>

\* No se producen desde el año 1965.

\*\* No se produce desde el año 1967.

**Cuadro 3. Producción de semilla certificada para el año de 1954 y promedio anual durante el decenio 1961-1970.**

Zona de producción	Producción semilla 1954 (t)	%	Producción semilla Promedio anual 1961-1970 (t)	%
Caliente seco (S)	850	11.7	1 149.56	15.96
Caliente húmedo (H)	1 202	16.5	3 463.90	48.09
S + H	2 052	28.2	4 613.46	64.05
El Bajío	3 980	54.7	2 137.88	29.68
Mesa central	1 250	17.1	427.26	5.93
Diversos	-	-	24.26	0.34
<b>T o t a l</b>	<b>7 282</b>	<b>100.0</b>	<b>7 202.88</b>	<b>100.00</b>

intereses bajos y crédito oportuno y suficiente; insumos baratos y de calidad, muy en contraste con los proporcionados en México.

- La mayor área de los E.U.A es de temporal, el cual es oportuno y eficiente por su posición geográfica.
- No obstante, las técnicas que se han desarrollado en México están a la altura de cualquier país, como lo indican los rendimientos a nivel nacional de trigo bajo riego, y el cultivo del maíz con alta tecnología en Tamaulipas.

### Producción de semilla

Los Cuadros 2 y 3 indican la producción de semilla

distribuida por la PRONASE, en los años 1954 y en la década 1961-1970 para las zonas de clima caliente seco y húmedo.

### GENOTECNIA DEL MAÍZ EN TIERRA CALIENTE

#### Trabajos de mejoramiento en la década 1951-1960

Desde que la OEE inició el programa de maíz para clima caliente, se le nombró "Programa de mejoramiento de los maíces tropicales"; sin embargo, el programa se consideró tanto para clima caliente húmedo como para caliente seco.

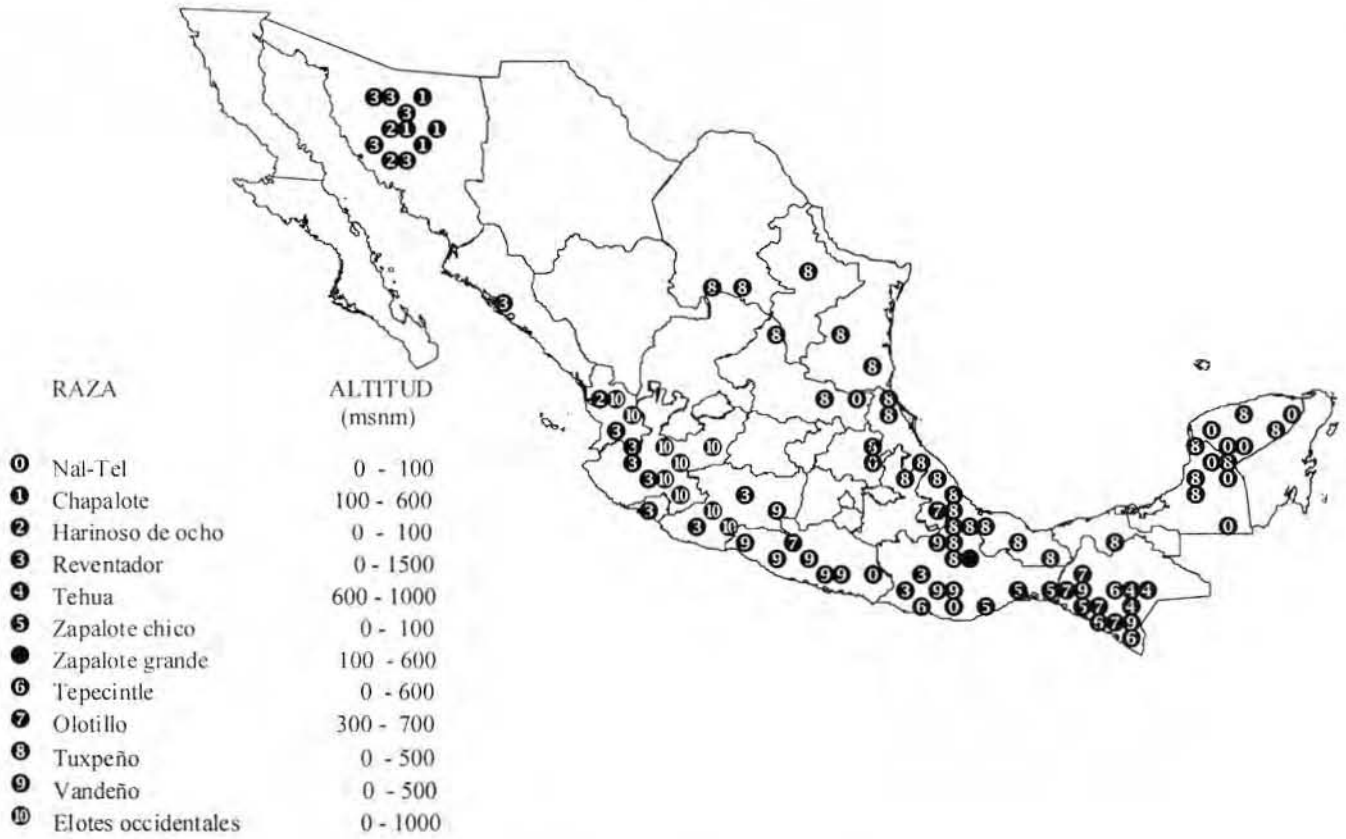


Figura 4. Distribución de las razas de maíz en los trópicos de México.

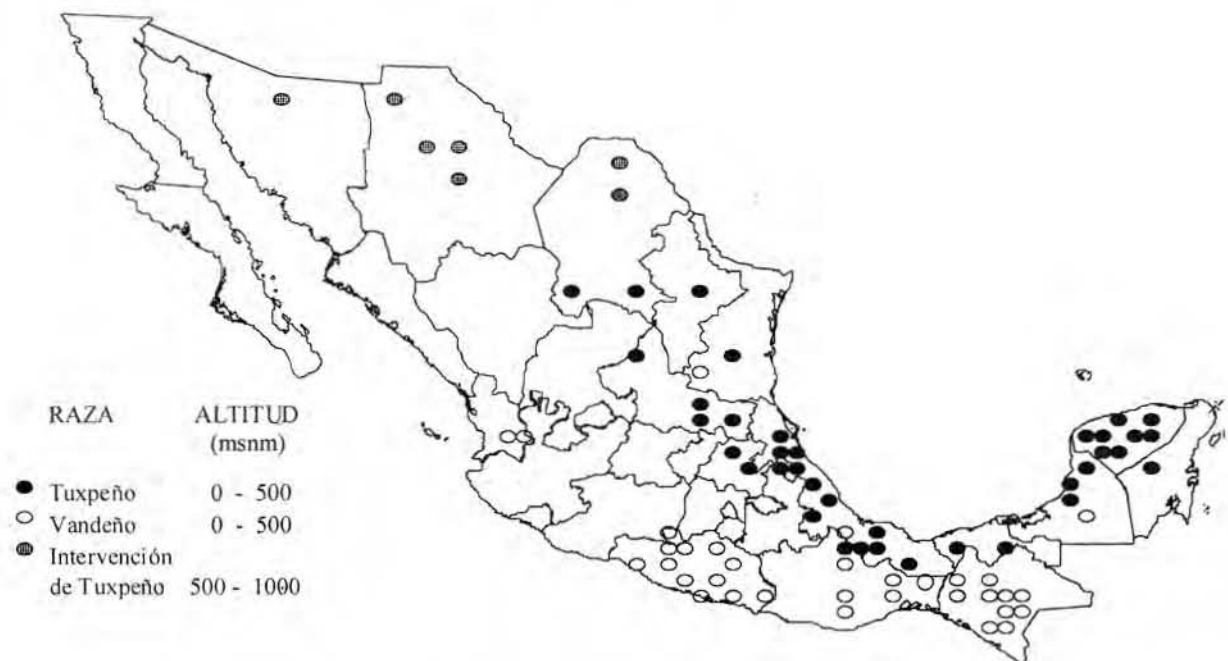


Figura 5. Distribución de Tuxpeño, Vandeño y algunos tipos resultantes de la intervención de Tuxpeño.

La Figura 4 indica la distribución de las razas del maíz para tierras con clima caliente y adaptadas desde el nivel del mar hasta 1 500 m. De estas 12 razas, las de mayor importancia son Tuxpeño y Vandeño. Las variedades de la raza Tuxpeño son ampliamente cultivadas en la costa del Golfo, y las de Vandeño en la parte sur de la costa del Pacífico; ambas son representantes de la fuente de material genético de maíz más valiosa e importante con que cuenta México (Figura 5).

En la década de 1951 a 1960, más de 30% de hectáreas cultivadas con maíz en México, se localizaron en los trópicos, cuyas tierras son de temporal y de humedad. Esta superficie se ubica a lo largo de la llanura costera del Golfo y de la llanura costera del Pacífico, con alturas desde el nivel del mar hasta 800 m y, en el interior del país, en las cuencas de los ríos y regiones con clima tropical y subtropical, con alturas de hasta 1000 m, en los estados de Morelos, San Luis Potosí y Puebla. En las últimas décadas, algunos distritos de riego, por ejemplo en Tamaulipas y Sinaloa, han dedicado importantes áreas al cultivo del maíz, aplicando alta tecnología y como consecuencia alta producción por hectárea.

Lo importante de la producción maicera en los climas calientes, además de sus altos rendimientos, es la época de cosecha, que generalmente se realiza en los meses de abril a junio, fechas en que en el resto del país no hay producción, apenas se inicia la preparación del suelo o se espera el temporal para siembra.

Las variedades de la raza Tuxpeño son relativamente tardías, rendidoras, vigorosas, con alto número de hojas y adaptadas a las condiciones de tierras fértiles y de clima caliente húmedo del Golfo; no así las de la raza Vandeño, las cuales son más precoces, menos vigorosas y rendidoras y están adaptadas a las condiciones del Pacífico.

Las buenas características agronómicas y genéticas de estos maíces altamente vigorosos, son de gran utilidad y representan un vasto campo a los investigadores, para efectuar su mejoramiento a través de selección y cruzamiento. Sin embargo, dadas las condiciones del trópico mexicano, son varios los problemas que ha sido necesario resolver; consiguientemente, el programa de mejoramiento ha tenido como objetivo principal desarrollar variedades, híbridos y sintéticos de las siguientes características:

1. Maíces resistentes a los vientos fuertes.
2. Adaptadas a las condiciones variables de la precipitación.
3. Habilidad para producir satisfactoriamente bajo condiciones medias de fertilidad.
4. Crecimiento relativamente rápido, en tal forma que puedan competir con las malas hierbas.
5. Resistencia a las enfermedades de las hojas, principalmente a la causada por el hongo *Helminthosporium* sp. (enfermedad conocida como "tizón", "chamusquina" o "fogueo").
6. Relativamente resistentes y tolerantes a las principales plagas que atacan las hojas y tallos, tales como el gusano cogollero, (*Laphygma frugiperda*) y el barrenador, (*Diatraea* spp).
7. Resistencia a la enfermedad conocida como "achaparramiento" ("rayado" o "amanchamiento"), causada por un virus.
8. Resistencia a las pudriciones de la mazorca y con un buen totemoxtle, que la cubra bien para protegerla contra el ataque de los pájaros y evite la entrada de insectos.
9. Maíces más pequeños altamente productivos tanto por sus mazorcas como por su grano pesado. En estos tipos de maíz existe la posibilidad de aumentar el número de plantas por unidad de superficie, hasta 60 000 por hectárea, con una correcta fertilización.

Al iniciar el programa de mejoramiento, además de las colecciones hechas en México, fueron colectados otros maíces de diferentes países con condiciones climatológicas semejantes al trópico mexicano. Con estos, una vez clasificados, se hicieron los primeros trabajos de evaluación y autofecundación de variedades en el invierno y verano de 1947, en la finca Sayula, situada a 30 km del puerto de Veracruz, y a una altura de 25 msnm. Posteriormente se continuaron los trabajos de evaluación, polinización y selección del material genético, en los Campos Experimentales de Tenango, Progreso y Jaloxtoc del estado de Morelos, localizados a 115 km de la Ciudad de México, a una altura de 1200 msnm y con clima subtropical. De estos trabajos preliminares, se seleccionó una de las mejores variedades, conocida comercialmente como



Rocamex V-520, que fue una de las distribuidas primeramente por la Comisión Nacional del Maíz para condiciones de clima caliente, con precipitaciones mayores de 1 000 mm y alturas de 0 a 1 000 msnm. Se seleccionaron además las mejores variedades con buenas características agronómicas, que constituyen actualmente la base del programa de mejoramiento.

En el verano de 1950, de una manera más intensiva, se continuaron los trabajos de mejoramiento en colaboración con algunas dependencias oficiales, como la Comisión Nacional del Maíz, Comisión del Papaloapan y los gobiernos de algunos estados. Se establecieron igualmente varios lotes experimentales en Tamaulipas, Veracruz, Nayarit y se hicieron pruebas de adaptación geográfica en los estados de Sonora, Puebla, Morelos, Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Tabasco y Yucatán. El programa de mejoramiento y de prueba de variedades se concentró en San Rafael, Ver., y en el Campo La Granja, de la Comisión del Papaloapan, lugares cuyas condiciones climatológicas representan la mayor parte del área tropical mexicana. De estos trabajos, fueron seleccionadas dos variedades de polinización libre: la Rocamex V-520-C que representa típicamente a la raza Tuxpeño y se distribuyó extensamente por la Comisión Nacional del Maíz para lugares con clima caliente y elevaciones de 0 a 1 000 msnm; y la variedad Papaloapan 1, con características de Tuxpeño, que estaba mejor adaptada a la zona sur del estado de Veracruz, con elevaciones de 0 a 200 msnm y suelos fértiles. Estas variedades tuvieron un gran valor como variedades comerciales y como fuentes de material genético para la formación de híbridos y sintéticos.

Además, como consecuencia del programa de mejoramiento, un buen número de líneas genéticas fueron derivadas, seleccionadas, evaluadas y combinadas, para la formación de híbridos de altos rendimientos, de mejores cualidades agronómicas y adaptados a una gran área del trópico.

De los trabajos de mejoramiento hechos en San Rafael, Ver., en 1953 fueron obtenidos y presentados a los agricultores tres híbridos comerciales: H-501, H-502 y H-503; éstos fueron probados extensamente en las costas del Golfo de México y del Océano Pacífico, para alturas de 0 a 1 000 m con clima caliente seco o caliente húmedo, y que superaron en rendimiento en 15 a 20% a las mejores variedades seleccionadas para las mismas condiciones. Estos híbridos fueron distribuidos por la Comisión

Nacional del Maíz, en su programa de producción de semillas certificadas.

En 1955, el programa de mejoramiento se concentró en el Campo Cotaxtla, localizado a 35 km del puerto de Veracruz y a una altura de 16 msnm. El mayor trabajo de selección, autofecundación y evaluación del material genético, se desarrolló en esta estación experimental, probándose el material de los cruzamientos en San Rafael, Ver. e intercambiando material con las estaciones experimentales de Ciudad Victoria, Tamps.; El Cayal, Camp. y la estación el Yaqui, Son. Los trabajos de adaptación geográfica de los híbridos se hicieron en cooperación entre la Comisión Nacional del Maíz y el Servicio Nacional del Programa de Extensión Agrícola, así como con agricultores entusiastas.

En San Rafael, Ver., en 1954 se realizaron las combinaciones de los híbridos comerciales con las líneas más prometedoras, a las cuales se probaron en ensayos de rendimiento en 1955, en Ciudad Victoria, Tamps.; San Rafael, Cotaxtla, Ver.; y El Cayal, Camp. De estos estudios, se concluyó que la cruce entre el híbrido H-503 y una cruce simple con líneas derivadas de la variedad V-520-C, y cuya fórmula es H-503 x (T8xT9), dio significativamente los más altos rendimientos. A esta combinación se le llamó H-504.

En estudios repetidos por varios ciclos con H-504, en San Rafael y Cotaxtla, Ver., se obtuvieron rendimientos que superaron en 10 a 20% al híbrido H-503.

Aún cuando se dio un mayor énfasis al programa de maíces blancos debido a su importancia económica, paralelamente se desarrolló un programa de mejoramiento de maíces amarillos; varias líneas se seleccionaron y evaluaron. Se hicieron diferentes combinaciones y se obtuvo una variedad sintética conocida comercialmente como VS-550. Esta variedad, aunque rindió menos que los híbridos y el V-520-C, fue 15 días más precoz, más resistente a la sequía y a enfermedades de las hojas y de la mazorca.

Los híbridos H-501, H-502, H-503 y H-504, no obstante sus buenos rendimientos, cualidades agronómicas y relativamente amplia área de adaptación, fueron tardíos y demasiado vigorosos, por lo que su cultivo presentó problemas en la mayoría de las áreas tropicales. Fue por lo tanto deseable la formación de variedades e híbridos locales, para condiciones climatológicas y edafológicas específicas.

## MEJORAMIENTO DE LA RAZA TUXPEÑO PARA LAS REGIONES CALIENTES DEL NORTE DE MÉXICO

El mejoramiento de los maíces del norte y del noreste, fue iniciado en Ciudad Victoria, Tamps., en 1952. De estos trabajos, tres variedades de maíz blanco, que son Carmen (una de las mejores variedades para el noreste y de gran valor como material genético), Barretal y San Juan, fueron seleccionadas por su precocidad, rendimiento y características agronómicas; su importancia no sólo fue como variedades, sino como fuente de material genético para la formación de líneas precoces.

El programa se intensificó en 1955, al concentrarse los trabajos de mejoramiento en el nuevo centro de investigaciones CIANO, localizado cerca de Ciudad Obregón, Sonora. Esta zona del noroeste presenta problemas específicos, por lo que se desarrolló un programa para tales condiciones.

Las observaciones y los datos preliminares, indicaron que dos fechas de siembra fueron recomendadas dentro de cada año agrícola: 1) siembras de marzo a abril y 2) siembras del 15 de agosto al 1 de septiembre. Las condiciones para cada fecha fueron diferentes, por lo que fue necesario disponer de un maíz precoz para la primera siembra, y de un tardío para la segunda. Los primeros estudios se realizaron con maíces introducidos del programa de mejoramiento de Veracruz y Tamaulipas, con las colecciones de maíces blancos y amarillos de los estados de Sonora, San Luis Potosí, Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila y con algunas variedades introducidas de Cuba, Colombia y Estados Unidos de Norteamérica.

Los datos comprendidos en el periodo de 1955 a 1957, indicaron que la variedad de polinización libre San Juan (V-401) debería ser recomendada para siembras "tempranas", de marzo y abril, o para siembras de septiembre si éstas se prolongaban hasta el día 15. Esta variedad fue superior en cualidades agronómicas y en rendimiento, 25% más que la variedad criolla "8 carreras", comúnmente sembrada en la región.

Para las siembras del 15 de agosto al 1 de septiembre, se recomendaron los híbridos H-501 y H-503, los cuales rindieron un 15% más que la variedad criolla "Maizón".

Estas variedades fueron distribuidas por la Comisión

Nacional del Maíz, la cual aumentó considerablemente la producción, debido al rápido incremento del cultivo del maíz en esta zona, por los rendimientos obtenidos de hasta 5 y 6 toneladas por hectárea, que podrían competir con el algodón y el trigo, que eran los cultivos dominantes.

En el programa de mejoramiento de maíces tardíos, los híbridos experimentales H-505 y H-506, rindieron de 5 a 25% más que los comercialmente recomendados, H-501 y H-503. El híbrido H-505 es una cruce triple formado con la hembra del H-503 y la línea S.L.P. 21-3. En tres años consecutivos (1955-1957) este híbrido rindió 22% más que el H-503, por lo que se incrementó para su posible distribución. Los híbridos experimentales H-505 y H-506 tuvieron un comportamiento de rendimiento similar en las costas de Veracruz, pero fueron susceptibles al acame y al *Helminthosporium* sp.

Los trabajos hasta aquí descritos fueron el resultado de los primeros intentos para mejorar los maíces tropicales de México. El mejoramiento se inició con la colección de los mejores maíces criollos, los cuales después de haber sido probados, fueron seleccionados para incrementarse y distribuirse a los agricultores. El siguiente paso consistió en desarrollar híbridos y variedades sintéticas, que fueron probados y sembrados ampliamente. Su adaptación llegó desde Veracruz hasta el norte y noreste de México, a los estados de Tamaulipas, Nayarit, Sinaloa y Sonora, en donde dieron excelentes resultados; su área de adaptación alcanzó hasta algunos países de Centro América, donde mostraron altos rendimientos.

Por la demanda de maíces blancos y amarillos, las condiciones económicas y la disponibilidad de semillas para los agricultores, el programa de mejoramiento desarrolló las siguientes líneas de investigación:

1. Mejoramiento de los híbridos de maíces blancos y de maduración tardía.
2. Desarrollo de maíces blancos precoces, con resistencia o escape a la sequía.
3. Investigaciones sobre resistencia a plagas y enfermedades, y plantas de porte bajo.
4. Producción de semilla. Los resultados obtenidos por INIA, INIFAP, CIMMYT y el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, fueron los siguientes:

### Trópico seco

**Serie 400.** Primeras variedades Llera 2 y Llera 3; V-401 (San Juan); V-402 (Breve de Padilla); VS-413 (Sint. San Juan); V-415 (Lagunero 3 meses); V-420 (Perla Sinaloa); VS-450 (Sint. Costeño Culiacán); V-453 (Costeño Culiacán Mejorado).

**Híbridos.** H-412, H-413, H-417, H-419 y las variedades formadas en el Tecnológico de Monterrey NLVS-1, NLVS-2, Sintético Precoz (NLVS-30), NLVS-1E (Variedad Enana) y NLH-3.

### Trópico húmedo

**Serie 500.** Primeras variedades V-520, V-520C, Instituto 1180. Papaloapan 1. Primeros híbridos H-501, H-502, H-503 y H-507. Híbridos enanos H-508 y H-509. Variedades V-521, V-522 (V-520C Mejorado), H-510, V-524 (Tuxpeñito).

**Híbridos.** H-412, H-503 y H-507 tuvieron gran área de adaptación en espacio y tiempo, ya que fueron formados en la década de 1950 y su genealogía tiene diversidad genética. Esta modalidad de mejoramiento debe considerarse para el futuro. Los híbridos fueron formados con líneas S<sub>2</sub> ó S<sub>3</sub> en lugar de los métodos clásicos que han usado líneas S<sub>8</sub> ó S<sub>9</sub>; además las variedades progenitoras han tenido una gran área geográfica de adaptación, por ejemplo:

$$H-503 = (T_2 \times T_3) \times (T_6 \times T_7)$$

T<sub>2</sub>: Línea S<sub>2</sub> obtenida de la variedad Veracruz 39, colectada en Gutiérrez Zamora, Ver. (caliente húmedo).

T<sub>3</sub>: Línea S<sub>3</sub> obtenida de la variedad Coahuila 8, colectada en Zaragoza, Coah. (caliente seco) por José Guevara Calderón.

T<sub>6</sub>: Línea S<sub>5</sub> hermana de T<sub>2</sub>.

T<sub>7</sub>: Línea S<sub>3</sub> derivada de la variedad V-520, colectada en Tamuín, S.L.P. (caliente seco).

$$H-507 = (T_2 \times T_3) \times (T_{11} \times T_{12})$$

Los dos híbridos son medio hermanos, pues tienen la misma hembra.

T<sub>11</sub> = Cap. 384-4-1, Cap.-V-520C de clima caliente húmedo, colectada en San Rafael, Ver.

T<sub>12</sub> = S.L.P. 20-34A-2-2-6 # -1-3. Línea derivada de V-520, colectada en Tamuín, S.L.P. (clima caliente seco).

Los dos híbridos corresponden a la siguiente genealogía, en atención al origen geográfico de sus líneas progenitoras:

$$\begin{array}{ccc} \text{C.H.} = \text{caliente húmedo;} & & \text{C.S.} = \text{caliente seco} \\ \text{Hembra} & & \text{Macho} \\ (\text{C.H.} \times \text{C.S.}) & \times & (\text{C.H.} \times \text{C.S.}) \end{array}$$

La diversidad genética y geográfica de los dos híbridos H-503 y H-507, explica por qué ambos se cultivaron por más de tres décadas, a lo largo de las dos costas de México.

En siembras de invierno realizadas de enero a marzo, la floración de estos híbridos se presentó entre los 72 y 89 días; el ciclo fue más tardío cuando las siembras fueron tempranas. En las siembras de verano, el inicio de la floración tardó aproximadamente 58 días.

El número de días a la madurez fue también similar para los dos maíces. En las siembras de invierno, emplearon para madurar entre 145 y 150 días, y de 130 a 135 días en las siembras de verano. Las mazorcas del H-507 llegan a

**Cuadro 4. Comportamiento de los híbridos H-507 y H-503 en Centroamérica durante 1959.**

Híbrido	Rendimiento <sup>1</sup>	Días a la flor	Aspecto <sup>2</sup>			% sobre H-503
			Acame	Planta	Mazorca	
H-507	3397	64	1.6	2.9	2.7	28
H-503	2649	66	1.5	3.1	2.9	—

<sup>1</sup> kilogramo por hectárea de mazorca al 15.5% de humedad del grano.

<sup>2</sup> Calificación del 1 al 5: 1 = muy bueno, 5 = muy malo.

**Cuadro 5. Comportamiento de los híbridos tropicales H-507 y H-503 en comparación con el criollo regional, Santiago Amatepec, Edo. de Méx. 1960.**

Híbrido o variedad	Rendimiento <sup>1</sup>	Materia seca (%)	Aspecto mazorca <sup>2</sup>	% sobre H-503	% sobre criollo
H-507	5412	78.73	2.8	57	138
H-503	3444	75.81	2.5	—	51
Criollo	2275	64.25	3.5	—	—

<sup>1</sup> kilogramo por hectárea de grano al 15.5% de humedad.

<sup>2</sup> Calificación del 1 al 5: 1 = muy bueno, 5 = muy malo.

la madurez fisiológica, aún cuando la planta se mantiene verde; ésta es una característica muy importante de ese híbrido, que lo situó como un maíz de doble objeto, es decir, para la producción de grano y la de forraje.

Con respecto al acame y aspecto de la planta, ambos híbridos presentaron en promedio las mismas condiciones; en lo que se refiere a la conformación de la mazorca, el H-507 superó ligeramente al H-503.

Para su comparación se han concentrado en el Cuadro 4, los promedios del comportamiento de los híbridos H-507 y H-503 obtenidos en 11 experimentos llevados a cabo durante 1959 en seis países de Centroamérica, como parte del Programa Centroamericano de Mejoramiento del Maíz.

De los 11 experimentos, sólo en dos casos el H-503 registró una producción mayor que el H-507, pero en promedio, este híbrido rindió un 28% más. Por otra parte, respecto a resistencia al acame, aspecto de la planta, conformación de la mazorca y número de días a la floración, el comportamiento del H-507 - con relación al H-503 - fue similar al observado en México.

En 1960, en Santiago Amatepec, Edo. de México, situado a una altitud de 1 800 msnm, se sometieron a un ensayo de rendimiento varios maíces criollos de El Bajío, sintéticos tropicales, cruza intravarietales y los híbridos tropicales H-507 y H-503. En el Cuadro 5 se reportan los resultados obtenidos con el criollo regional y los híbridos H-507 y H-503; se aprecia que el H-507 fue el más rendidor.

Al autor de la presente contribución, le correspondió por azar - en su profesión de agronomía - estar al frente de los programas de maíz en San Rafael, y Cotaxtla, Ver. En el año de 1953, los híbridos tropicales fueron presentados a los agricultores y en el año de 1955 se produjeron 800

toneladas de semilla del híbrido H-503, que para entonces fue la cosecha más grande.

### LOGROS - EPÍLOGO

Múltiples han sido los resultados obtenidos en los programas de maíz en México. Como un resumen en este bosquejo histórico de 50 años se citan los siguientes:

1. Recursos humanos. Formación de un numeroso grupo de científicos, técnicos y agricultores, quienes con su trabajo, entusiasmo, talento y esfuerzo destinado al desarrollo de los programas, han contribuido a su proyección social.

Este grupo tuvo efectos multiplicadores, y fue catalizador para continuar los programas de fitotecnia y fitogenotecnia del maíz, o formó parte de cuerpos directivos de investigación, educación y extensión agrícola en diversas instituciones del país. Tal vez este logro ha sido de los más relevantes.

2. Formación de un banco genético de maíz tropical, base de los actuales y futuros programas.

3. Obtención de semillas de alta producción para diversas áreas agrícolas y la generación del siguiente decálogo tecnológico:

1. Preparación del suelo para siembra.
2. Fechas de siembra.
3. Semilla certificada.
4. Densidad de siembra.
5. Riegos.
6. Fertilización.
7. Control de plagas y enfermedades.
8. Control de malezas.
9. Cosecha oportuna.

**Cuadro 6. Variedades (V), variedad sintéticas (VS) e Híbridos (H) de maíz para clima caliente seco y caliente húmedo hasta 1989.**

Variedades y variedad sintética		Híbridos	
Caliente seco	Caliente húmedo	Caliente seco	Caliente húmedo
1. V-401	1. V-520	1. H-412	1. H-501
2. V-402	2. V-520C	2. H-414	2. H-502
3. VS-413	3. V-524	3. H-417	3. H-503
4. V-415	4. V-555	4. H-418	4. H-504
5. V-416	5. VS-523A	5. HV-1*	5. H-505
6. V-424	6. VS-525	6. H-419	6. H-506
7. V-425	7. V-526	7. H-421	7. H-507
8. VS-450	8. VS-536	8. H-422	8. H-508
9. V-453	9. VS-550	9. HV-426	9. H-509
10. V-455		10. H-430	10. H-510
11. Llera III		11. H-431	
12. NLVS-1		12. H-433	
13. NLVS-2		13. H-451	
14. NLVS-30		14. H-452	
		15. AN-360	
		16. H-435	
		17. H-436	
		18. H-AN-460	

\* Híbrido intervarietal.

10. Transporte y almacenamiento.

En el Cuadro 6 se cita un resumen de la obtención de semillas de alta producción, en donde se incluyen la mayoría de los genotipos, obtenidos por las diversas instituciones mencionadas hasta el año 1989.

En 50 años de investigaciones en maíz para los climas calientes se crearon más de 50 variedades de semillas, algunas de las cuales han sido desechadas o desplazadas y otras continúan en activa producción.

4. El autor de este artículo, al retirarse del INIA en agosto del año 1961 e incorporarse al Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), continuó con el programa de maíz, pero con más limitantes, ya que éste se proyectó a la enseñanza y entrenamiento a estudiantes para la obtención de su tesis profesional y posgrado. Se continuó con el principio básico del cruzamiento:

Germoplasma de caliente húmedo x Germoplasma de caliente seco

Por ejemplo: la variedad comercial NLVS-2 resultó de la selección masal estratificada de la siguiente cruce entre dos variedades comerciales: V-524 (formada por el CIMMYT en Cotaxtla y en Poza Rica, Ver.) y NLVS-1 formada por el ITESM en Apodaca, N.L.

V-524 x NLVS-1  
(caliente húmedo) (caliente seco)

La F<sub>1</sub> se llevó hasta F<sub>4</sub> y ahí se practicó selección masal estratificada.

Con esta experiencia y varias no publicadas, se considera que falta evaluar más las generaciones avanzadas de cruces intervarietales élites para áreas marginadas, en donde es problemático conseguir semilla para cada siembra, y la alta tecnología tiene obstáculos por los costos.

La variedad de maíz Carmen tiene un gran valor genético. Las cuatro líneas del híbrido H-412 son de Carmen. La NLVS-1 fue seleccionada de Carmen; y como se indicó, NLVS-2 viene de Carmen (o NLVS-1). Dicha variedad posee amplio germoplasma de la raza Vandeño y Tuxpeño,

**Cuadro 7. Híbridos y variedades de maíz formadas y liberadas en el Departamento de Agronomía, ITESM, para la región subtropical semiárida del norte.**

Nombre cultivar	Año liberación	Clase	Color	Ciclo		Resistente a	Uso	Tipo germoplasma	Superficie ha
				Df	Dc				
NLVS-1	1965	S	BD	70-80	110-125	acame sequía	GFE	Tuxpeño	20*
NLVS-2	1979	S	BD	72-87	110-130	acame	GFE	Tuxpeño	40*
NLVS-E	1980	S	BD	70-85	110-125	acame barren.	GFE	Tuxpeño	18**
NLH-3	1977	CD	BD	60-70	115-120	acame	G	Tuxpeño	40**
NLVS-30 (sintético precoz)	1970	S	BD	60-70	100-115	acame	G	Tuxpeño	20*
Maíz dulce	1972	S	AD	70-85	110-125	acame	FE	Tuxpeño	1**

Abreviaturas: Df = Días a floración; Dc = Días a cosecha; G = Grano; F = Forraje; E = Elote; S = Sintética; Cs = Cruza simple; CD = Cruza doble; BD = Blanco dentado; AD = Amarillo dentado; Germ. = Germoplasma.

\* = Hectáreas por año para semilla.

\*\* = Suspendida actualmente.

tiene amplia varianza genética aditiva y es conveniente considerarla (Cuadro 7).

LVS-1 originó a NLVS-1E, variedad de planta corta seleccionada de un grupo de plantas, que fueron consideradas como mutantes, y además con alto valor nutritivo de lisina y triptofano.

Tanto en el programa para clima caliente húmedo como caliente seco, el esquema general fue:

Germoplasma de Raza Tuxpeño	x	Germoplasma de Raza Vandeño
--------------------------------	---	--------------------------------

## LITERATURA CONSULTADA

Anónimo. 1961-1985. Informes bianuales de investigación. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, DCAM. Monterrey, N.L., México.

Gómez M., R. 1968. A un joven agrónomo mexicano. Empresas Editoriales. México, D.F., México.

Reyes C., P. 1971. Genotecnica del maíz para tierra caliente. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Departamento de Impresos. Monterrey, N.L., México.

Reyes C., P. 1985. Fitogenotecnica básica y aplicada. A.G.T. Editor. México, D.F., México.

Reyes C., P. 1990. El maíz y su cultivo. A.G.T. Editor. México, D.F., México.

Wellhausen, E.J.; Roberts, L. M. y Hernández X., E. 1951. Razas de maíz en México: su origen, características y distribución. Secretaría de Agricultura y Ganadería, Oficina de Estudios Especiales. México, D.F., México. 237p. (Folleto Técnico Núm. 5).