

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Estudio Biométrico y Genético de
variedades locales de maíz, para
el Altiplano de Guatemala.

TESIS

presentada a la Junta Directiva de la Facultad de Agronomía
de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por

Mario David Penagos Gozalbo

En el acto de su investidura de

INGENIERO AGRONOMO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA
DEPARTAMENTO DE TESIS-REFERENCIA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1955.

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA
de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

DecanoIng. **Bernardo Fuentes Alvarado.**
Vocal 1º.....Ing. **Miguel Asturias Arévalo.**
Vocal 2º.....Ing. **Frans G. Pieters.**
Vocal 3º.....Ing. **Rodolfo Perdomo.**
Vocal 4º.....Br. **Gonzalo A. Fletes.**
Vocal 5º.....Br. **Mario Martínez.**
SecretarioIng. **Eric Prado Vélez.**

Tribunal que practicó el Examen General Privado:

Decano.....Ing. **Bernardo Fuentes Alvarado.**
Examinador.....Ing. **Eduardo Goyzueta V.**
Examinador.....Ing. **Rodolfo Perdomo.**
Examinador.....Ing. **Héctor Murga.**
Secretario.....Ing. **Eric Prado Vélez.**

**BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO**



Figura representativa del Maiz, encontrada en una tumba de la Finca "Las Charcas" terminal de la Gran Vía Kaminaljuyú. — Cortesía del Ingeniero Julio Beltranena.

DEDICATORIA

Con todo cariño y amor:

A mis padres, esposa e hijos.

A mi abuelita Dolores v. de Gozaibo.

Como muestra de profundo agradecimiento:

Al Licenciado e Ingeniero Miguel Asturias Quiñones.

Al Coronel de Caballería Carlos Vielman Prado.

Al Licenciado Don Rafael Piñol y Batres que al proporcionarme material y suelo, hizo posible este trabajo.

Al Doctor Oudh Behari Tandon, que sin más interés que su contribución a la Ciencia, guiara mis pasos hacia un feliz resultado.

A mis compañeros

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR:

Tengo el honor de someter a vuestra docta consideración, mi trabajo de tesis intitulado "ESTUDIO BIOMETRICO Y GENETICO DE VARIEDADES LOCALES DE MAIZ PARA EL ALTIPLANO DE GUATEMALA. Como último requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo.

En este tema encontraréis mi más decidido entusiasmo, encaminado al conocimiento del más importante de los cereales guatemaltecos. el Maíz; dádiva de nuestros antepasados y panacea Universal.

Es el fruto de la Investigación, experimentación, extensión y divulgación, que mis sabios maestros me inculcaran, a mi paso por esta noble Casa de Estudios.

Aceptad mi respetuoso saludo y el testimonio de mi más alta estima.

HE DICHO.

SUMARIO

- I.—INTRODUCCION
- II.—MATERIAL Y METODOS
- III.—RESULTADOS
- IV.—DISCUSION Y CONCLUSIONES
- V.—BIBLIOGRAFIA

I—INTRODUCCION

"No puede haber duda que la agricultura fué la base de todo el avance cultural en América. Tampoco puede dudarse de que el maíz era la cosecha básica de toda la agricultura americana; y como ha declarado Nuttall (1925), "La historia del desarrollo del maíz, es inseparable de la historia del origen y desarrollo de la civilización en el continente americano". Nadie tal vez, ha expresado esta convicción más claramente que Payne— de que nada que valga la pena de ser llamado civilización, se encontró nunca con una base agrícola que no sea cultivo de cereales. Entre las formas de producción de alimentos, sólo la agricultura de los cereales, impone, recompensa y estimula al trabajo y al ingenio en igual grado". (14)

a) Ningún hecho histórico, social o político, ha sido tan relevante para el nombre de Guatemala, como el hecho científico por grandes sabios estudiado, de que Ella es, si no el centro primario y único de difusión del maíz, un centro secundario, no por ello menos importante, ya que entonces se coloca como creadora y mejoradora, de las múltiples variedades que se han difundido por el Mundo entero. Pero como dice el doctor Epaminondas Quintana. (14) "¿Qué sabemos nosotros, los descendientes directos de aquellos que lo crearon, del maíz? Por ventura, ¿sabemos algo más que comerlo? "El máspreciado de nuestros tesoros, se encuen-

tra en el olvido. El guatemalteco es hombre de maíz. Los Mayas y sus antecesores eran hombres de maíz, los guatemaltecos del presente también lo somos.

Como hemos podido comprobar en el Museo Arqueológico Nacional de Guatemala, múltiples son los testimonios, que desde la Epoca Preclásica Antigua de Huaxactún 2.000 años antes de Cristo, se nos presentan en forma de comales, piedras de moler, pichachas, etc. Y muchos son los monumentos y figuras de los dioses del maíz. Las más antiguas leyendas como el Popol-Buj, consideran que el hombre fue creado en su carne, de maíz amarillo; y en sus huesos, de maíz blanco. Todas esas manifestaciones y hermosos simbolismos, nos inducen a decir: Guatemala es el maíz, y el maíz es Guatemala.

Si tan importante resulta históricamente para nuestro pueblo, económicamente lo es más, y en ello están vinculados a nosotros, casi la totalidad de los pueblos de este Continente, y un gran número de pueblos de otros Continentes.

Según datos estadísticos de la FAO para el año de 1952, hemos podido comprobar que el maíz en América, supera en área de cultivo, y aún más en volumen, a otros granos de importancia como el trigo y el arroz juntos.

Superficie de cultivo y producción en 1950, de maíz, trigo y arroz en las Américas. (17)

	Superficie en 100.000 de Ha.	Producción en 100.000 de Toneladas
Maíz	47.6	92.6
Trigo	43.1	48.9
Arroz	3.3	6.3

Por lo que el área del maíz, resulta ligeramente superior a la del trigo y arroz juntos. Pero si hacemos una comparación del volumen de producción, tenemos que el maíz, es aproximadamente 68.6 por ciento mayor en volumen, que el total de los otros dos juntos.

Si luego hacemos la comparación en nuestro medio, entre el maíz y otros granos, tenemos:

Superficie de cultivo y producción de granos en Guatemala durante el año de 1950 (5).

	Superficie en Hts.	Producción en qq.
Maíz	773,521	1,091,775
Suma de otros granos	187,923	9,424,947
Frijol	104,500	484,793
Arroz	10,830	169,090
Trigo	43,859	355,445
Haba	28,423	80,177
Cebada	122	1,130
Garbanzo	140	798
Lenteja	52	342

Lo que da al maíz una ventaja en superficie de 4.1 veces más, que los otros juntos, y una producción que los rebasa en 8.333,172 quintales o sea un volumen 8.6 veces mayor. Comparando ahora valor de maíz, contra valor de otros granos juntos tenemos que: Maíz arroja una producción con valor de Q28.532,115, en tanto que Frijol, haba, cebada, garbanzo, trigo y arroz, Q6.195.636, arrojando un saldo a favor del maíz, de Q22.336.479. (5)

Ahora bien, no en todos los países tiene la misma influencia económica y social, en unos, el maíz representa el engranaje de una poderosa industria, que lo convierte en carne, pieles, grasa, leche, proteínas, dextrina, almidón, plásticos, alcoholes, explosivos, etc. La prueba más fehaciente, la tenemos en los Estados Unidos, que ha hecho de este cultivo, el eje de su economía. (8)

Para otros puede decirse que es más vital, ya que es la base de su alimentación. En la familia indígena de Guatemala, el maíz constituye una fuente del 80% de calorías, y un 70% de proteínas. (6) En el altiplano de Guatemala, el consumo de maíz per cápita, y por día, asciende alrededor de 500 gramos (9).

Económicamente, tomando en cuenta los precios de 15 artículos entre alimentos, bebidas y combustibles, se nota una relación estrecha durante el año con respecto al precio del maíz, que se ilustra a continuación:

Bases, Febrero de 1946 100.00 Dirección General de Estadística. (4)

	Índice Medio de 15 artículos en la Rep.	Índice Medio de Maíz en la Rep.
Enero	151.3	145.8
Febrero	156.4	152.2
Marzo	159.4	166.7
Abril	164.0	183.3
Mayo	170.3	200.0
Junio	170.5	200.0
Julio	171.0	208.3
Agosto	165.1	175.0
Septiembre	162.5	158.3
Octubre	167.1	162.5
Noviembre	165.6	166.7
Diciembre	165.1	175.0

Dada pues la importancia de este precioso cereal para la gran mayoría de los pueblos de la América Latina, importantes con también los trabajos que sobre él se han realizado, y actualmente se realizan. Hace aproximadamente 10 años, que los estudios genéticos y comparativos, ocupan el interés de países como Puerto Rico (21), Cuba (20,15), México (23) y Colombia. Brasil (7), Guatemala (15,16).

Los trabajos consisten en el desarrollo de variedades de "libre polinización" y también de "híbridos", para lo que tienen que pasar por múltiples fases como son: Obtención de líneas puras, ensayos de aptitud combinatoria de esas líneas, predicción del comportamiento de los híbridos, Obtención comercial de los híbridos, etc. Pero, pese a todos los adelantos alcanzados, en los medios campesinos de la América Latina, el cultivo del maíz sigue practicándose con los mismos métodos culturales que los españoles encontraron al descubrirla; los mismos métodos de selección, los mismos implementos, que además de la macana se han complementado con el uso del azadón y el machete, y en casos muy esporádicos en las tierras llanas, el uso del arado de madera con tracción animal. Así es como los nativos, continúan trabajando su legendaria siembra del maíz.

Guatemala como ya hemos visto, es uno de los países que desde hace varios años, viene haciendo estudios y mejorando variedades, por medio del Iowa Tropical Research Center y de la Compañía Agrícola de Guatemala, INFOP. Pero aún no cuenta con maíces de altos rendimientos, como los presentados por las variedades de híbridos obtenidos en otros países y principalmente en los Estados Unidos. No existen centros nacionales ni particulares, que se hayan dado a la tarea de crear mejores variedades, mejores rendimientos, mejores prácticas de cultivo, y al mismo tiempo, diseminarlas. Con ello se beneficiaría el centro productor, el agricultor y el campesino, y por ende el país entero. No contamos con datos estadísticos sobre el costo de producción, rendimientos unitarios, datos meteorológicos de las diferentes regiones, factores todos, que pueden orientar en el mejoramiento del cultivo.

Para ilustrar el estado del rendimiento nacional y el de países más avanzados, se presenta el siguiente cuadro, de Diciembre de 1950. (22).

País	Año de Referencia	Quintales por Manzanas
Canadá	1950	40.8
Estados Unidos	1950	36.2
Brasil	1950	19.8
El Salvador	1948	19.6
Argentina	1949	15.5
Colombia	1949	14.5
Venezuela	1949	14.0
Guatemala	1949	12.4
México	1949	11.4
Uruguay	1950	10.4

Por lo que el Canadá y los Estados Unidos, obtienen los mejores rendimientos, en tanto, los países que como Guatemala, se encuentran en la verdadera zona ecológica del cultivo, tienen los más bajos. No está demás tomar en cuenta, que México se encuentra desde hace algunos años, en abierta campaña nacional, pro mejoramiento de sus maíces. (23)

Dado que, Guatemala posee características y atributos únicos, en lo que se refiere a ser una fuente de "genes" en

todo el Continente, debe tomarse la atribución de seleccionarlos, estudiarlos, experimentar y mejorar sus diferentes variedades, para luego, difundirlas en provecho de toda la población Centro Americana.

Tomando en cuenta estas conclusiones, se decidió que un motivo digno de estudio es el maíz; y más aún, el del altiplano, ya que los experimentos anteriormente realizados, se han enfocado sobre variedades de maíz de tierra caliente, sobresaliendo entre ellos, el T. G. Y. (Tiquizate Golden Yellow), el 142-48 y el "Cofino" todos ellos obra del Iowa State College (15.) Pero para las tierras del Altiplano, con densa población indígena, aún no existen variedades comparativas, que hayan comprobado su valor en la explotación económica.

Dos caminos pueden tomarse para el mejoramiento de los rendimientos. Se pueden obtener ciertos resultados mejorando las prácticas agrícolas, pero estos resultados son temporales, requieren un esfuerzo continuo y general, trayendo además consigo, el uso de fertilizantes, maquinaria, y el asesoramiento de numeroso personal técnico, nuestro país aún no está preparado ni social, ni económicamente para entrar en este plan.

En vista de ello, existe una forma más adaptable, o sea la aplicación de la Genética en el mejoramiento de las variedades. Con un pequeño grupo de técnicos, se pueden obtener grandes resultados, para una población mayor. Además, debemos hacer notar que en cuanto al aumento de la producción, existe marcada diferencia entre mejores prácticas agrícolas y aplicación de la genética. La primera puede aumentar la producción en un 15% más o menos, en tanto que la segunda, puede duplicar y triplicar la producción.

Así tenemos, como en diferentes esferas de la Nación, se cree que para evadir las continuas bajas en la producción, debe recurrirse a un aumento de las áreas cultivables. La Dirección General de Estadística de Guatemala, en su "Contribución Estadística para el Estudio del Maíz" calcula que para el año de 1950, con un rendimiento de 12.4 quintales por manzana, se necesitan 647,349 manzanas de primera siembra y 126,172 de segunda, para obtener los 8,021,585 quintales necesarios para satisfacer las necesidades de consumo; pero el mismo año, se hizo una importación adicional de 117,367 quintales. Quiere decir que Guatemala en ese entonces para duplicar su producción, por cualquier motivo

supuesto; hubiera necesitado 1.547.042 manzanas. En cambio el area total de tierras de cultivo, de todos los cultivos en el mismo año, apenas alcanzaba la cantidad de 1,252.618 manzanas.

Facilidades y recursos necesarios:

Para poder entrar en un plan de experimentación como el que nos ocupa, se decidió solicitar ayuda a la Junta Directiva de la Facultad de Agronomía que por medio de los Departamentos de Agricultura e Investigaciones trataron en la mejor forma, y dentro de su reducido presupuesto, satisfacer las más perentorias necesidades.

1º—A solicitud de la Junta Directiva, el Doctor Oudh Behari Tandon, Biómetra del Instituto de Nutrición para Centro América y Panamá, aceptó con todo entusiasmo y desinterés, hacerse cargo del asesoramiento del trabajo.

2º—El terreno de cultivo sobre que se inició el experimento, fue amablemente cedido por el licenciado don Rafael Piñol y Batres, en su finca "Las Charcas".

3º—Los trabajos de preparación del suelo, cultivo, siembra, cosecha y cuidado, fueron costeados por el Departamento de Agricultura de la Facultad de Agronomía, descomponiéndose en la forma siguiente:

150 jornales a Q0.80 C'u.....Q	120.00
Cuido y asistencia.....Q	30.00
Arado; operador y combustibles.....Q	50.25
Rastra; operador y combustibles.....Q	24.75
Gastos Generales.....Q	10.00
TOTAL.....Q	235.00

Las posibilidades que presentan las "variedades locales" sometidas en este trabajo, para poder gozar de popularidad en el Altiplano de Guatemala, fueron deducidas de informaciones recabadas en los medios donde espontáneamente se producen, mostrando la mayoría de ellas, una marcada aclimatación en la zona templada fria. Para poder llegar

a conclusiones sobre cuáles son las ventajas agronómicas que presentan en comparación con las que prevalecen en la misma zona, se decidió abordar su estudio.

Entre las principales características genéticas que estimulaban a una investigación, se encontraban:

a) Vigor vegetativo, caracterizado principalmente por altura de la planta, grueso y resistencia del tallo, exuberancia de follaje y número de niveles de cada planta.

b) Algunas de estas "variedades locales", presentaban caracteres fenológicos en la conformación de la mazorca, tales como: espigas fasciadas y ramificadas, así, como también, un gran número de hileras, incluido quizá, por el tipo de herencia poligénica.

Objetivo:

Las variedades seleccionadas para el estudio, comprendía 18 aclimatadas en el altiplano, y el T. G. Y., propio de tierra caliente. Usando estas 19 variedades los objetivos eran los siguientes:

a) ¿Cuáles serán los valores agronómicos relativos de las 18 "variedades locales" seleccionadas?

b) Dentro de las 18 "variedades locales" del altiplano, ¿cuáles serán las mejor dotadas?

c) ¿Cuáles serán los valores comparativos del T. G. Y., contra las variedades del altiplano?

Tabla No. 1

Fuentes y descripción de las variedades comprendidas en este estudio

Variedades			Fuente	Color del Grano	Tipo de grano	Observaciones
TM-1	(Variedad	local)	Finca Las Charecas	Amarillo	Córneo	
TM-2	"	"	" " "	"	Mixto	
TM-3	"	"	" " "	"	Dentado	
TM-4	"	"	Teopán Guatemala	"	Córneo	Granos extra-largos
TM-5	"	"	Huachuqueño	"	Córneo	
TM-6	"	"	Teopán Guatemala	"	Dentado	
TM-7	"	"	Finca Las Charecas	"	Córneo	Espiga fasciada.
TM-8	"	"	" " "	"	Córneo	
TM-9	"	"	" " "	Blanco	Córneo	Espiga fasciada.
TM-10	(Tiquizals	Joradot	Inst. Agropec. Nacional	Amarillo	Córneo	
TM-11	(Variedad	local)	A. G. A.	Blanco	Dentado	
TM-12	"	"	Los Cipresales	"	Dentado	
TM-13	"	"	Finca Las Charecas	"	Dentado	
TM-14	"	"	" " "	"	Córneo	Espiga fasciada.
TM-15	"	"	" " "	"	Dentado	
TM-16	"	"	" " "	"	Dentado	Granos extra-largos
TM-17	"	"	A. G. A.	"	Córneo	
TM-18	"	"	Los Cipresales	"	Córneo	
TM-19	"	"	Finca Las Charecas	"	Dentado	

II - Material y Métodos

En la colección del material disponible para el presente trabajo, se llaman "variedades locales", las variedades del altiplano que son mezclas de variedades o poblaciones híbridas. El T. G. Y. es una "variedad mejorada en el país" para tierra caliente. El terreno en que se efectuó el experimento, está situado en la parte Norte de la Finca "Las Charcas" y cultivado con una plantilla artificial de alcanfores, situados en cuadro de aproximadamente 5 metros de lado, y con una altura no mayor de 1.20 metros. La topografía es poco accidentada y con un suelo clasificado como "Suelo Guatemala, Migajón Arcilloso.

Los datos meteorológicos de la región, fueron obtenidos del Observatorio Nacional, que para los meses del periodo vegetativo fueron: Tabla No. 2.

El suelo se preparó con un tractor Allis Chalmers triciclo, propiedad de la Facultad de Agronomía, teniendo como implementos un arado de dos discos y una rastra de la misma marca. Fué preciso dos pasadas de arado y dos de rastra, para remover la grama Bermuda y el pasto ilusión que lo cubría. Todo el trabajo de preparación del suelo, se realizó en los 15 primeros días del mes de Mayo, y así quedó listo para la demarcación del área de experimento.

PLANEAMIENTO DEL EXPERIMENTO

Existe gran número de métodos que pueden ser usados para evaluar los caracteres agronómicos relativos de un número determinado de variedades, líneas etc. Pero no todos los métodos tienen las mismas ventajas. Un experimento sistemáticamente planeado, que da como resultado comparaciones eficientes y sin sesgos, tiene que ser el mejor. Un planeamiento en este sentido, se refiere a tomar en cuenta y balancear, hasta donde es físicamente posible, los diferentes factores que pueden influir en las características bajo estudio. Debe también tomarse en cuenta la fácil y metódica recolección de los datos e informaciones sobre los factores que no pueden ser controlados físicamente, para así controlarlos estadísticamente y hacer los ajustes y correcciones pertinentes, que eviten su influencia sobre las características.

En la literatura consultada está de manifiesto, que los

Tabla No. 2

Observatorio Meteorológico Nacional de Guatemala, 1954

Meses	Temperatura: C°		Humedad Relativa Media	Humedad Relativa Media	Lluvia Total milímetros	Horas de Sol Hrs. y décimos
	Media	Máxima				
Junio	18.3	29.4	13.5	87	377.6	112.9
Julio	18.3	46.8	12.7	84	220.2	173.1
Agosto	18.8	26.8	13.8	80	140.0	219.9
Septiembre	18.2	26.8	13.3	85	166.1	170.4
Octubre	16.7	25.9	10.5	81	217.3	143.6

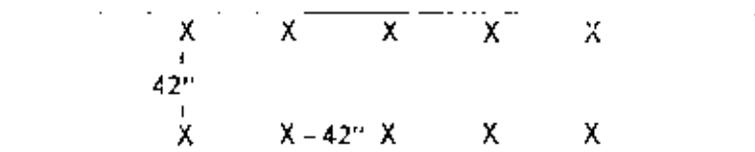
siguientes factores, influyen en las características agrónómicas que en este caso interesan:

- a) Ambientales: Tipo de suelo; clima (temperatura, lluvia, radiación solar, duración del día, y otros), fertilidad y métodos de cultivo.
- b) Hereditarios: Factores de orden genético.
- c) La "interacción" entre factores ambientales y genéticos. Lo que quiere decir, respuesta diferencial de varios genotipos, sobre diferentes ambientes.

Fue por ello, que para todas las variedades locales y mejoradas, se usaron los mismos métodos culturales, y su siembra se efectuó al mismo tiempo. En esta forma, los efectos del método de cultivo y clima, fueron eliminados como causas adicionales de la variación, en las características.

Se escogió un área del terreno, que en su extensión total, presentaba el mismo tipo de suelo, y aparentaba tener una fertilidad uniforme.

La dimensión de las parcelas fue seleccionada de tal manera, que las diferencias entre ellas en cada replicación, eran mínimas. La forma y dimensiones quedaron así:



Las variedades locales y las mejoradas, fueron asignadas al azar entre las parcelas, por lo cual, un grupo de 19 parcelas, contenía las 19 variedades, formando así, una replicación.

A pesar de todas las precauciones tomadas, reconocemos el hecho, de que no todas las condiciones pueden ser exactamente iguales, para todas las parcelas de cada replicación. Entonces, para poder estimar el efecto aún no controlado, fue necesario planificar 9 replicaciones más de las 19 variedades, sorteadas en la misma forma y en el correspondiente número de parcelas. Lo anterior es necesario, con el objeto de controlar estadísticamente, los efectos que no pueden controlarse físicamente.

Además se observó, que varia el número de plantas entre las parcelas, según su localización, característica que siendo primordialmente ambiental, influye significativamente el rendimiento, por lo que es necesario controlar estadísticamente su efecto.

Resumiendo, el diseño adoptado fue el de "Bloques al azar" con un total de 10 (diez) replicaciones. Este diseño fue el escogido, tanto por la sencillez que presenta en el trabajo físico desde la siembra hasta la recolección, como también en el análisis de los datos. Además, siendo el número de las variedades no muy grande, y el terreno bastante uniforme, se decidió este sistema, sobre otros más complicados.

Ya terminado el diseño, y con el objeto de no alterar en nada las condiciones generales de siembra en nuestro medio, y poder así establecer plenamente una comparación del comportamiento de las variedades, se procedió a la siembra a mano y con el uso del azadón. En la misma forma se procedió para la distancia entre matas, que generalmente es de 42 pulgadas entre planta y planta y la misma entre líneas. Para facilidad y mayor exactitud, se tejió una maya de 27 cuadros, que al ser colocada en el suelo por cuatro estacas en sus extremos, indicaba exactamente el lugar de siembra de 20 matas; puñitos de arena blanca, marcaban al sembrador el lugar preciso. En esa forma, el tamaño de las parcelas era de 5.3 x 2.7 igual a 11.13 metros cuadrados. Los granos se colocaban al principio de cada parcela, en bolsitas que contenían cincuenta granos cada una. Cada postura contaba de cinco granos, que es lo generalmente usado, no precisamente para que subsistan las cinco plantas por mata, sino para asegurar por lo menos tres, ya que dos más o menos, se pierden por falta de germinación, insectos, pudrición, o por aves que tienen el hábito de descnterrarlas y comerlas.

La siembra se efectuó el 29 de Mayo, fecha en que el suelo había recibido cierta cantidad de aguna. En un solo día se dejó hecha toda la siembra.

En los últimos días del mes de Agosto, se practicó una ligera limpia y al mismo tiempo, el aporque de la plantación. Este fue todo el cultivo que se practicara. Al mes de efectuada la siembra, se dió principio a la toma de datos, para lo cual se elaboró el siguiente cuadro, que comprendía las 19 variedades de cada replicación, y que ilustramos seguidamente:

Record del Experimento de Maiz en el terreno de las Charcas

Serie:	No. de Matas:	No. de Plantas:	Fecha de la inflorescencia:	Promedio de flores de hojas por planta	Número
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	

La serie comprendía de 1 a 19 variedades, de cada replicación; como eran 10 replications, se llenaron 10 cuadros. La columna No. 1, fue llenada primeramente con el número de matas por parcela. La columna No. 2, se anotó cuando empezó a aparecer la inflorescencia, que en ese caso se anotaba en la columna No. 3, cuando el número de flores masculinas o espigones era del 50 por ciento en la parcela.

La columna No. 4, fue anotada posteriormente, contando las hojas de dos plantas representativas de cada mata, y en toda la parcela.

Para facilitar la toma de datos, se sembró una estaca al principio de cada parcela, a la que se ató una etiqueta de madera, que contenía el número de identificación de la parcela.

Para observar la resistencia al arrancado y a la rotura del tallo, no se dobló la planta, como es costumbre corriente en nuestro medio.

El 5 de Diciembre se procedió a la recolección, colocando las mazorcas de cada parcela, en una bolsa de 25 libras, con su correspondiente identificación.

Luego, se procedió a tomar el peso de las mazorcas de cada parcela, que juntas en una caja de cartón perfectamente tarada, se colocaba en una balanza de resorte especial para el efecto, y graduada en libras y décimos de libra. Después de pesadas se procedía a contarlas. Los datos se anotaron en cuadros diseñados para el cálculo del rendimiento, y similares a los usados en la toma de datos de campo.

Los métodos que se usó para el análisis de los datos son los siguientes:

1o.—Tabulación y representación gráfica, para facilitar comparaciones y notar tendencias.

2o.—Promedios aritméticos y errores standard correspondientes.

3o.—Análisis de la Varianza de cada característica, para evaluar factores importantes, importancia relativa de cada uno, y sobre todo, determinar si las variedades, en verdad difieren significativamente.

4o.—Análisis de la "Covarianza", para controlar estadísticamente, los factores que no pueden controlarse físicamente.

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE CIERTAS VARIEDADES LOCALES DE MAÍZ DEL ANTIPLANO GUATEMALTECO

No. de Variedad	No. de plantas por parcela	Promedio No. de hojas por planta	No. de días a la florencia	Promedio No. de mazorcas por planta.	Peso promedio por mazorca Lbs.	Rendimiento por manzana qq.
RM-1	25.8	13.6	96.1	0.83	0.29	39.94
TM-2	26.8	13.5	97.0	0.84	0.28	41.16
TM-3	28.0	13.0	98.5	0.73	0.24	33.13
TM-4	30.4	13.3	97.9	0.77	0.23	32.32
TM-5	31.4	12.7	97.3	0.72	0.22	29.37
TM-6	29.4	13.3	98.6	0.71	0.21	31.61
TM-7	29.1	13.4	97.0	0.79	0.23	40.92
TM-8	28.6	13.3	97.2	0.73	0.25	31.00
TM-9	29.6	14.0	98.7	0.75	0.30	40.36
TM-10	32.8	9.7	98.0	0.70	0.09	11.23
TM-11	29.1	13.6	99.0	0.64	0.23	32.67
TM-12	29.1	13.8	98.2	0.68	0.26	31.76
TM-13	27.6	13.6	97.3	0.73	0.24	34.74
TM-14	28.5	14.1	99.0	0.79	0.28	33.46
TM-15	26.4	13.7	98.9	0.77	0.25	34.64
TM-16	28.0	13.7	99.9	0.71	0.24	31.99
TM-17	30.7	13.8	100.4	0.69	0.24	27.77
TM-18	32.8	13.4	99.7	0.62	0.23	28.67
TM-19	32.5	13.8	97.7	0.72	0.24	33.73
Error Standard	2.5	0.3	1.0		0.02	3.64

III RESULTADOS

Tabla No. 4

Número de Plantas por Parcela

Análisis de la Varianza

Factores	G. L. (a)	Suma de Cuadrados	Medias de Cuadrados	F.
Variedades locales....	18	755.0	41.98	
Replicaciones	9	1,629.0	181.00	2.969**
Error experimental....	162	9,877.5	60.97	
Total	189	12,262.4		

(a) Indica Grados de Libertad.

* Indica probabilidad menor que 0.05.

** Indica, probabilidad menor que 0.01.

1^o—Existe una gran variación en esta característica, pues la oscilación está comprendida entre 10 y 45 plantas por parcela. Se sembraron 50 granos por parcela. De tal manera que la sobrevivencia y porcentaje de germinación de estos maíces está comprendida entre el 20 y el 90 por ciento.

2^o—Hay también mucha diferencia entre las replicaciones, pues en la No. 1, el promedio es de 24 plantas por parcela, equivalente al 48 por ciento; y aunque en la replicación No. 2, las cifras correspondientes son 34 plantas por parcela, o sea un 68 por ciento de sobrevivencia, parece que la parte central del área de experimentación, presenta un mejor "clima de cosecha".

3^o—La diferencia entre variedades locales, no es estadísticamente significativa.

El T. G. Y., tiene un promedio de 33 plantas por parcela, en tanto las variedades locales del altiplano, presentan un promedio de sólo el 29 por ciento; lo que significa una sobrevivencia entre 66 y 58 por ciento respectivamente. (Tabla No. 3 columna 2)

Desde el punto de vista práctico, esta diferencia es bastante pequeña. Puede tomarse la sobrevivencia de estas variedades locales sembradas en el altiplano, como de un 60 por ciento.

Tabla No. 5

Número de Hojas por Planta

Factores	Análisis de la Varianza			
	G. L.	Suma de Cuadrados	Media de Cuadrados	F
Variedades locales....	18	159.21	8.84	11.33 ^{**}
Replicaciones	9	36.53	4.06	5.205 ^{**}
Error experimental ..	162	126.37	0.78	
Total	189	322.11		

Según la tabla No. 5, podemos decir que:

- 1º—Son estadísticamente muy significativas, tanto las diferencias entre replicaciones, como las entre variedades locales. Y aunque la diferencia en el número de hojas por planta es estadísticamente significativa entre las replicaciones, la oscilación entre ellas no excede de 13 a 14 en las replicaciones No. 2 y No. 10, respectivamente.
- 2º—La mayor parte de la diferencia entre estos maíces, puede ser atribuida a la diferencia entre el T. G. Y. y las variedades locales del altiplano.

El T. G. Y. presenta un promedio de 9.7 hojas por planta, en tanto que las locales 13.5 hojas por planta. Las diferencias entre las variedades locales del altiplano, no son dignas de tomarse en cuenta, pues son relativamente mínimas.

3º—Entre los factores estudiados, la importancia relativa en cuanto a su contribución al número de hojas por planta, es la siguiente:

Variedades locales	46%
Replicaciones	10%
Error experimental	44%

4º—Por lo que las variedades locales No. TM-9 y No. TM-14, son las mejores, con un promedio de 14 hojas por planta. (Ver tabla No. 3 columna No. 3.

Tabla No. 6

Número de días entre Siembra e Inflorescencia

Análisis de la Varianza

Factores	G. L.	Suma de Cuadrados	Media de Cuadrados	F.
Variedades locales	18	1,250	69.44	6.54
Replicaciones	9	73	8.11	
Error experimental	162	1,720	10.62	
Total	189	3,043		

Por lo que podemos deducir:

1º—Que entre los factores estudiados, únicamente la diferencia entre variedades es estadísticamente significativa. Esta diferencia se debe a la relación entre T. G. Y. y las variedades locales del altiplano; éstas tienen un ciclo de 98.3 días en tanto que el T. G. Y. lo tiene de 88.0 días (Ver la tabla No. 3, columna 4).

2º—La oscilación entre replicaciones es de 97.0 a 98.6 días.

Tabla No. 7
Número de Mazorcas por Parcela

Análisis de la Varianza				
Factores	G. L.	Suma de Cuadrados	Media de Cuadrados	F.
Variedades locales....	18	457.5	25.4	
Replicaciones	9	642.9	71.4	1.15 [*]
Error experimental ..	162	5,932.4	36.6	
Total	189	6,032.2		

Existe una ligera indicación de que la diferencia entre replicaciones, es significativa. En cambio, la diferencia entre variedades locales es insignificante.

Tabla No. 8
Rendimiento por Parcela

Análisis de la Varianza				
Factores.	G. L.	Suma de Cuadrados	Media de Cuadrados	F.
Variedades	18	167.10	9.293	2.440 ^{**}
Replicaciones	9	101.31	11.257	2.956 ^{**}
Error experimental ..	162	616.87	3.808	
Total	189	885.28		

Tanto las diferencias entre replicaciones como entre variedades, son muy significativas. Ya que el número de plantas por parcela, influye en el número de mazorcas de la misma, lo cual determina el rendimiento por parcela, fue necesario en consecuencia, eliminar dicha variación ajena, para lo cual se usó el análisis de "Covarianza" que se presenta en tabla No. 9.

Tabla No. 9

Número de Plantas y Rendimiento en libras por Parcela

Análisis de Covarianza

Factores	G. L.	Suma de Cuadrados y productos			Error de estimación.			F
		Número de plantas	Producto	Rendimiento	G. L.	Suma de Cuadrados	Media Cuad.	
Varietades	18	755.9	180.90	107.10				
Replicaciones	9	1,829.0	216.58	101.31				
Error experimental ..	162	9,877.5	850.41	610.87	161	543.05	3.370	
Error experimental más variedades	180	10,633.4	960.51	783.97	179	742.94		
Diferencias ajustadas entre variedades					18	190.29	11.072	3.280**
Error más Replicaciones	171	11,506.5	1,066.97	718.18	170	619.24		
Diferencias ajustadas entre replicaciones ...				9	9	75.59	8.399	2.488*

Después de corregir o ajustar los rendimientos de las variedades con la diferencia existente entre ellas en número de plantas por parcela, se nota que la importancia de las variedades aumenta, pero la diferencia existente entre replicaciones disminuye. Los rendimientos de las variedades corregidas para 29.32 plantas por parcela, y los rendimientos expresados en quintales por manzana de las mismas, se representan en la Tabla No. 10.

Tabla No. 10

Rendimiento Por Parcela y Por Manzana De Las Variedades Locales Estudiadas En El Altiplano De Guatemala. 1954.

No. de variedad local	Rendimiento de 29.32 plantas en lbs.	Rendimiento por manzana en quintales
1	6.368	39.94
2	6.562	41.16
3	5.282	33.13
4	5.153	32.32
5	4.682	29.37
6	5.039	31.61
7	6.524	40.92
8	5.367	33.66
9	6.435	40.36
10	1.791	11.23
11	5.209	32.67
12	5.064	31.76
13	5.538	34.74
14	6.131	38.46
15	5.522	34.64
16	5.004	31.39
17	4.427	27.77
18	4.571	28.66
19	5.377	33.73

En donde se ve claramente que el T. G. Y. (variedad de tierra caliente), rindió casi la quinta parte (1/5), del rendimiento de las variedades locales del altiplano, sembradas en la zona templada fría de Guatemala.

Entre las mejores variedades locales, se destacaron: TM-2; TM-7; TM-9; TM-1 y TM-14.

Tabla No. 11
PESO POR MAZORCA.
 Análisis de la varianza

Factores	G. L.	Suma de Cuadrados	Media de Cuadros	F.
Variedades	18	0.3609	0.0202	5.179 ^{**}
Replicaciones	9	0.1239	0.0138	3.538 ^{**}
Error experimental...	162	0.6325	0.0039	
Total	189	1.1203		

La diferencia entre replicaciones y entre líneas, son ambas muy significativas, pues el promedio de peso por mazorca para el grupo de variedades locales es de 0.26 libras, El T. G. Y., en las mismas condiciones, produjo mazorcas pesando el promedio de 0.09 Lbs. (Ver la tabla No. 3 columna 6), lo que quiere decir que más o menos 3 mazorcas de este maíz, pesan lo que una de las variedades locales del altiplano.

Entre las mejores variedades locales se destacaron: TM-9 con 0.30 libras; TM-1 con 0.29 libras; TM-7 con 0.28 libras; TM-2 con 0.28 libras y TM-11 con 0.28 libras.

IV.—DISCUSION Y CONCLUSIONES

La gran diferencia existente entre las replicaciones en lo que respecta al número de plantas por parcela; indica un efecto importante del factor "clima de cosecha" sobre esa característica.

Considerando la sobrevivencia de las variedades locales sembradas en el altiplano en un 60 por ciento, la tabla No. 12 nos indica la probabilidad de espacios vacíos en el campo de siembra, según el número de granos por postura.

Tabla No. 12

Número de granos en cada postura	Probabilidad de espacios vacíos
1	0.40
2	0.16
3	0.06
4	menor q' 0.01

Basados en estos resultados, la siembra de 4 granos por mata aseguraría bajo el punto de vista práctico, el ciento por ciento del área cubierta.

La diferencia muy significativa en el número de hojas por planta, tanto entre las replicaciones como entre las variedades, significa que los factores genéticos y ambientales, son ambos muy importantes en la determinación del rendimiento en follaje producido por unidad de superficie.

Pero la parte genética, parece ser la más importante, puesto que determina casi el 50 por ciento de la variación en esta característica.

En lo que respecta al período de días desde la siembra hasta la inflorescencia, el único factor importante y determinante es la variedad; así es como el factor genético influye en esta característica, mucho más que el factor ambiental, o sea que el "clima de cosecha" es poco importante en la determinación del período a la floración. Las variedades locales del altiplano estudiadas, llegan a la inflorescencia en un período de 98 días a partir de la fecha de siembra.

La significativa diferencia entre replicaciones, en lo que respecta al número de mazorcas por parcela, no es un

efecto de la fertilidad; sino que esta característica, depende estrechamente del número de plantas por parcela. Dicha diferencia entre replicaciones, desaparece si consideramos el número de mazorcas por planta, que se presenta a continuación:

Número de la Replicación	Número de mazorcas por planta.
I	0.78
II	0.69
III	0.75
IV	0.67
V	0.71
VI	0.74
VII	0.69
VIII	0.74
IX	0.75
X	0.76

La muy significativa diferencia tanto entre variedades como entre replicaciones, indica que los factores genéticos y ambientales influyen sobre el rendimiento; y como ya fue indicado anteriormente, la variación en el número de plantas por parcela, es influido por el factor ambiental, siendo por lo tanto necesario, ajustar los rendimientos de las variedades, antes de entrar a su comparación.

La importancia de los factores genéticos sobre el rendimiento, aumenta después de ser corregida para el antedicho factor ambiental.

Puede apreciarse que la importancia relativa de los factores estudiados, actuando sobre el rendimiento ya ajustado para 29.32 plantas por parcela; es en variedades 17 por ciento; en replicaciones 6 por ciento; y en los factores desconocidos o sea error experimental el 77 por ciento.

Se puede por lo tanto concluir, que los factores genéticos, son casi 3 veces más importantes, que los factores ambientales.

La importancia relativa de los factores estudiados sobre el peso por mazorca, es en las variedades el 27 por ciento; en replicaciones el 8 por ciento, y en los factores desconocidos o error experimental el 65 por ciento. Así puede de-

jarse asentado, que los factores genéticos, en este caso, son 3 veces más importantes que los factores ambientales.

Como conclusión, se puede decir, que dentro de las 18 variedades locales estudiadas, las mejor dotadas son: TM-1 (amarillo córneo), TM-9 (blanco córneo) y TM-2 (amarillo mixto). Además de éstas, los números TM-14 (blanco córneo) y TM-7 (amarillo córneo) son prometedoras de algüenos resultados.

Debe tomarse en cuenta, que las 5 "variedades locales" más altas en rendimiento, son también las mejores, si se toman todas las características agronómicas en conjunto. Por consecuencia, solamente el rendimiento en sí, es un buen índice de los valores agronómicos comparativos, que puede guiar en la selección entre variedades.

El hecho que dentro de las 5 variedades anteriores, tres de ellas (TM-7, TM-9 y TM-14) exhiban espigas fasciadas, invita a una amplia investigación de esta característica en el futuro. Las variedades que contienen esta característica, ofrecen una buena oportunidad para el mejoramiento genético del maíz del altiplano guatemalteco, y prometen ser, una de las soluciones más importantes en el problema de los bajos rendimientos.

Mario D. Penagos G.,

Va. Bo.

Mario Molina Llardén,
Jefe del Depto. de Investigaciones.

Imprimase.
Ing. Bernardo Fuentes Alvarado.

Decano

BIBLIOGRAFIA

- 1 Anderson Edgar and Cutler, Hug. C., 1942. Races of Zea Mays: I. Their recognition and classification. Ann. Mo. Bot. Gard.
- 2 Beadle, G. W. 1939 Teosinte and the origin of maize. Journ. Hered.
- 3 Barusta, G T., 1938. Investigaciones biotécnicas. Origen y evolución del maíz. Agricultura. I.
- 4 Boletín Mensual. Dirección General de Estadística. 1946. Guatemala.
- 5 Boletín especial. Dirección General de Estadística. Octubre y Dic. 1950.
- 6 Bressani Ricardo; Guillermo Arroyave y Nevin S. Scrimshaw. The nutritive value of Central American Corns. I Nitrogen, ether extract, crude fiber, and minerals of twenty-four varieties in Guatemala.
- 7 Brieger, F. G. Estudos Experimentais sobre a origem do milho. Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Universidade de Sao Paulo. Oct. 1944.
- 8 Colliers, Enciclopedia. Economía de los Estados Unidos.
- 9 Flores M. y Emma Reh. Estudio de hábitos dietéticos en Población de Guatemala. 2 Santo Domingo Xenacoj, Publicación Científica I. N. C. A. P. E - 68. Guatemala.
- 10 Gheorghiamor y Gustavo J. Fischer. El Carbón del Maíz.
- 11 Grobman, A. 1951. Selección genética complementaria, como método formativo de variedades sintéticas de maíz.
- 12 Hayes. and Immer F. R. Métodos fitotécnicos. Acme Agency, Buenos Aires.

- 13 Kempton J. H., Inheritance of Ramose inflorescence in Maize, U. S. D. A. Bul. No. 971, 1921.
- 14 Mángelsdorf y R. G. Reeves. El Origen del Maíz Indio y sus Congéneres. Guatemala. C. A. Ag. de 1943.
- 15 Melhus, I. E. 1949. Plant Research in the Tropics. Res. Bul. 371. Agri. Exps. Stat. Iowa State College. Ames. Iowa.
- 16 Paddock. Maíz Vrs. economics rural in Guatemala. I.
- 17 Sánchez Monge, Parellada E. Fitogenética. Primera impresión, 1955.—España.
- 18 Saint - Hilaire. August de, 1829. Lettre sur une variété remarquable de maïs du Brésil. Ann. d. sci. Nat.
- 19 Sturtevant, E. L., 1885. Indian corn and the Indian. Amer. Nat. y 1899. Varieties of corn. U. S. D. A. off Expt. Sta. Bul. 57.
- 20 Valle, C. G., Estudios genéticos sobre el maíz. La Habana, 1944.
- 21 Velez Fortuño, J. "Corn-Breeding work in Puerto Rico, y of Agri. of the Univ. of Puerto Rico, Vol. 36 (1) Jan. 1952.
- 22 Villacorta Escobar, M., "Contribución Estadística para el Estudio del Maíz" Boletín. Dirección General de Estadística. Guatemala.
- 23 Welhausen, E. J., Roberts, L. M., and Hernández. Razas de maíz en México. Oficina de Estudios Especiales, México, D. F., 1951.
y Fundación Rockefeller.