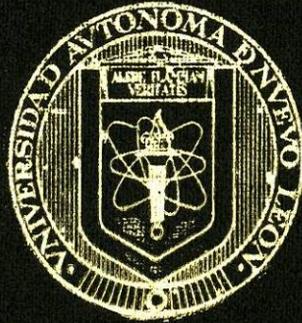


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



EVALUACION DE 9 VARIEDADES INTRODUCIDAS DE
MAIZ (Zea mays L.) EN EL CICLO DE PRIMAVERA 1987,
MARIN, N. L.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA

JOSE DIAZ GARZA

MARIN, N. L.

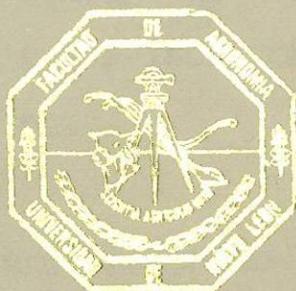
SEPTIEMBRE DE 1988

T
SB191
.M2
D5
c.1



1080061795

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



EVALUACION DE 9 VARIETADES INTRODUCIDAS DE
MAIZ (Zea mays L.) EN EL CICLO DE PRIMAVERA 1987,
MARIN, N. L.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA

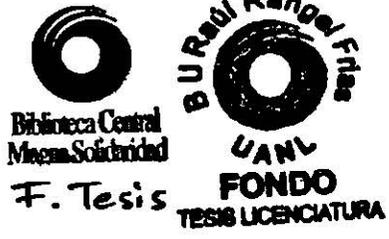
JOSE DIAZ GARZA

MARIN, N. L.

SEPTIEMBRE DE 1988

9444
9328

T
SBL91
.M2
D5



040.633
FA 22
988
C.5

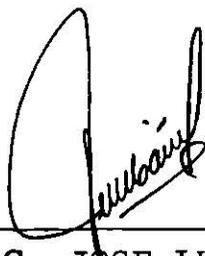
ESTA TESIS FUE REALIZADA EN EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE MAIZ, FRIJOL Y SORGO (PMMFyS) DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON (CIA-FAUANL), HA SIDO APROBADA POR EL COMITE SUPERVISOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

COMITE SUPERVISOR



ING.M.C. JOSÉ LUIS J. GUZMAN R.
CONSEJERO



ING. M.C. JOSÉ LUIS CANTU G.
ASESOR



ING. M.C. NAHUM ESPINOZA M.
ASESOR

DEDICATORIAS

A Dios Nuestro Señor

Por haberme permitido llegar a este momento tan importante.

A mis Padres:

Sr. Ovidio Díaz Garza

Sra. Aurora Garza de Díaz

Con eterno agradecimiento y profundo cariño por sus consejos, estímulo, comprensión y cariño, que hicieron posible salir adelante para lograr sobrepasar esta importante etapa de mi vida.

A mis Tíos, Primos y demás familiares

Por su actitud siempre incondicional y precisa para apoyarme y aconsejarme, para todos un profundo cariño y afecto.

A mis compañeros, amigos y a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización de esta etapa de mi vida.

A MI ESCUELA

A MIS MAESTROS.

AGRADECIMIENTOS

A mi Asesor Ing. M.C. José Luis J. Guzmán R.

Con gran respeto y agradecimiento por haberme proporcionado su ayuda y conocimientos para poder sacar adelante este trabajo.

Al Ing. M.C. José Luis Cantú Galván.

El sincero agradecimiento por su importante revisión para la culminación del presente trabajo.

Al Ing. M.C. Nahum Espinoza Moreno, por su ayuda desinteresada y sugerencias prestadas en los análisis estadísticos de esta tesis.

Al Ing. Daniel Becerra G.

Por la ayuda que me brindó en el Centro de Informática de la F.A.U.A.N.L.

Al personal que labora en el Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo de la F.A.U.A.N.L.

A la Srta. Josefina Tijerina Z. por la gran ayuda brindada en la corrección y mecanografía de este trabajo.

I N D I C E

	Página
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	3
Importancia del maíz	3
Origen del maíz	4
Origen geográfico	4
Origen citogenético	5
Evolución	6
Clasificación taxonómica	7
Clasificación sexual	8
Descripción botánica.....	8
Razas y tipos de maíz en México	10
Condiciones ecológicas y edáficas requeridas por el cultivo.....	14
Colectas de maíz.....	17
Variabilidad.....	19
Interacción genotipo-ambiente.....	20
Mejoramiento genético	23
Método de introducción de especies.....	25
Selección masal.....	28
Hibridación	31
Variedades sintéticas	34
Experimentos similares	35
MATERIALES Y METODOS	40
Localidad	40
Materiales	42

	Página
Métodos	43
Variables estimadas y métodos para su cuantifi <u>ca</u> ción	45
Análisis estadístico	49
RESULTADOS	52
Correlaciones	58
DISCUSION	59
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
RESUMEN	63
BIBLIOGRAFIA	65
APENDICE	69

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro		Página
Cuadros del texto		
1	Datos climatológicos registrados; temperatura media mensual, precipitación, humedad relativa media, que prevalecieron en la región de Marín, N.L. en los meses en que se realizó el estudio.....	41
2	Abaco del cultivo de maíz en el ciclo Primavera 1987.....	51
Cuadros del Apéndice		
1	Equivalencia de la simbología para las variables del experimento. Evaluación de 9 variedades introducidas de maíz (<u>Zea mays</u> L.) en el ciclo de primavera 1987, Marín, N.L.....	70
2	Estadísticas mas importantes de las variables estimadas en el experimento. Evaluación de 9 variedades introducidas de maíz (<u>Zea mays</u> L.) en el ciclo de Primavera 1987, Marín, N.L.	71
3	Resumen de los análisis de varianza para las variables agronómicas estudiadas bajo un diseño bloques al azar completos. Evaluación de 9 variedades introducidas	

de maíz (Zea mays L.) en el ciclo de Prima
mavera 1987, Marín, N.L. 72

- 4 Comparación de medias por el método de
Tukey para las variables que resultaron
significativas en el experimento. Evaluaci
ción de 9 variedades introducidas de
maíz (Zea mays L.) en el ciclo de Primava
vera 1987, Marín, N.L..... 73

Figura Figuras del Apéndice

- 1 Dimensiones, distribución aleatoria de
los tratamientos y orientación del experi
mento. Evaluación de 9 variedades intro
ducidas de maíz (Zea mays L.) en el
ciclo de Primavera 1987, Marín, N.L..... 74
- 2 Coeficientes de correlación pearson de
los tratamientos. Evaluación de 9 variede
dades introducidas de maíz (Zea mays L.)
en el ciclo de Primavera 1987, Marín, N.
L..... 75

INTRODUCCION

El constante aumento de la población ha traído como consecuencia infinidad de problemas un tanto difíciles de resolver; uno de ellos y muy importante lo constituye el de la alimentación.

Los efectos de la escasez de alimentos en los últimos años han sido más notables en los países en vías de desarrollo.

Algunas de las posibles soluciones al problema anterior, ha sido el aumentar los rendimientos de sus cultivos, en base a la mejora genética, mejores prácticas culturales, etc.

En México, como en muchos países del mundo (Brasil, Argentina, Rumania, Yugoslavia), el maíz es el cereal más importante; base alimenticia de grandes contingentes humanos, tiene un interés considerable en cuanto a su transformación industrial y es uno de los mejores cereales forrajeros.

La obtención de variedades mejoradas (variedades de polinización libre, híbridos e introducción de plantas) ha sido la contribución mas importante en la mejora genética del cultivo del maíz.

Otra posibilidad para incrementar la producción se basa en una mejora en las prácticas agrícolas, incluyendo entre éstas un mejor uso de fertilizantes, una rotación de cultivo más efectiva, mejores métodos de trabajar el suelo y una lucha más eficaz contra las malas hierbas, enfermedades y plagas.

El estudio de variedades ya establecidas o recién introducidas a una región, es de vital importancia. De ello depende el mayor y menor conocimiento que se tenga respecto a estas variedades, ya que sus resultados representan la certeza con que se hagan las decisiones que se tomen en relación a fines económicos o beneficios indirectos que atañen muchas veces a grandes poblaciones.

La Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León dentro de sus proyectos, ha creado un programa de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo (PMMFyS) en donde se llevan a cabo con regularidad estudios sobre evaluaciones de diferentes variedades.

El presente experimento consiste en evaluar diferentes materiales de maíz del CIMMYT teniendo consigo los siguientes objetivos.

- 1) Determinar los materiales mas sobresalientes para rendimiento de grano.
- 2) Determinar si influyen algunas características agronómicas con el rendimiento.

Para cumplir con los objetivos antes mencionados se plantean las siguientes hipótesis.

- 1) Existe una diferencia significativa para la producción de grano entre los materiales estudiados.
- 2) Existe influencia de algunas características agronómicas sobre la producción de grano.

LITERATURA REVISADA

Importancia del maíz

En México, el maíz constituye la principal especie cultivada puesto que cubre alrededor del 51% del área total que se encuentra bajo cultivo y además es el alimento básico, considerado así también en el resto de América. El maíz es una de las plantas cultivadas más antiguas y fué la principal planta alimenticia de los indígenas, cuando Colón descubrió América (Poehlman, 1974).

Considerando la producción mundial por especies cultivadas el maíz ocupa el tercer lugar, con una superficie total de 105.142,000 hectáreas y un rendimiento total de 214,760,000 toneladas de grano (Robles Sánchez, 1983).

En nuestro país se calcula que esta especie se siembra en una superficie de 8.000,000 de hectáreas aproximadamente.

Los principales estados productores por orden de importancia son: Jalisco con una producción de 2.173,458 toneladas, Estado de México con 2,139,340 toneladas, Chiapas con 1'619,522 toneladas y Michoacán, Tamaulipas y Puebla con una producción de 968,318, 749,287, 525,389 toneladas de producción, respectivamente (S.A.R.H. - D.G.E.A., 1984).

El maíz tiene un amplio aprovechamiento en el consumo humano y animal, así como en la industria. Se le puede explotar para uno u otro aspecto, o en varios, en forma de producto principal y subproductos.

La importancia de esta especie cultivada, no sólo estriba en la producción de grano para consumo humano, ya que una considerable cantidad se dedica a la alimentación pecuaria. En el período de 1965 - 1966, se calculó que aproximadamente el 15% de la cosecha total del maíz, equivale a 1.300,000 toneladas, se destinó al renglón pecuario. (Robles, 1983).

Origen del maíz

a) Origen geográfico

El origen geográfico del maíz no se conoce con exactitud, aunque existen evidencias que lo sitúan en México con anterioridad al año 5,000 A.C.

Varias opiniones han sido emitidas sobre el origen del maíz, pues mientras unos investigadores aseguran ser originario de la América del sur, en las regiones llanas del Paraguay noreste de Bolivia ó suroeste de Brasil, otros afirman que probablemente se originó en la región andina, otros que pudo haber aparecido en la América Central o más probablemente en la República Mexicana (Díaz, 1964).

A continuación se mencionan algunas teorías que tratan de explicar su origen geográfico según diferentes disciplinas científicas, hallazgos arqueológicos y distribución de especies vegetales.

Anderson, E. (1945), supone que el maíz primitivo se originó en el suroeste de Asia y que de allí se extendió hasta el

nuevo mundo en tiempos precolombinos; en realidad ésta teoría ha recibido poco crédito.

Vavilov (1951), sitúa al centro primario de origen del maíz en lo que él llamó centro de origen de plantas cultivadas del sur de México y centro América y como un centro secundario de origen de variedades de maíz a las zonas de valles altos que incluye Perú, Ecuador y Bolivia, la anterior designación es con respecto a la diversidad genética del germoplasma del maíz (Robles, 1983).

Los granos de polen de Zea, Eschlaena y Tripsacum, encontrados en la ciudad de México, son aun más antiguos, por eso la mayoría de los investigadores consideran que el sitio más probable de origen de esta planta sea México (Centro de Investigaciones Agrarias, 1980).

b) Origen citogenético

El nombre científico del maíz es Zea mays L. y su número básico de cromosomas es 10. Al teosintle cuyo número básico también es 10, se le considera como su pariente más cercano.

El maíz y el teosintle se cruzan fácilmente y mediante técnicas especiales se han obtenido cruzas entre maíz y Tripsacum, otro pariente cercano del maíz y con número de cromosomas de 18.

En otras teorías sobre el origen citogenético del maíz se encuentra la de Weatherwax y Randolah, quienes consideran que

el maíz, el teosintle y Tripsacum tuvieron un ancestro común. Langham y Beadle opinan que el maíz proviene del teosintle. Paul C. Mangelsdorf y Reeves mencionan en su teoría que el maíz cultivado se ha originado de una forma silvestre de maíz tunicado, nativo de las tierras bajas de América del sur. Esta teoría es una de las más aceptadas ya que en un estudio que se hizo de 15 mazorcas se encontraron 10 que en la región terminal de la espiga pistilada tenían un punto de unión quebrado, el que posiblemente corresponda a la región donde se encontraban las inflorescencias estaminadas, que se cree tenía en su forma más primitiva el maíz silvestre en la parte posterior (Robles Sánchez 1983).

Al respecto, E. Beadle (1968) menciona que parece bastante probable que un teosintle, en un intervalo de tiempo que se remonta hasta hace 8.000 y 15,000 años, fuese el antepasado directo del maíz moderno y que la transformación en un maíz primitivo se debió a la selección dirigida por el hombre.

Evolución

Existe evidencia arqueológica de la evolución del maíz desde la planta silvestre, actualmente desaparecida, hasta las variedades cultivadas en nuestros días.

Las determinaciones en maíces prehistóricos, le señalan una antigüedad de 9000 a 11,000 años a los encontrados en la caverna El Ajuereado y de 7,000 a 9,000 años a los de El Riego,

ambos en la zona de Tehuacán, Puebla.

Los análisis, determinaciones de edad y comparaciones, entre muestras de maíces encontrados en cavernas de Tamaulipas, Chihuahua, Chiapas y Tehuacán, en México, y en el sur de los Estados Unidos, dan evidencia de los cambios que el maíz ha tenido desde su primera utilización por el hombre, hasta nuestros días.

Son cuatro, los factores principales que han incidido en la evolución del maíz: las cruzas interraciales, interespecíficas e intergenéricas; las mutaciones; el impulso genético; y la selección natural y artificial.

La acción de estos factores en casi 10,000 años de que se tiene noticia de la planta silvestre y en mas de 5,000 años de existir como planta cultivada, han llevado al nacimiento de las variedades que actualmente conocemos (Centro de Investigaciones Agrarias 1980).

Clasificación taxonómica

Robles (1983) menciona que la clasificación taxonómica del maíz es la siguiente:

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Subdivisió <u>n</u>	Pteropsidae
Clase	Angiospermae
Subclase	Monocotyledonae

Grupo	Glumiflora
Orden	Graminales
Familia	Graminae

Clasificación Sexual

El maíz es una planta:

Sexual: porque su multiplicación se realiza por medio de una semilla cuyo embrión se origina de la unión de dos gametos uno femenino (♀) y otro masculino (♂).

Monoica: Por encontrarse el gineceo y androceo en una misma planta.

Incompleta: por carecer de unas de las estructuras del perianto floral en este caso, sin pétalos y sin sépalos.

Unisexual: Flores separadas y con un solo sexo.

Imperfecta: O sea que tienen los dos órganos sexuales pero en flores diferentes.

Protandra: por hacer dehiscencia las anteras antes de que los primeros estigmas sean receptivos (Robles 1983).

Descripción Botánica.

El maíz es una especie vegetal con hábito de crecimiento anual, su ciclo vegetativo tiene un rango muy amplio según las variedades, encontrando algunas tan precoces con alrededor de

80 días, hasta las mas tardías con alrededor de 200 días desde la siembra hasta la cosecha.

Sistema Radicular.- Es una raíz fibrosa, por lo tanto carece de raíz pivotante y tiene la peculiaridad de desarrollar raíces adventicias en los primeros nudos del tallo.

Tallo.- Es más ó menos cilíndrico, formado por nudos y entrenudos, el número de éstos es variable, generalmente de 8 a 21, pero son más o menos 14 entrenudos. La altura varía de 0.8 metros hasta 4.0 metros.

Hojas.- El número de hojas por planta es variable, encontrándose plantas desde 8 hasta 21. La hoja es larga y angosta, con venación paralelinerve y está constituida por vaina, lígula y limbo. La vaina es envolvente, la longitud del limbo varía de 0.3 metros hasta más de 1 metro; y de anchura varía de 0.5 metros a 0.10 metros.

Flores.- Existen 2 tipos de flores que son:

- 1.- Flores Estaminadas, conocidas como "espigas", que son las flores masculinas productoras del polen.
- 2.- Flores Pistiladas, llamadas "jilotes" antes de la fecundación cada flor está constituida por un ovario, un estilo y una gran cantidad de estigmas. Después de la fecundación, se forma el "elote" (estado lechoso masoso), al madurar los granos se le conoce como "mazorca" cubierta por hojas modificadas llamadas "espatas", a las que en conjunto se les nombra totomoxtle.

Fruto.- Botánicamente, es un fruto carióspside, conocido comúnmente como semilla o grano, varía de tamaño, cantidad, coloración y calidad según las variedades y su constitución genética. (Robles Sánchez 1972; Robles Sánchez 1983).

Razas y Tipos de maíz en México.

La clasificación de las razas de maíz en México fué realizada por Wellhausen y sus colaboradores.

Ya es posible reconocer 25 razas distintas de maíz en México. Esto no quiere decir que todos los maíces que se encuentran en México pueden ser asignados a una de estas razas ya reconocidas. Al contrario, quizá la mayoría de las variedades recolectadas en México son mezclas de dos ó mas razas. Sin embargo, una vez conocidas las razas principales se pueden distinguir los diferentes elementos raciales que han intervenido en cualquier mezcla específica.

La presente clasificación esta comprendida principalmente en cinco grupos principales:

- A) Caracteres vegetativos de la planta
- B) Caracteres de la espiga
- C) Caracteres de la mazorca
- D) Caracteres fisiológicos, genéticos y citológicos
- E) Su distribución geográfica

Las 25 razas clasificadas pueden dividirse en cuatro grupos principales como sigue:

1) Razas indígenas antiguas.

- a) palomero toluqueño
- b) Arrocillo amarillo
- c) Chapalote
- d) Nal-tel

Las razas indígenas antiguas son aquellas que se cree que se originaron en México del maíz primitivo tunicado.

2) Razas exóticas precolombinas

- a) Cacahuacintle
- b) harinoso de ocho
- c) Oloton
- d) Maíz dulce

Se cree que las razas Exóticas Pre-colombinas fueron introducidas a México de Centro o sur América durante épocas prehistóricas.

3) Razas mestizas prehistóricas

- a) Cónico
- b) Reventador
- c) Tabloncillo
- d) Tehua
- e) Tepecintle
- f) Comiteco
- g) Jala

- h) Zapalote chico
- i) Zapalote grande
- j) Pepitilla
- k) Olotillo
- L) Tuxpeño
- M) Vandeño

Las mestizas Prehistóricas están constituídas por razas que se cree se originaron por medio de hibridaciones entre las razas Indígenas Antiguas y las razas Exóticas Pre Colombinas y por medio de la hibridación de ambas con un nuevo elemento, el teocintle.

4) Razas Modernas Incipientes.

- A) Chalqueño
- B) Celaya
- C) Cónico Norteño
- D) Bolita

Las razas modernas incipientes son razas que se han desarrollado desde la época de la conquista y que aún no han alcanzado condiciones de uniformidad racial.

A continuación se nombran las razas de maíz no bien definidas.

- A) Conejo
- B) Mushito
- C) Complejo serrano de Jalisco
- D) Zamorano Amarillo

- E) Maíz blanco de Sonora
- F) Onaveño
- G) Dulcillo del Noroeste.

Se han agrupado aquí, bajo la categoría de razas no bien definidas, aquellas razas ó tipos que han sido recolectados recientemente o de los cuales se ha reunido poca información para justificar su clasificación y la presentación de sus genealogías con un grado suficiente de seguridad (Wellhausen 1980).

Tipos de Maíz (de acuerdo al tipo de grano)

La especie zea mays L. esta compuesta por un número de subespecies de considerable interés económico, estos son:

- 1.- Tunicado, Podcorn (Zea mays tunicata), se caracteriza porque todos los granos están envueltos por glumas y la mazorca total por la perfolia.
- 2.- Maíz tierno ó Amilaceo "Sotoflour corn (Zea mays amy lacea), tiene el endospermo blando ó amiláceo, en vez de vitro.
- 3.- Maíz perlado, "Popcorn" (Zea mays everta), tiene alta proporción de endospermo córneo, granos y espigas bastante pequeños ejemplo: Maíz palomero ó reventador.
- 4.- Vítreo, "Flincorn" (Zea mays indurata), el endospermo es en su mayor parte córneo con una pequeña porción amilácea central. Los granos son anchos y grandes, con extremos redondos.

- 5.- Maíz Dulce, "Sweetcorn" (Zea mays sacharata), se caracteriza por tener el endospermo córneo, duro en el dorso y a los lados de los granos y el resto hasta la corona es amilácea (Caroll 1986, Delorit 1970, Robles 1983, Wilsie 1966).
- 6.- Maíz Dentado (Zea mays indentata), se caracteriza por tener granos anchos, endospermo blanco y dureza mediana, aleurona y pericarpio generalmente sin color.
- 7.- Cereo (Zea mays cerea) posee un endospermo cereo que está constituido por dextrinas en lugar de almidón puro (Aldrich 1974).

Condiciones Ecológicas y Edáficas Requeridas por el cultivo.

Temperatura.

Un factor climatológico, que actúa como limitante a la producción de maíz es la presencia de heladas, que ocurren en todas las zonas del país con alturas sobre el nivel del mar de 1000 mts ó mas, al sur del Trópico de Cáncer y toda el área al norte del mismo, lo que incluye el 75% del territorio nacional como zona con presencia de heladas (Muñoz, 1977).

El maíz germina a los 10 grados centígrados, no debe sembrarse a temperaturas inferiores a ésta, se debe sembrar a temperaturas que pasen los 15 grados centígrados, florece a temperaturas medias de 19 grados centígrados. Temperaturas menores

de 10 grados centígrados inhiben la germinación (Sánchez Gavito 1974).

En general, la temperatura media óptima durante el ciclo vegetativo del maíz, es de 25 a 30 grados centígrados, pero debe recordarse que puede ser mayor ó menor según las distintas regiones agrícolas (Robles, 1983).

Temperaturas medias máximas de 40 grados centígrados, son; perjudiciales en especial en el período de polinización (Robles, 1983).

El maíz es un cultivo de crecimiento rápido, que rinde mas con temperaturas moderadas y un suministro abundante de agua.

La temperatura ideal es más baja de la que mucha gente piensa, pues es tan solo de 23.9 grados y 29.4 grados centígrados (Aldrich, 1974).

Fotoperíodo

El maíz es de origen tropical y por ello fundamentalmente, es una planta de día corto, pero debido a su gran diversidad, es muy variable en su respuesta. Sin embargo, la mayoría de las variedades responden a la longitud del día, con una fluctuación desde los tipos ecuatoriales colombiano y ecuatorianos, adaptados a días cortos, hasta las variedades septentrionales como la vítrea (indurata), adaptada a días largos. El maíz se adapta mejor en las regiones cuya estación de crecimiento es

larga y cálida (Wilsie, 1966).

Por otra parte Robles 1983 menciona que el maíz es una planta insensible al fotoperíodo debido a que se adapta a regiones de fotoperíodos cortos, neutros ó fotoperíodos largos. Sin embargo, los mayores rendimientos se obtienen de 11 a 14 horas luz. Mayor número de horas luz (fotoperíodo largo) ó menor número (fotoperíodo corto) de los antes indicados, si son excesivos afectan el desarrollo normal de la planta y principalmente efectan a la floración, disminuyendo en ambos casos. También es importante aclarar que no todas las variedades de maíz rinden igual a las mismas horas luz.

Altitud

Se cultiva el maíz con buenos rendimientos desde el nivel del mar, hasta alrededor de 2500 mts, sin embargo, con altitudes mayores a los 3,000 m.s.n.m., los rendimientos disminuyen sobre todo, por bajas temperaturas propias de altitud excesiva (Robles, 1972).

Latitud

En general el maíz se adapta desde mas ó menos 50° de latitud norte, hasta alrededor de 40° de latitud sur, pasando por todas las latitudes comprendidas en este rango tan amplio en diferentes regiones agrícolas del mundo. Las regiones más productoras de maíz, se localizan entre el Trópico de Cáncer y el Trópico de Capricornio que se caracterizan por altas temperaturas como consecuencia de latitudes bajas, el factor lati-

tud es muy importante por su influencia en el fotoperíodo y en las temperaturas (Robles, 1972).

Suelos

El maíz prospera mejor en suelos fértiles, bien drenados profundos, de textura media; en general, los mejores terrenos para el cultivo son los de aluvión, los formados en las orillas de los ríos y aquellos terrenos vírgenes cubiertos por una vegetación espontánea.

Los suelos malos para el cultivo son: los completamente arcillosos o arenosos, con fuertes pendientes, erosionados, con alto porcentaje de sales (cloruros, sulfatos, carbonatos de sodio) y terrenos completamente húmiferos o propensos a inundarse (Centro de Investigación Agrarias 1980).

Humedad

Los requerimientos óptimos de humedad son diferentes si se considera variedades precoces (alrededor de 80 días) o variedades tardías (alrededor de 140 días). Bajo condiciones de "temporal" (sin riego) y con variedades adaptadas, se pueden tener buenos rendimientos con más ó menos 500 mm. de precipitación pluvial distribuidos bajo el ciclo vegetativo. (Robles, 1972).

Colectas de maíz

La finalidad de iniciar cualquier programa de mejoramien-

to de plantas, es la de obtener variedades o tipos de mayor rendimiento, para esto es necesario partir de un material ya existente para someterlos a pruebas que cada método implique. Este material puede consistir en variedades criollas, que pueden proporcionar en alguna forma germoplasma útil para el fin que se persigue.

Esta colección de germoplasma deberá ser tan amplia cuanto material haya existente, para que figuren en ellos la mayor diversidad de caracteres tales como: morfológicos, fisiológicos, genéticos, citológicos, ecológicos, fitopatológicos (De la Loma, 1973).

Implica ésto por tanto, el estudio de las mejores fuentes de material y los métodos más eficaces de recolección y ensayo (Whyte, citado por De la Cruz 1987).

Metodología de las colectas

El método de colectas que se sugiere utilizar en el siguiente:

- a) Colectar el mayor número posible de germoplasma existente en la localidad.
- b) Durante la época de cosecha obtener muestras que incluyan la mayor variación genética.
- c) Colectar al azar 15 ó 20 mazorcas de la cosecha.
- d) Incluir la mayor variación de tipos que estén dentro de la localidad (Hernández y Alanís, 1970).

Variabilidad

La variabilidad es una propiedad de todos los seres vivos, y esta dentro de la especie de una planta cultivada, puede ser de dos clases:

- a) Variaciones debido al medio ambiente
- b) Variaciones debidas a la herencia

Las variaciones debidas al medio ambiente se pueden descubrir cultivando plantas con características hereditarias similares bajo condiciones diferentes. Esto es que si se cultiva una planta de maíz en un suelo pobre, no crecerá tan grande y vigorosa como lo haría otra planta con herencia similar en un suelo fértil.

Las variaciones hereditarias se deben a que las plantas tienen caracteres genéticos diferentes. Generalmente se puede observar cuando se cultiva bajo condiciones similares distintas variedades ó especies.

Las variaciones hereditarias de las plantas se originan por:

- a) recombinaciones de genes después de una hibridación.
- b) mutaciones
- c) poliploidía

El mejoramiento del maíz ha tenido éxito debido a la variabilidad existente en esta planta, debido a su forma de polinización (Allard, 1975; Falconer, 1972).

Se han hecho muchos estudios de fisiología vegetal, y a la par, se ha logrado superar al máximo la variabilidad ecológica de la variabilidad genética como consecuencia de tales estudios, se acentúa la importancia de tomar muy en cuenta los dos orígenes de la variación cuando se pretende obtener nuevas variedades de plantas cultivadas (Brauer, 1969).

Interacción genotipo - ambiente

Márquez (1976) dice que la presencia del fenómeno de interacción genético-ambiental, con la evaluación de genotipos en diferentes medios ambientes, es algo que no siempre se ha tomado en serio en los programas de mejoramiento de plantas cultivadas.

El modelo descriptivo tradicional dado para un genotipo en un cierto ambiente es:

$$F = G + E$$

En donde:

F = Fenotipo

G = Genotipo

E = Ambiente

En este modelo no se daba la importancia adecuada a la interacción genotipo - ambiente (GE) ya que no la incluían como componente en el modelo descriptivo tradicional del fenotipo; actualmente se ha descubierto la importancia de esta interacción y su influencia o efecto adicional sobre el genotipo, dan

dosele ahora la importancia que amerita dicho fenómeno.

En nuestro país este problema reviste una gran importancia, ya que como se sabe existe una gran diversidad ecológica que priva en toda la República, así como también el ambiente humano en sus aspectos demográficos, sociales y económicos es heterogéneo. Por lo tanto, esto nos da a pensar que no existe variedad genética mejorada, cuya aplicación satisfactoria sea igualmente buena en todas las regiones y para todas las necesidades humanas que existen en el país.

Debido precisamente a los efectos de interacción genético ambiental, resulta que algunos genotipos, exhiben mejores características de adaptación en un medio ambiente diferente a otros; por lo cual es bueno diseñar la metodología adecuada para identificar los ambientes donde se comporten mejor las variedades, aprovechando así los efectos de interacción positivos, eludiendo los negativos.

La interacción genotipo - ambiente es solo el comportamiento relativo diferencial que muestran los genotipos al someterse a diferentes ambientes. Los fenómenos hereditarios pueden cambiar el tipo de ambiente en que se desarrollan.

El modelo descriptivo antes expuesto, carece de un término adicional que es precisamente el efecto de interacción genotipo - ambiente. El nuevo modelo a utilizar será:

$$F_{ij} = G_i + E_j + Y_{ij}$$

En donde:

$$Y_{ij} = (GE), ij \text{ es el efecto de interacción entre el genotipo "i" y el ambiente "j".}$$

Los efectos de interacción no pueden ser predecibles, su intensidad y signo dependen de la reacción que tenga un genotipo a un determinado ambiente.

Todo trabajo que implique la evaluación de genotipos en varios ambientes debe involucrar en el modelo, una componente de interacción, conocer esta componente es importante para conocer la influencia que pueda tener en las conclusiones basadas en los resultados de la experimentación.

En otros aspectos interviene la componente interacción en la genotecnia vegetal, como son.

- 1.- Selección dentro de una población heterogénea
- 2.- Proceso de selección en una población segregante durante el avance generacional.
- 3.- Prueba de germoplasma seleccionado para su recomendación final.

De estos tres problemas los de mayor influencia son los dos últimos, teniendo aún mayor importancia el tercero.

La importancia de esta interacción genético - ambiental en genotecnia, radica en un hecho conocido en la investigación, que es la formación del círculo vicioso genotecnistas-ambientalistas (estudiosos del medio ambiente agronómico en -

la producción de cosechas como fertilización, riego, densidad de siembra).

El círculo comienza cuando el ambientalista estudia las variedades criollas de la región y lanza sus recomendaciones; en seguida, el genetista comienza a mejorar las variedades criollas, utilizando en sus siembras, las recomendaciones del ambientalista y cuando el genotecnista obtiene una variedad, es de esperarse que sea superior para las condiciones de prueba (las que se determinaron con la variedad criolla), mas no se sabe si dicha variedad mejorada pueda ser superior a condiciones diferentes a ésta.

Para tratar de arreglar este círculo vicioso se recomienda una estrecha colaboración entre ambos tipos de investigadores, o si esto no es posible que el genotecnista adopte una posición más ambientalista en sus programas de mejoramiento genético es decir mejorar los fenotipos de las plantas desde un punto de vista integral. (Márquez, 1976).

Mejoramiento Genético

El mejoramiento de plantas tiene como objetivo, generar variedades de mayor rendimiento por unidad de superficie, o productoras de frutos o granos de mayor calidad o resistencia a determinadas enfermedades, características útiles o necesarias para aumentar de un modo importante la producción agrícola, sin aumentar apenas y aún reduciendo a veces los gastos del cultivo (De la Loma, 1973).

Poehlman (1974), considera el mejoramiento de las plantas como el arte y la ciencia que permite cambiar y mejorar la herencia de las plantas. Dicho mejoramiento se practicó por primera vez cuando el hombre aprendió a seleccionar las mejores plantas; por lo cual la selección se convirtió en el primer método de mejoramiento de las cosechas. El moderno mejoramiento genético se basa en una completa comprensión y aplicación de la genética, el conocimiento de las enfermedades de las plantas así como los factores que afectan su adaptación.

En una forma general la mejora de las plantas puede lograrse por dos distintos caminos.

a) Introducción de variedades nuevas en el país o comarca de la que se trate, haciendo una selección de dicho material para adaptarlo al medio, o la del indígena heterogénica de que se dispone ya adaptada a las condiciones locales.

b) Experimentación fitogenética propiamente dicho; es decir, la hibridación en todos sus diversos aspectos (Harrington, citado por Martínez 1981).

Johnson (1974), considera que el objetivo básico del mejoramiento genético es el desarrollar materiales con una adaptación amplia: variedades o poblaciones con variabilidad genética adecuada que permita su producción dentro de una gama razonable de medios ambientes diferentes. Estos materiales deben, sin embargo, ser suficientemente uniformes en el porte de las plantas, madurez y características del grano, para que sean

fácilmente aceptadas como variedades para producción.

Los principales métodos por medio de los cuales se crean nuevas variedades en las especies de polinización cruzada pueden clasificarse en cuatro grupos (Poehlman, 1974).

1) Método de Introducción de Especies

Este método consiste en coleccionar material con mucha variación para estudiarlo, y tomar el que mejor se adapte a la zona.

Los pasos a seguir son los siguientes:

- a) Realizar colectas, de preferencia en los centros de origen ó en lugares que se cultive la especie a lo largo de muchos años.
- b) Cuarentenar el material para eliminar con el menor riesgo, la posible introducción de alguna enfermedad ó plaga perjudicial a las zonas de producción.
- c) Formar el banco de germoplasma.
- d) Aumentar el material (semilla).
- e) Probar el material por varios años y en diferentes localidades de la zona en que se piense que ésta variedad debe ser utilizada.

O bien pueden obtenerse variedades comerciales de las especies cultivadas a partir de las introducciones por:

- a) El cultivo de la variedad introducida en forma masal.

- b) La selección de líneas convenientes dentro del material introducido.
- c) El uso de la variedad introducida como progenitor en una cruce. Donde las variedades introducidas pueden contener genes para resistencia a enfermedades ó insectos, u otras características favorables que puedan transferirse a variedades ya adaptadas por medio de la hibridación (Poehlman, 1974).

La introducción de las especies vegetales se puede definir en un estudio más amplio como la adaptación al cultivo de las plantas silvestres (Whyte, 1958).

Kerner citado por Williams (1965), fue el primero que probó experimentalmente la naturaleza de la respuesta de las diferentes especies de plantas ante habitats distintos. Las principales conclusiones conseguidas por Kerner fueron:

- a) Cada especie se encuentra en posición de fuerzas distintas para sobrevivir en diferentes regiones climáticas.
- b) La mayor parte de las especies exhiben diferentes formas de desarrollo a distintos niveles de altitud a mayores altitudes tallos más cortos, entrenudos mas próximos y un número menor, y flores en cantidad más reducidas.

Allard (1975), Poehlman (1974), mencionados por Martínez (1981), consideran que dentro de la metodología de mejoramiento para cualquier especie o variedad de una especie se tiene

como principio importante el aspecto de la introducción , los cuales indican que puede suceder de un continente a otro, como de una región a otra en un mismo continente, siendo esto, motivo del surgimiento de nuevas variedades adaptadas y la disposición para los mejoradores de un gran número de especies diferentes para realizar experimentos para la formación de variedades comerciales. Estimándose por lo anteriormente expuesto que la introducción a presentado resultados favorables en el mejoramiento.

Darlington citado por Wilsie 1966, menciona que hay centros de diversidad que han cambiado de tiempo en tiempo, esto se puede apreciar al observar que algunas especies de cultivo más importante en la alimentación humana se encuentran separadas de sus centros de origen, motivo por el cual los fitogenetistas al introducir especies o variedades de una especie conceden importancia a condiciones climáticas y edáficas, pero aún mayor importancia a los centros primarios de diversidad en relación con la resistencia a las enfermedades y a otros riesgos debido al medio, para obtener la variabilidad necesaria y adecuada para incorporarla mediante los diferentes métodos de mejoramiento a variedades adaptadas a zonas de cultivo.

Allard (1975) considera que son numerosos los casos que se pueden señalar en los que se ha tenido éxito por la simple introducción de especies y variedades cultivadas de una región a otra; y de la importancia que estas han tenido; indica que

basta con apreciar lo alejadas que están las actuales zonas de cultivo de muchas especies de sus correspondientes centros de origen.

El primer paso que puede dar el genotecnista y tener éxito, es el de introducir todas las variedades que pueda de la misma especie cultivada que desee mejorar, o de aún, de especies silvestres que pudiesen introducirse al cultivo, observar la variación, sus cualidades de adaptación e intentar mejorarlas por simple selección de acuerdo a las necesidades de los agricultores (Brauer, 1969).

2) Selección Masal

La selección masal es el método más antiguo utilizado para el mejoramiento genético de las plantas de polinización cruzada.

En la selección masal se escogen mazorcas individuales con base en las características de la planta y de la mazorca. Se junta toda la semilla, sin pruebas de la descendencia, para producir la siguiente generación. Puesto que la selección se basa en el genitor femenino solo y no se controla la polinización, la selección masal es una forma de apareamiento al azar con selección. El fin de la selección masal es el aumento de la producción de genotipos superiores en la población, (Allard 1975).

Allard (1975) dice que la eficiencia con la que esto se

lleva a cabo en un sistema de apareamiento al azar con selección, depende principalmente del número de genes y de la heredabilidad.

Allard (1975) y Poehlman (1974), aseguran que la selección masal ha sido efectiva para aumentar la frecuencia génica en caracteres que se pueden ver ó medir fácilmente. Tales como tipo de planta, precocidad, la composición química y las características del grano.

Allard (1975) afirma que por otra parte no ha sido efectiva en la modificación de caracteres, tales como el rendimiento que están controlados por muchos genes y que no se pueden juzgar de una forma precisa tomando como base el aspecto de plantas individuales.

La ineffectividad de la selección masal para aumentar el rendimiento de variedades adaptadas según Allard (1975) y - - Poehlman (1974), resulta de tres causas principales:

- 1.- Ineptitud para identificar genotipos superiores por el aspecto fenotípico de plantas individuales.
- 2.- Polinización no controlada, de tal forma que las plantas seleccionadas pueden ser polinizadas tanto por un polen superior como por un inferior.
- 3.- Selección rígida que lleva a la reducción del tamaño de la población, lo que produce a su vez una depresión debida a la consanguinidad.

Brauer (1969) considera que la selección masal es característicamente un método de selección aplicable a las plantas alógamas; el efecto de la selección repetida sobre una población alógama es el de desviar la composición genética de la población y, consecuentemente, el resultado de la selección masal depende de lo eficiente que sea el sistema de selección para lograr desviar esta composición genética en el sentido deseado.

Cuando la selección se lleva a cabo mediante la observación de caracteres que son poco afectados por el medio ecológico y fácilmente visible, la selección masal puede ser sumamente eficaz.

Robles 1986, menciona que la selección masal estratificada o moderna, sirve tanto para la obtención de variedades mejoradas para ser liberadas para la agricultura de subsistencia o tradicional, para elevar la base de rendimiento en poblaciones originales en las que después se practique la hibridación, o también para el proceso gradual de incorporación de germoplasma exótico a germoplasma local como paso, que en ocasiones se da previamente al caso anterior.

Como quiera que sea, tanto para rendimiento que tiene heredabilidad baja (del 15-20%) como para caracteres de mayor heredabilidad, la selección masal ha demostrado una eficiencia buena en el mejoramiento poblacional de maíz. Así, en muchos programas de mejoramiento de nuestros países ya no es raro en-

contrar avances por ciclo del 3 ó más por ciento para rendimiento, y en México se han liberado ya poblaciones mejoradas por selección masal como variedades mejoradas.

Por otra parte, el doctor José Molina mencionado por Robles Sánchez la ha empleado con éxito en Mejoramiento para resistencia a la sequía, para posición de mazorca, para prolificidad tanto en un solo tallo ("cuateo") como en varios tallos ("ahijamiento") y en la introducción de germoplasma del trópico húmedo a germoplasma de climas fríos.

Entre las contribuciones que consideramos importantes en torno a la teoría de la selección masal, entendida ésta no sólo por el aprovechamiento de la varianza genética aditiva sino también (y fundamentalmente) por la eliminación de la influencia del medio ambiente, están la fórmula de ajuste inter-sublotes de Molina, la fórmula de ajuste intra-sublotes, de Méndez y el ajuste inter-sublotes en dos direcciones de Márquez, todos ellos del Colegio de Postgraduados de Chapingo mencionados por (Robles Sánchez 1986),

3) Hibridación

Poehlman (1974), afirma que en 1909 se inició una nueva era en el mejoramiento del maíz, cuando el Dr. G.H. Shull sugirió un método para la producción de semilla híbrida de maíz. Como resultado de los estudios de autofecundación y cruzamiento realizados por el Dr. Shull se definió un plan consistente

en: a) autofecundar para obtener líneas puras, y b) cruzar las líneas puras (autofecundadas), para producir líneas híbridas de producción uniforme.

Así mismo, en este año de 1909, trabajos similares fueron realizados por el Dr. Eduard Easten Illinois, y llegó a las mismas conclusiones.

En un principio parecía que el método para producir maíz híbrido no sería práctico, ya que la semilla híbrida obtenida tenía un elevado costo de producción. Sin embargo, este problema fue resuelto en 1918 cuando el Dr. D.F. Jones sugirió el cruzamiento entre dos líneas de cruza simples vigorosas para producir semilla y así se logró la producción económica de semilla de cruza doble.

Reyes (1985), opina que actualmente se conoce como híbrido al producto del apareamiento del individuo de genotipos diferentes, de tal manera que se han desarrollado técnicas para la obtención de cruza dirigidas en la obtención de semilla para siembra.

Cuando hay dos progenitores se denomina cruza simple; cuando intervienen tres progenitores, cruza de tres líneas o de tres variedades; cuando los progenitores son cuatro se denomina cruza dobles y cuando existen más de cuatro se usa el término cruza múltiples.

Así mismo, Jugenheimer (1985), afirma que los híbridos

de maíz actuales entre líneas puras, tienen una mayor potencialidad de rendimiento que las variedades de polinización libre comunes a los sintéticos. Los híbridos por su mejor eficiencia fisiológica, producen mas grano que las variedades sintéticas si se usan los fertilizantes y las prácticas culturales modernas adecuadas.

Según Brauer (1973), De la Loma (1963), Poehlman (1974), Robles (1975) mencionados por Martínez (1981), los pasos que generalmente se siguen en la formación de híbridos de maíz son los siguientes:

1.- Autofecundar un gran número de plantas, dentro de una población variable.

2.- Continuar autofecundando por seis u ocho generaciones hasta lograr líneas uniformes. A la vez que se seleccionan caracteres agronómicos deseables.

3.- De las líneas formadas se evalúan por aptitud combinatoria general, Se forman mestizos cruzando las líneas con una variedad de polinización libre, que puede ser la variedad original. Se efectúan ensayos de rendimiento con las cruzas.

4.- Se evalúa la aptitud combinatoria específica (ACE) con las líneas que se seleccionaron con una buena aptitud combinatoria general. La prueba por ACE consiste en la formación de híbridos en todas sus combinaciones posibles de las líneas élites y ensayos de rendimiento de estos híbridos.

5.- Prueba de los mejores cruzamientos doble hechos con base en los resultados de los cruzamientos simples, aplicando la fórmula de predicción desarrollada por Jenkins para la formación de híbridos de cruza doble, la cual consiste en utilizar el rendimiento medio de cuatro combinaciones de cruza simple no emparentadas como rendimiento probable para una cruza doble.

La formación de líneas endocreadas es básica para tener éxito en la hibridación; por lo mismo durante la formación de ellas, se debe realizar una selección "entre líneas" y otra "dentro de las líneas", con el objeto de eliminar las plantas indeseables tales como tendencia al acame, plantas raquílicas, cloróticas, plantas susceptibles a enfermedades.

El número de autofecundaciones óptimas para la formación de líneas consanguíneas es de cinco a seis; un número mayor provocaría una disminución excesiva del vigor, reduciendo la capacidad para formar híbridos superiores; una cantidad menor puede causar que no se pueda reconstruir el híbrido, debido a la variabilidad aun presente en las líneas.

4) Variedades sintéticas

Según Allard, citado por Reyes (1985), una variedad sintética es una variedad producida entrecruzando en todas sus combinaciones, híbridos posibles, un número de genotipos (líneas) seleccionadas por su buena aptitud combinatoria general con el subsecuente mantenimiento de la variedad por polinización li-

bre. Siendo el número óptimo de líneas entre 6 y 12, con un promedio mejor de 8.

Poehlman (1974), afirma que una variedad sintética de maíz es el resultado de la multiplicación bajo condiciones de polinización libre de un híbrido múltiple y que se ha hecho poco uso práctico de este método de mejoramiento, quizás porque no llegan a ser tan productivas como la cruza doble adaptada a una región determinada.

Brauer (1969), afirma que los sintéticos se producen con bastante facilidad y se espera que conserven su productividad mejorada en generaciones avanzadas a través de procedimientos de selección masal normal.

Márquez y Ramírez citados por Lainez (1986), consideran que las variedades sintéticas, no requieren la adquisición de semilla ciclo tras ciclo, como es el caso de los híbridos; son adecuadas a la agricultura tradicional y de autoconsumo, pues pueden significar un ahorro importante de los costos de producción para el agricultor, lo que facilitaría incrementar su uso bastará para ello, que con precauciones mínimas, el productor seleccione algunas plantas de su parcela como fuente de semilla para el siguiente ciclo agrícola.

Experimentos similares

Muñoz (1977), en una evaluación de 36 variedades criollas de maíz (Zea mays L.) colectadas en las partes bajas del esta-

do de Nuevo León en General Terán, obtuvo que el rendimiento de grano está altamente correlacionado con: largo, ancho, altura y número de hileras de la mazorca, perímetro del tallo, altura de la planta, número de hojas arriba de la mazorca, número de hojas totales. El rendimiento de grano está determinado en un mayor grado por las variables número de hojas arriba de la mazorca, número de hojas totales y altura de la planta.

Martínez (1982), en una prueba de adaptación de variedades en el municipio de General Terán, Nuevo León, bajo condiciones de riego con una población de 50,000 plantas por hectárea, reporta los siguientes resultados: el tratamiento más sobresaliente en cuanto a rendimiento de grano se refiere, fue el de la escondida, que además obtuvo los mejores promedios en lo que respecta a número de hojas totales, número de hojas arriba de la mazorca y perímetro de la mazorca, al realizar el análisis de regresión múltiple encontró que la variable perímetro de la mazorca presenta un coeficiente de regresión positiva con el rendimiento de grano, mientras que el porcentaje de plantas jorras lo presenta en forma negativa. Los caracteres correlacionados en forma altamente significativa con el rendimiento de grano son: número de hojas arriba de la mazorca y perímetro de la mazorca en forma positiva.

Salazar (1979), al observar sus resultados experimentales obtenidos de su trabajo de evaluación de 26 colectas de maíz criollo en General Terán, N.L. encontró que varios genotipos criollos obtuvieron los promedios más altos en cuanto a su ren

dimiento junto con las variables mejoradas que utilizó como testigos siendo estos los que ocuparon los primeros lugares.

Concluyendo que debido a que los primeros lugares lo ocuparon las variedades mejoradas, es importante trabajar con las variedades criollas que presentaron mejor comportamiento y que mediante algún método de mejoramiento formar nuevas variedades.

Garza (1972), en una prueba de adaptación y rendimiento de 15 variedades de maíz (Zea mays L.) para grano en el ciclo de verano en General Escobedo, Nuevo León, encontró que a mayor altura de la planta y mayor número de hojas totales aumentó el rendimiento de grano y forraje.

Bocanegra (1977), evaluando 26 colectas de maíz, en la zona baja del estado de Nuevo León en General Terán, reportó que en el rendimiento en grano, la colecta Pinto Amarillo Salinas Victoria (22) fue la de mayor rendimiento con 6,049 kg/ha, seguido por la mezcla de genotipos (21) con 5,558 kg/ha, y el testigo Breve San Juan (32) con un rendimiento promedio de 5,662 kg/ha. Mientras que el rendimiento más bajo fue para el material testigo NL - u - 127 (28) con 3,700 kg/ha.

Silva (1976), en una evaluación de 36 colectas de maíz (Zea mays L.) criollo de las zonas bajas del estado de Nuevo León en Gral. Escobedo, N.L., obtuvo que el rendimiento en grano y en mazorca está altamente correlacionado con las siguientes variables.

Largo de la mazorca, diámetro de la mazorca, peso de elote, altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas arriba de la mazorca, número de hojas totales, largo y ancho de la hoja, y que el rendimiento en grano está determinado en un mayor grado por las variables peso de elote, número de hileras y número de hojas arriba de la mazorca.

Montemayor (1972), en una prueba de adaptación y rendimiento de 15 variedades de maíz bajo riego en General Escobedo, Nuevo León, para el ciclo de primavera encontró que los mas al tos rendimientos fueron para H - 412, N.L. VS-1, N.L. H-2. Whitemaster y rancharo en ese orden respectivamente y el mas ba jo correspondió al híbrido XL-363.

Cantú (1977), en una evaluación de 36 colectas de maíz (Zea mays L.) criollo de las zonas bajas del estado de Nuevo León en General Escobedo, N.L. primavera 1976, por lo que se refiere a rendimiento en grano, el maíz criollo que presentó mas alto rendimiento fué Guerito Raúl B. (3) con una media por planta de 168.89 g y el mas bajo fue el Ratón Linares (6) con una media por planta de 60.83 g y según la regresión múltiple el rendimiento de grano está en función de las variables: largo de mazorca, número de hojas totales y ancho de la hoja.

Lara (1981), evaluando 12 variedades mejoradas de maíz clasificadas como de ciclo precoz e intermedio, sembradas en Anáhuac, N.L. bajo condiciones de riego, reportó que la varie dad compuesto precoz fué la de mas alto rendimiento de grano

con 3 ton/ha, mientras que el análisis de varianza para rendimiento de grano concluye que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos y al realizar el análisis de regresión múltiple encontró que la variable independiente perímetro de la mazorca es la única que se encuentra relacionada en forma positiva con el rendimiento.

MATERIALES Y METODOS

Localidad

El presente trabajo se llevó a cabo en el ciclo de primavera-verano de 1987, en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., ubicado en el Municipio de Marín, N.L. , siendo su altura sobre el nivel del mar de 367 m.s.n.m. y con coordenadas geográficas de 25°53' latitud norte y a los 100° 03' longitud oeste.

El clima de la región según la clasificación de Koopen, modificada por García (1973) es de tipo semi-árido BS₁ (h')hx (e') donde:

BS₁= Clima seco o árido, con régimen de lluvias en verano, siendo el más seco de los BS.

h' (h)= temperatura anual sobre 22°C y bajo 18°C en el mes más frío.

X = el regimen de lluvias se presenta como intermedio entre verano e invierno, con porcentaje de lluvia invernal mayor de 18%.

e' = Oscilación anual de las temperaturas medias mensuales mayor de 18, siendo los más extremos.

El Centro de Investigaciones Urbanísticas de la U.A.N.L. reporta que el suelo de la región de Marín, N.L. considerando la clasificación de los grandes grupos de suelos en el mundo, corresponden al grupo de los Chestnut ó castaños, que se caracteriza por presentarse en áreas con clima seco estepario (BS)

y vegetación de estepa-matorral, la humedad de éstos es deficiente y el contenido de materia orgánica representa una escasa acumulación. En toda su gran extensión, estos suelos son arcillosos arenosos de profundidad media.

Considerando la clasificación FAO-UNESCO, se tiene en Marín, N.L., el tipo Kastañosem (Castaño) y el subtipo Kastaños emcálcico, el cual tiene acumulaciones importantes de cal y yeso en el perfil del suelo. Este tipo de suelos es bueno para la agricultura en la medida que se apliquen técnicas adecuadas y cultivos que se adapten a las condiciones climáticas, principalmente a las altas temperaturas, lluvias esporádicas y sequías prolongadas.

A continuación se muestran datos de precipitación, temperatura y humedad ocurridos durante el tiempo que se efectuó el experimento (Cuadro 1).

	PP total (mm)	T° Media mensual (°C)	H Relativa media mensual %
Febrero	25.6	14.7	73%
Marzo	13.8	16	70%
Abril	12.6	20.5	67%
Mayo	50.9	25	76%
Junio	152.8	27	74%
Julio	73.7	28	73%

Fuente: Departamento de Meteorología y climatología de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L.

Materiales

Los materiales que se utilizaron fueron los requeridos para realizar las prácticas culturales normales del cultivo, y algunas otras previas a la cosecha, como lo son la preparación del suelo, siembra, riegos, aporques, cosecha y trilla.

A continuación se enlistan los materiales utilizados en el presente trabajo.

- 1.- Implementos Agrícolas
- 2.- Estacas
- 3.- Cinta métrica
- 4.- Cal
- 5.- Vernier
- 6.- Balanza de Reloj
- 7.- Etiquetas enceradas y crayones
- 8.- Palas
- 9.- Azadón
- 10.- Libro de campo para la toma de datos.

Estos para la identificación de los tratamientos y llevar a cabo la toma de datos.

Material genético

Tratamiento

Variedad

(1)

Rattray Arnold 1 8321

- | | |
|------|----------------------|
| (2) | San Cristobal 1 8328 |
| (3) | Parako BA 8328 |
| (4) | Across 8328 |
| (5) | Alajuela (1) 8329 |
| (6) | Maracay 8329 |
| (7) | Poza Rica 8336 |
| (8) | Across 7728 RE |
| (9) | Across 7729 RE |
| (10) | Blanco la Purísima |
| (11) | NL-VS-1 |

Los primeros 9 materiales fueron proporcionados por el CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo), siendo variedades elite (ELUT 18 A) de madurez completa de estación con grano blanco o amarillo y adaptación tropical, y 2 materiales de la región (Blanco La Purísima y NL-VS-1) usadas como testigos.

Métodos

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con 4 repeticiones y 11 tratamientos·teniéndose un total de 44 parcelas experimentales. Cada parcela experimental estuvo constituida por 4 surcos de 5 mts de largo con una distancia entre surcos de 90 cm y entre plantas 20 cm aproximadamente. La parcela útil la formaron los dos surcos centrales de cada parcela. La distribución de los tratamientos puede observarse en la Figura 1 del Apéndice.

El modelo estadístico del diseño utilizado es:

$$Y_{ij} = M + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

$$i = 1, 2, \dots, 11$$

$$j = 1, 2, 3, 4,$$

Y_{ij} = Es la observación del tratamiento i en la repetición j

M = Es la media general

T_i = Es el efecto del i -ésimo tratamiento

B_j = Es el efecto del j -ésimo bloque

E_{ij} = Es el error experimental asociado a la unidad experimental que recibió el i -ésimo tratamiento en el j -ésimo bloque.

En el Cuadro 2 del texto se presenta un resumen de las actividades realizadas en el presente trabajo, desde la preparación del terreno hasta cosecha.

La preparación del terreno consistió de barbecho, rastreo y surcado, se trazaron los andadores y regaderas, los cuales tuvieron 1 mt y 3 mt de ancho respectivamente. El área total del experimento fue de 910.8 M².

La siembra se llevó a cabo el día 3 de marzo en seco, por el método de mateado depositando 2 semillas por punto con el fin de asegurar una densidad de población adecuada (55,000 plantas/ha).

Se dieron 2 riegos en todo el ciclo del cultivo, siendo

el primero a los 4 días después de la siembra y el 2do. aplicado el día 10 de abril.

Después de que emergieron las plántulas y alcanzaron una altura de 15 a 20 cm se hizo un aclareo el día 8 de abril, dejando solamente una por punto, quedando a una distancia de 20 cm unas de otras. Con lo anterior se obtuvo una población aproximada de 55,000 plantas por hectárea.

Se hicieron dos aplicaciones de malatión con el fin de controlar el ataque de gusano cogollero (Spodoptera frugiperda) y Trips (Frankliniella occidentalis) usando una dosis de 50 cc por mochila con capacidad de 15 lts de agua, siendo la primera el día 27 de marzo y la segunda el día 15 de abril.

Los días a floración masculina ocurrió entre el 26 de mayo y el 11 de junio.

La cosecha para la evaluación del rendimiento de grano se realizó el 20 y 21 de julio, la cual se efectuó en forma manual colocando las mazorcas en bolsas de papel debidamente etiquetadas.

Variables estimadas y método para su cuantificación

- 1.- Altura de planta (cm)
- 2.- Número de hojas promedio
- 3.- Altura de mazorca (cm)
- 4.- Hojas arriba de mazorca
- 5.- Hojas abajo de mazorca

- 6.- Días a floración
- 7.- Diámetro del tallo (cm)
- 8.- Largo de la hoja bandera (cm)
- 9.- Ancho de la hoja bandera (cm)
- 10.- Peso de la mazorca (grs)
- 11.- Longitud de mazorca (cm)
- 12.- Diámetro de mazorca (cm)
- 13.- Número de hileras/mazorca
- 14.- Número de granos/hilera
- 15.- Peso de grano/parcela útil (grs)
- 16.- Peso de 100 semillas (grs)
- 17.- Índice posición de mazorca
- 18.- Area hoja bandera (cm²)
- 19.- Índice de grano por mazorca
- 20.- Relación diámetro - longitud de mazorca
- 21.- Rendimiento de grano (kg/ha)

Para determinar los parámetros anteriores se tomó una muestra de 20 plantas con competencia completa.

1.- Altura de planta

Se tomaron las lecturas desde la base de la planta, hasta la base de la espiga.

2.- Número de hoja promedio

Se hizo un conteo de todas las hojas existentes por planta.

3.- Altura de mazorca

Se tomaron desde la base de la planta hasta donde se encontraba insertada la mazorca

4.- Número de hojas arriba de la mazorca

Se contaron todas las hojas que había desde el nudo de la mazorca superior hacia arriba.

5.- Número de hojas abajo de la mazorca

Se contaron todas las hojas que había desde el nudo de la mazorca superior hacia abajo.

6.- Días a floración

Esta se tomó cuando había el 50% de plantas en antesis en la parcela.

7.- Diámetro del tallo

Se tomó la lectura a una altura de 10 cms. de la base del tallo.

8.- Largo de la hoja bandera

Se midió desde el origen del nudo de la mazorca hasta el ápice.

9.- Ancho de la hoja bandera

Se tomaron las lecturas de la misma hoja en que se medía el largo y la lectura se hacía a un tercio de la longitud de la hoja a partir de la ligula.

Datos registrados después de cosecha

10.- Peso de la mazorca

Se realizó con una balanza analítica pesando cada una de

las mazorcas de cada tratamiento.

11.- Longitud de mazorca

Se midió la distancia desde la base de la mazorca hasta la punta de la mazorca.

12.- Diámetro de la mazorca

Se midieron las mazorcas con un vernier en cms. en su parte media

13.- Número de hileras por mazorca

Se contaron todas las hileras de cada una de las mazorcas de la muestra.

14.- Número de granos/hilera

Se tomó una hilera representativa al azar de cada una de las 20 mazorcas y se contaron el número de granos.

15.- Peso de grano

El peso de grano se llevó a cabo con una balanza analítica para cada una de las muestras.

16.- Peso de 100 semillas

Se tomaron 100 semillas al azar de cada uno de los tratamientos y se procedió a pesar con una balanza analítica.

17.- Índice de posición de mazorca

Es la relación existente entre la altura de la mazorca dividida entre la altura de la planta.

18.- Area hoja bandera

Se obtuvo multiplicando el largo por ancho y por el factor de corrección que es de 0.75 (cm²)

19.- Índice de grano por mazorca

Se obtiene al dividir peso de grano entre peso de mazorca

20.- Relación diámetro - Longitud de mazorca

Se determina dividiendo diámetro de mazorca entre longitud de mazorca

21.- Rendimiento de grano kg/ha.

Se pesó el grano de cada una de las 20 mazorcas que se cosecharon de cada variedad para cada una de las 4 repeticiones, luego se sacó el promedio en las 4 repeticiones para posteriormente transformar los datos de cada variedad a kg/ha tomando en cuenta la densidad de población.

Análisis Estadístico

Los análisis estadísticos se realizaron por medio de computadora en el centro de informática de la F.A.U.A.N.L. utilizando el paquete estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences); versión especial para la PDP-11/44 Digital.

Para las variables que resultaron significativas se llevó a cabo la comparación de medias utilizándose el método de Tukey con un $\alpha = .05$, utilizándose la siguiente notación para la significancia.

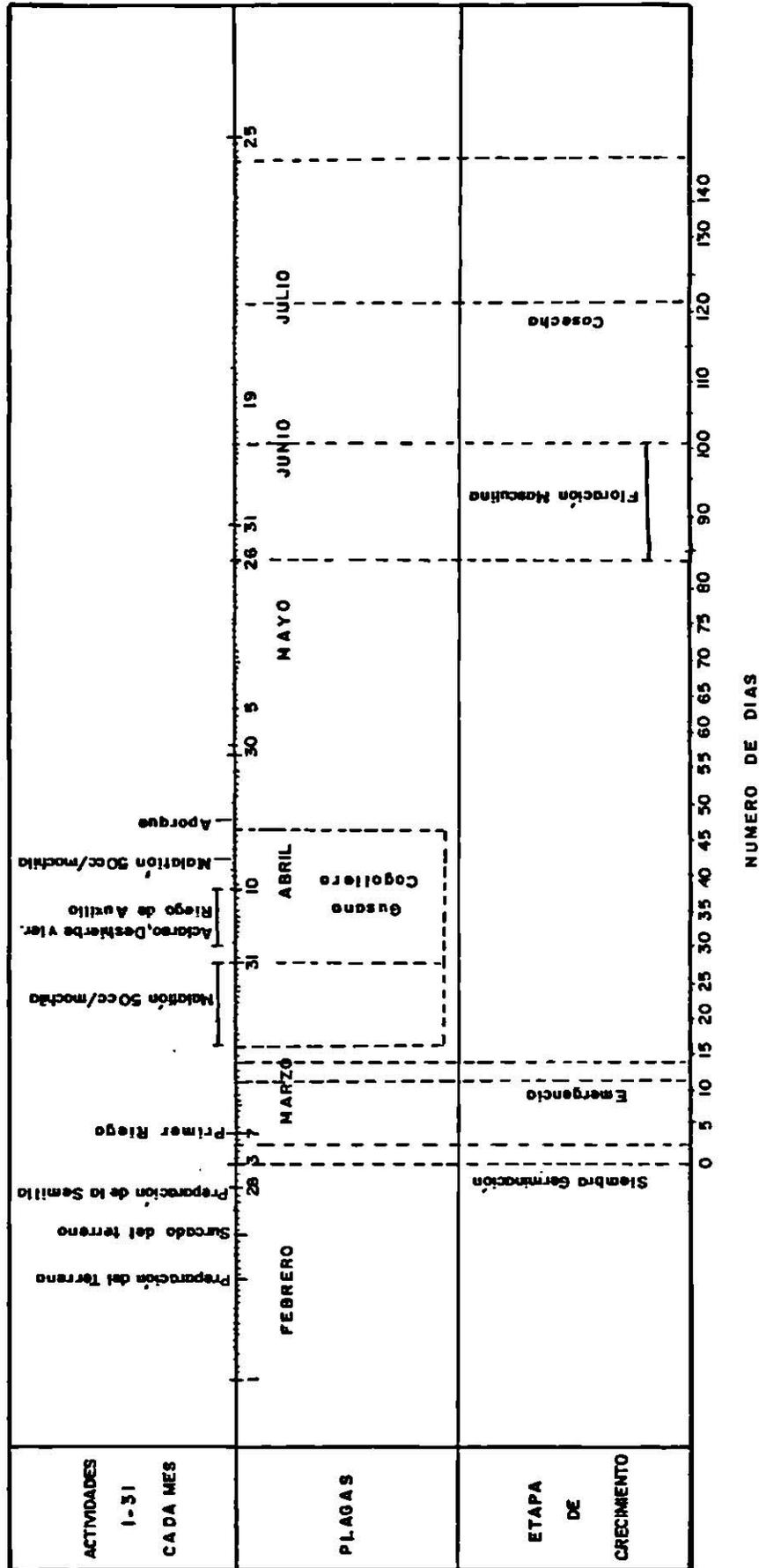
* = Diferencia significativa al 5% ($.01 < P < .05$)

** = Diferencia altamente significativa al 5% ($P < .01$)

N.S. = Diferencia no significativa ($.05 < P$)

También con la ayuda de la computadora se realizaron los análisis de correlación.

Cuadro 2. Abaco del cultivo de maiz en el ciclo Primavera 1987.



RESULTADOS

Enseguida se presentan los resultados obtenidos a través de la aplicación de los análisis de varianza y la prueba de comparación de medias por el método de Tukey.

De acuerdo a las hipótesis planteadas, sí existe diferencia altamente significativa entre genotipos para la mayoría de las variables estudiadas, siendo la variedad Maracay 8329 la de mas alto valor en cuanto a rendimiento de grano con una media de 4802 kg/ha y el de menor valor fue para la variedad Blanco La Purísima con una media de 3173 kg/ha.

Cabe señalar que durante la etapa de floración se presentaron fuertes vientos detectándose acame en diferentes grados para todas las variedades siendo la menos afectada la variedad Blanco La Purísima.

La comparación de medias de las variables analizadas se muestran en el Cuadro 4 del Apéndice, en el Cuadro 3 del Apéndice se presenta un resumen de los análisis de varianza, la no menclatura usada para denotarlas se muestra en el Cuadro 1.

Altura de planta

Existe una diferencia altamente significativa entre genotipos, y el tratamiento Blanco La Purísima (10) fue superior a los demás con una media de 222.65 cm y el mas bajo promedio fue para ACROSS 8328 (4) con 125.38 cms.

Número de hojas promedio

Existe diferencia significativa entre los genotipos, y se encontró que 10 tratamientos son estadísticamente iguales con un nivel de significancia de .05%. El tratamiento que obtuvo el mayor promedio fue Blanco La Purísima (10) con un valor de 15.93 hojas y el valor mínimo el tratamiento ACROSS 7728 RE (8) con 14.40 hojas.

Altura de mazorca

Existe diferencia altamente significativa entre los genotipos y encontramos que 2 tratamientos fueron estadísticamente iguales con un nivel de significancia .05%. El tratamiento Blanco La Purísima (10) con un promedio de 118.25 cm, fué el representativo para este caracter, observándose el mas bajo promedio para el tratamiento Alajuela (1) 8329 (5) con 61.88 cm.

Número de hojas arriba de la mazorca

Hubo una diferencia altamente significativa entre genotipos, y se encontró que 10 tratamientos son estadísticamente iguales con un nivel de significancia de .05%. El máximo promedio correspondió al tratamiento San Cristobal 1 8328 (2) con 6.20 hojas y el mas bajo fue para Blanco La Purísima (10) con 5.35 hojas.

Diámetro del tallo

Se encontró una diferencia significativa entre genotipos, encontrándose que 10 tratamientos son estadísticamente iguales con un nivel de significancia de .05%. El tratamiento Blanco La Purísima fue el que obtuvo el máximo valor con 2.18 cm y el promedio mas bajo para ACROSS 8328 (4) con 1.75 cm.

Largo de la hoja

Existe una diferencia altamente significativa entre genotipos, resultando que 9 tratamientos son estadísticamente iguales con un nivel de significancia de .05%. El máximo promedio correspondió al tratamiento NL VS 1 (11) con 89.90 cm, teniendo la menor longitud el tratamiento FARAKO BA 8328 (3) con 77.63 cm.

Días a floración masculina

Existe diferencia altamente significativa entre genotipos, resultando el mas precoz (71.5 días) el tratamiento número 5 Alajuela (1) 8329 siendo estadísticamente igual a otros 6 tratamientos y el mas tardío (83.5 días) fue el tratamiento (10) Blanco La Purísima.

Peso de la mazorca

Hubo una diferencia altamente significativa entre genotipos. Y encontrándose que 9 tratamientos fueron estadísticamen-

te iguales con un nivel de significancia de .05%. El tratamiento que tuvo el mayor peso de mazorca fue el Maracay 8329 (6) con 132.28 gr y el Blanco la Purísima (10) fue el que tuvo la menor media con 84.78 grs.

Longitud de mazorca

Existe una diferencia significativa entre los genotipos, y resultó que el tratamiento ACROSS 7728 RE fue superior a los demás con un promedio de 18.73 cm y el tratamiento Blanco La Purísima fue el que obtuvo la menor media con 14.13 cm.

Diámetro de mazorca

Hubo una diferencia altamente significativa entre genotipos, y se encontró que 5 tratamientos son estadísticamente iguales con un nivel de significancia de .05%. El máximo promedio correspondió al tratamiento NL VS 1 con 4.29 cm y el más bajo fue para San Cristobal 1 8328 con 3.79 cm.

Número de hileras

Se encontró una diferencia altamente significativa entre genotipos, resultando que 5 tratamientos fueron estadísticamente iguales con un nivel de significancia de .05%. El tratamiento que obtuvo el mayor promedio fue Alajuela (1) 8329 con 14.55 hileras y con el promedio mas bajo fue para ACROSS 8324 con 12.70 hileras.

Número de grano por hilera

Hubo una diferencia altamente significativa entre genotipos, y encontramos que 9 tratamientos son estadísticamente iguales con un nivel de significancia de .05%. El máximo promedio correspondió al tratamiento ACROSS 8328 RE con 36.58 granos y el menor promedio fue para Blanco La Purísima con 30.6 granos.

Peso de grano

Existe diferencia altamente significativa entre los genotipos, y se observó que 9 tratamientos fueron estadísticamente iguales con un nivel de significancia del .05%. Representado como el mejor promedio máximo el tratamiento Maracay 8329 con 109.15 gr., y el menor promedio fue para Blanco la Purísima que fue de 72.13 gr.

Índice posición de mazorca

Existe una diferencia altamente significativa entre los genotipos, encontrándose que 7 tratamientos fueron estadísticamente iguales con un nivel de significancia de .05%. El tratamiento NL VS 1 con un promedio de 0.57, fue el representativo para este carácter, observándose el más bajo promedio para el tratamiento ACROSS 7729 RE con 0.49.

Índice grano por mazorca

Hubo una diferencia significativa entre genotipos, resul

tando que los 11 tratamientos fueron estadísticamente iguales con un nivel de significancia de .05%. El máximo promedio correspondió al tratamiento Blanco La Purísima con 0.85 y el más bajo fue para ACROSS 7729 RE con 0.78.

Relación diámetro longitud de mazorca

Hay una diferencia altamente significativa entre genotipos, y encontramos que 4 tratamientos son estadísticamente iguales con un nivel de significancia de .05%. El máximo promedio fue de 0.29 y fue para los tratamientos Alajuela (1) 8329; Blanco La Purísima; NL VS 1 y como el promedio mas bajo para ACROSS 7728 RE con 0.23.

Rendimiento de grano kg/ha

Hay una diferencia altamente significativa entre genotipos, encontrándose que 9 tratamientos fueron estadísticamente iguales con un nivel de significancia de .05% siendo el promedio máximo para la variedad Maracay 8329 (6) con 4802.60 kg por hectárea y el menor valor fue para Blanco La Purísima (10) con 3173.50 kg/ha.

Estos resultados no pueden ser confiables y de ninguna manera definitivos, primero porque es el primer ciclo de prueba de estos materiales y segundo porque las condiciones de precipitación y temperatura que se presentaron durante el desarrollo del cultivo fueron muy favorables.

Correlaciones

Con el objeto de conocer el grado de asociación entre las variables consideradas en este experimento, se efectuó un análisis de correlación. En la Figura 2 del Apéndice se presentan los resultados de todas las variables tomadas en cuenta donde se puede observar que la variable rendimiento de grano (X22) esta altamente correlacionada con las siguientes variables; peso de la mazorca (X11), longitud de mazorca (X12), diámetro de mazorca (X13), número de granos por hilera (X15), peso de grano (X16), peso de 100 semillas (X17), índice de grano por mazorca (X20), siendo la significativa hojas arriba de la mazorca (X06), largo de la hoja bandera (X9), número de hileras por mazorca (X14).

DISCUSION

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente experimento se encontró, que el análisis de varianza para rendimiento de grano se mostró de manera altamente significativa, por lo que al llevar a cabo la comparación de medias por el método de Tukey el material Maracay 8329 fué el que presentó el rendimiento promedio mas alto del total de genotipos estudiados, pero estadísticamente es igual a 9 genotipos siendo los promedios mas bajos en rendimiento, el Blanco La Purísima y el San Cristobal 1 8329.

Es importante señalar que en el presente trabajo la variedad Maracay 8329 obtuvo el mayor peso de mazorca y peso de grano por mazorca, teniendo un segundo lugar en cuanto a número de hileras por mazorca así como número de granos por hilera. De estos resultados podemos decir que las mazorcas de este material no son de mucha longitud ni de un diámetro sobresaliente comparado con los demás materiales, lo que significa que las mazorcas están bien compactas y el tamaño del grano es grande y pesado lo que explica su alto rendimiento.

En general los resultados obtenidos en el presente experimento se pueden considerar como buenos ya que los coeficientes de varianza para la mayoría de las variables fueron bajos queriendo decir con esto que el experimento estuvo bien manejado. Por otra parte se pudo observar que los testigos tuvieron un rendimiento aceptable tomando en cuenta que se están comparan

do con variedades Elite.

Los rendimientos de grano obtenidos en este ciclo de primavera nos muestran una vez mas que ésta es la época mas idónea en donde se obtienen los mejores rendimientos para la zona de Marín, N.L. Esto debido a que hay mejores condiciones climatológicas.

Sin embargo para el material Blanco La purísima la mejor época es la de tardío. González (1987) en el ciclo de tardío realizo un trabajo donde evaluó la variedad Blanco La purísima corroborando lo dicho anteriormente ya que obtuvo un rendimiento mayor.

Por lo que concierne a las correlaciones que se efectuaron se encontró que el rendimiento de grano presenta correlación altamente significativa y positiva con peso de la mazorca, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, número de granos por hilera, peso de grano por parcela útil, peso de 100 semillas, índice de grano por mazorca. Esto corrobora en parte los trabajos realizados por Cantú (1977), pues para rendimiento de grano todas las variables están altamente correlacionadas.

En cuanto a la influencia del número de hojas arriba de la mazorca en el rendimiento, existió una correlación significativa, similar a trabajos de Castillo (1987) y Aguilar (1981), sin embargo otros trabajos como el de González (1987) se encontró no significancia. Lo anterior nos lleva a pensar que existen genotipos con pocas hojas y una gran eficiencia fotosintética.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1.- Los análisis de varianza reportaron una diferencia altamente significativa entre los genotipos para las variables; altura de planta, altura de mazorca, hojas arriba de mazorca, largo de la hoja bandera, peso de la mazorca, diámetro de la mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera, peso de grano/parcela, índice posición de la mazorca, relación diámetro-longitud de mazorca, rendimiento kg/ha, día a floración; diferencia significativa para las variables número de hojas promedio, diámetro del tallo, longitud de mazorca, índice de grano por mazorca; y una diferencia no significativa para las variables hojas abajo de la mazorca, ancho de la hoja bandera, peso de 100 semillas, área de la hoja bandera.
- 2.- Según la prueba comparativa de medias por el método de Tukey se determinó que los primeros 9 tratamientos son estadísticamente iguales ($P > .05$) en cuanto a rendimiento de grano se refiere, siendo el genotipo Maracay 8329 (6) el que tuvo el mayor rendimiento con 4802.60 kg/ha.
- 3.- Los tratamientos que tuvieron los rendimientos mas bajos fueron: San Cristobal 1 8328 (2) con un rendimiento de grano de 3536.83 kg/ha., Blanco La Purísima (10) (Testigo) con 3173.50 kg/ha.
- 4.- Las variables que estan altamente correlacionadas con el rendimiento en mazorca fueron: Longitud de mazorca con pe

so de mazorca, diámetro de mazorca con peso de mazorca, número de granos/hilera con peso de mazorca, peso de grano por parcela con peso de la mazorca, peso de 100 semillas con peso de mazorca, rendimiento kg/ha con peso de la mazorca, días a floración con peso de la mazorca.

- 5.- Las variables que presentaron correlación altamente significativa con el rendimiento en kg/ha son: peso de la mazorca (X11), Longitud de mazorca (X12), diámetro de mazorca (X13), número de granos por hilera (X15), peso de grano por parcela (X16), peso de 100 semillas (X17), índice de grano por mazorca(X20).
- 6.- Se recomienda repetir este tipo de evaluaciones por varios ciclos para poder tener resultados más confiables.
- 7.- Se recomienda que en futuras evaluaciones se manejen materiales similares en cuanto a porte de planta, en caso contrario, que cada material se maneje a la densidad que pueda expresar su máxima potencialidad.

RESUMEN

El presente experimento se llevó a cabo en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía, localizado en el Municipio de Marín, N.L. , en el ciclo primavera de 1987.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción de grano de 9 materiales introducidos del CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) y 2 variedades de la región. Y también como influyen algunas características agrónomicas en el rendimiento de grano.

Para este experimento se utilizó el diseño de bloques al azar con 4 repeticiones; cada repetición constó de 11 tratamientos haciendo un total de 44 parcelas. Cada parcela presentaba 4 surcos de 5 m. de longitud con una separación de .92 cm entre surcos y 20 cm entre plantas. De cada parcela se tomaron 20 plantas con competencia completa, esto fue de los 2 surcos centrales que es la parcela útil.

A las plantas muestreadas se les tomaron los siguientes datos: altura de la planta, número de hojas promedio, altura de la mazorca, hojas arriba de la mazorca, hojas abajo de la mazorca, diámetro del tallo, largo de la hoja bandera, ancho de la hoja bandera, peso de la mazorca, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera, peso de grano por parcela, peso de 100 semillas, índice posición de mazorca, área de la hoja bandera, índice de grano por mazorca, relación diámetro longitud de ma

zorca, rendimiento kg/ha, días a floración masculina.

En cuanto a rendimiento de grano los resultados obtenidos indican que los primeros 9 tratamientos son estadísticamente iguales, estando incluido uno de los testigos dentro de éstos.

El tratamiento que obtuvo el mayor rendimiento fué el Maracay 8329 (6) con 4802.60 kg/ha, y el San Cristobal 1 8328 y el Blanco La Purísima fueron los que arrojaron los mas bajos rendimientos con 3536.83 kg/ha y 3175.50 kg/ha respectivamente.

Los resultados obtenidos nos muestran que todas las variables tuvieron una correlación significativa y altamente significativa con rendimiento de grano, a excepción de las variables: altura de la planta, número de hojas promedio, altura de la mazorca, hojas abajo de la mazorca, diámetro del tallo, ancho de la hoja bandera, índice posición de mazorca, área de la hoja bandera, relación diámetro longitud de mazorca.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Aldrich, S.R.E. y E.R. Leng. 1974. Producción Moderna del maíz, Ed. Hemisferio Sur.
- 2.- Allard, R.W. 1975. Principio de la mejora de las plantas. Ed. Omega, Barcelona España.
- 3.- Bocanegra, P.A. 1977. Evaluación de 26 colectas de maíz (Zea mays L.) criollo de la zona baja del estado de Nuevo León en Gral. Terán, N.L. Verano 1977.
- 4.- Brauer, O.H. 1969. Fitogenética aplicada. Primera edición, Editorial Limusa, México.
- 5.- Cantú G., J.L. 1977. Evaluación de 36 colectas de maíz (Zea mays L.) criollas de las zonas bajas del estado de Nuevo León en Gral. Escobedo, N.L. Primavera de 1976. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía, U.A. N.L. México.
- 6.- Carroll, P. Wilsie. 1966. Cultivos: Aclimatación y distribución Ed. Acribia. Zaragoza, España.
- 7.- Centro de Investigaciones Agrarias 1980. El cultivo del maíz en México. México, D.F.
- 8.- De la Loma, J.L. 1973. Genética general y aplicada. Cía. Ed. U.T.E.H.A. Tercera Edición, México, D.F.
- 9.- Delorit, R.J. y H.K. Ahlgren, 1970. Producción Agrícola Ed. C.E.G.S.A. México, D.F.
- 10.- Díaz del Pino, A. 1964. El maíz, Segunda Edición, Imprenta Aldina México.

- 11.- Falconer, A.S. 1972. Mejoramiento de plantas, Cía., Ed. Continental, México.
- 12.- Garza F. Saul. 1972. Prueba de adaptación y rendimiento de 15 variedades de maíz (Zea mays L.) para grano en el ciclo verano 1971 en Gral. Escobedo, N.L. Tesis profesional F.A.U.A.N.L. Monterrey, N.L., México.
- 13.- Harrington, J.B. 1978. Métodos de genética cerealista. Segunda Edición. F.A.O. Impresa en Italia.
- 14.- Hernández, X.E. y G. Alanís, Estudio morfológico de 5 nuevas razas de maíz de la Sierra Madre Occidental de México. Implicaciones filogenéticas y fitogenéticas Agrociencia Número 1, 1970.
- 15.- Johnson, E. 1974. Mejoramiento del maíz. Memoria: el mejoramiento del maíz a nivel mundial en la década del setenta y el papel del CIMMYT. El Betán, México.
- 16.- Jugenheimer, R.W. 1981. Maíz. Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Editorial Limusa, México, D.F.
- 17.- Lainez M.J.R. 1986. Estudio de 42 variedades mejoradas de maíz (Zea mays L.) en dos ciclos agrícolas verano de 1984 y primavera de 1985 en Apodaca, N.L. Tesis profesional. I.T.E.S.M., Monterrey, N.L. México.
- 18.- Lara V., J.L. 1981. Evaluación de 12 genotipos de maíz (Zea mays L.) mejorado por la F.A.U.A.N.L. en Anáhuac, N.L. ciclo primavera 1980. Tesis profesional F.A.U.A. N.L. Monterrey, N.L., México.
- 19.- Márquez, S., F., P. Ramírez V y H. Córdoba). 1983. Variedades sintéticas de maíz. C.P. Chapingo, México.

- 20.- Márquez S., Fidel 1976. El problema de la interacción Gené tico-Ambiental en Genotécnica Vegetal. Departamento de enseñanza, Investigación y Servicio en Fitotecnia, Ediciones Patena, A.C. Universidad Autónoma de Chapin go.
- 21.- Martínez P., J.F. 1982. Prueba de adaptación de 15 varieda des de maíz (Zea mays L.) sobresalientes del sur del estado, en General Terán, N.L. Primavera 1980. Tesis profesional F.A.U.A.N.L. Monterrey, N.L. México.
- 22.- Martínez P., J. 1981. Evaluación de poblaciones de maíz (Zea mays L.) de introducción en el estado de Nuevo León en General Terán, N.L. primavera 1980. Tesis pro fesional. Facultad de Agronomía de la U.A.N.L.
- 23.- Montemayor, G.J.L. 1972. Prueba de adaptación y rendimien to de 15 variedades de maíz (Zea mays L.) para grano durante la primavera de 1971. en Gral Escobedo, N.L. Tesis profesional. Facultad de Agronomía, U.A.N.L.
- 24.- Muñoz G., R. 1977. Evaluación de 26 variedades criollas de maíz (Zea mays L.) colectadas de las partes bajas del estado, en Gral. Terán, N.L. Tesis profesional de F.A.U.A.N.L. Monterrey, N.L. México.
- 25.- Poehlman, J.M. 1974. Mejoramiento genético de las cosechas Editorial Limusa. México, D.F.
- 26.- Reyes Castañeda, Pedro, 1985. Fitogenotecnia básica y apli cada. México, A.G.T.
- 27.- Robles, S.R. 1972. Agrotecnia del maíz. I.T.E,S,M. Divi sión de ciencias agropecuarias y marítimas, Departa mento de Agronomía.

- 28.- Robles, S.R. 1983. Producción de granos y forrajes. 4a. Edición. Editorial Limusa México, D.F.
- 29.- Robles, S.R. 1986. Genética Elemental y Fitomejoramiento práctico. Ed. Limusa. México, D.F.
- 30.- Salazar Z., C. 1979. Evaluación de 20 colectas de maíz (Zea mays L.) de las zonas bajas del Estado de Nuevo León en Gral. Terán, N.L. Verano 1977. Tesis profesional. Facultad de Agronomía de la U.A.N.L.
- 31.- Sánchez Gavito, L. 1974. Guía del Agricultor, Ed. Aedos.
- 32.- S.A.R.H.- D.G.E.A. 1984. Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos. Ed. I.N.E.G.I. México, D.F.
- 33.- Silva, Z.A. 1976. Evaluación de 36 colectas de maíz (Zea mays L.) criollo de las zonas bajas del Estado, en Gral. Escobedo, N.L. Tesis profesional F.A.U.A.N.L., Monterrey, N.L. México.
- 34.- Wellhausen, E.J. 1980. Razas de maíz en México, su origen, características y distribución. Programa de Agricultura y cooperativa de la Secretaría de Agricultura y Ganadería de México, D.F. y Fundación Rockefeller.
- 35.- White, R.O. 1958. Prospección recogida e introducción de especies vegetales organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Roma, Italia.
- 36.- Wilsie, Carroll Peton. 1966. Cultivos: Aclimatación y distribución. Manuel Serrano García. Zaragoza, España, Acribia.
- 37.- Williams, W. 1965. Principios de Genética y mejora de las plantas. Trad. D.H. Marco Moll. Editorial Acribia. Zaragoza, España"

A P E N D I C E

Cuadro 1. Equivalencia de la simbología para las variables del experimento. Evaluación de 9 variedades introducidas de maíz (Zea mays L.) en el ciclo primavera 1987, Marín, N.L.

V A R I A B L E S	
X ₀₃	Altura de planta
X ₀₄	Número de hojas promedio
X ₀₅	Altura de mazorca
X ₀₆	Hojas arriba de mazorca
X ₀₇	Hojas abajo de mazorca
X ₀₈	Diámetro del tallo
X ₀₉	Largo de hoja bandera
X ₁₀	Ancho de la hoja bandera
X ₁₁	Peso de la mazorca
X ₁₂	Longitud de mazorca
X ₁₃	Diámetro de mazorca
X ₁₄	Número de hileras/mazorca
X ₁₅	Número de granos/hilera
X ₁₆	Peso de grano/parcela útil
X ₁₇	Peso de 100 semillas
X ₁₈	Refiere índice posición de mazorca
X ₁₉	Area de la hoja bandera
X ₂₀	Índice de grano por mazorca
X ₂₁	Relación diámetro longitud de mazorca
X ₂₂	Rendimiento kg/ha
X ₂₃	Días a floración masculina

Cuadro 2. Estadísticas más importantes de las variables estimadas en el experimento.
Evaluación de 9 variedades introducidas de maíz (Zea mays L.) en el ciclo
de primavera 1987, Marín, N.L.

Variable	Media	Moda	Error Estandar	Desviación Estandar	Mediana	Varianza	Rango	Suma
X03	149.995	130.900	4.383	29.075	147.300	845.334	136.100	6599.800
X04	15.125	14.900	0.100	0.665	15.010	0.442	2.600	665.500
X05	76.582	64.400	2.683	17.795	72.550	316.671	77.100	3369.600
X06	5.739	5.800	0.048	0.316	5.763	0.100	1.700	252.500
X07	9.339	8.900	0.104	0.687	9.300	0.472	3.100	410.900
X08	1.948	.900	0.031	0.203	1.931	0.041	1.200	85.700
X09	83.539	76.400	0.822	5.453	82.900	29.732	23.500	3675.700
X10	8.770	8.600	0.083	0.553	8.750	0.305	2.900	385.900
X11	112.758	56.300	3.223	21.132	114.200	446.200	446.576	4848.600
X12	15.579	15.600	0.176	1.157	15.675	1.339	5.900	669.900
X13	4.006	3.980	0.035	0.231	3.983	0.053	1.020	172.270
X14	13.456	12.800	0.112	0.734	13.460	0.538	3.200	578.600
X15	33.047	31.500	0.478	3.134	33.300	9.824	13.400	1421.00
X16	92.256	86.800	2.867	18.797	98.300	353.343	81.700	3067.00
X17	21.712	22.00	0.398	2.610	22.008	6.813	11.00	553.600
X18	0.508	0.463	0.005	0.031	0.503	0.001	0.156	22.368
X19	550.437	117.375	8.983	59.586	536.801	3550.453	250.133	24219.248
X20	0.816	0.710	0.005	0.035	0.814	0.001	0.194	35.084
X21	0.258	0.223	0.004	0.023	0.253	0.001	0.095	11.114
X22	4059.257	3819.200	126.130	827.087	4325.200	684072.187	3594.800	174548.031
X23	74.77	75	0.511	3.39	74.4	11.48	16	3290

Cuadro 3. Resumen de los análisis de varianza para las variables agronómicas estudiadas bajo un diseño bloques al azar completos. Evaluación de 9 variedades introducidas de maíz (Zea mays L.) en el ciclo de primavera 1987, Marín, N.L.

Variable	CMT	CME	F Calculada	X	C.V.= $\frac{\sqrt{CME \times 100}}{\bar{x}}$
X03	3039.073	125.118	24.290**	150.00	7.45
X04	0.711	0.262	2.710*	15.13	3.38
X05	1114.839	49.767	22.401**	76.58	9.21
X06	0.199	0.062	3.185**	5.74	4.33
X07	0.648	0.327	1.983 ^{NS}	9.34	6.12
X08	0.068	0.24	2.862*	1.95	7.94
X09	66912	16.732	3.999**	83.54	4.89
X10	0.106	0.385	0.277 ^{NS}	8.77	7.07
X11	687.166	142.115	4.835**	112.76	10.57
X12	2.102	0.799	2.630*	15.58	5.73
X13	0.100	0.021	4.827**	4.01	3.61
X14	1.595	0.152	10.498**	13.46	2.89
X15	16.916	5.218	3.241**	33.05	6.91
X16	457.387	112.582	4.063**	92.26	11.50
X17	10.098	4.873	2.072 ^{NS}	21.71	10.17
X18	0.002	0.001	3.263**	0.51	6.20
X19	3836.757	3476.299	1.104 ^{NS}	550.44	10.71
X20	0.002	0.001	2.212*	0.82	3.85
X21	0.002	0.0002	6.753**	0.26	5.44
X22	885500.625	217959.797	4.063**	4059.26	11.50
X23	0.137	0.005	28.899**	74.77	0.0009

TRATAMIENTOS	X03	X04	X05	X06	X08	X09	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X18	X20	X21	X22	X23
Rattray Arnold I 8321	bc	ab	c	ab	ab	a	abc	b	c	c	ab	abc	b	a	b	abc	abcd
San Cristobal I 8328	bcd	ab	c	a	ab	b	bc	bc	c	c	ab	bc	ab	a	b	bc	bcd
Fara ko Ba 8328	bcd	ab	c	ab	ab	b	abc	bc	bc	c	ab	abc	ab	a	b	abc	abc
Across 8328	d	ab	c	ab	b	ab	abc	bc	bc	c	ab	abc	ah	a	b	abc	abcd
Alajuela I 8329	d	ab	c	ab	ab	ab	ab	bc	ab	a	b	abc	b	a	a	abc	a
Maracay 8329	bcd	ab	c	ab	ab	ab	a	bc	abc	ab	ab	a	b	a	ab	a	abcd
Poza Rica 8336	cd	ab	c	ab	ab	ab	ab	bc	abc	bc	ab	abc	ab	a	b	abc	ab
Across 7728 Re	bc	b	c	ab	ab	ab	ab	a	c	c	a	abc	ab	a	b	abc	cd
Across 7729 Re	cd	ab	c	ab	ab	ab	abc	bc	bc	ab	ab	abc	b	a	b	abc	d
Blanco la Purissima	a	a	a	b	a	ab	c	c	abc	ab	b	c	ab	a	a	c	e
N L V S I	b	ab	b	ab	ab	a	ab	bc	a	ab	ab	ab	a	a	a	ab	ca

Cuadro 4. Comparación de medias por el método de Tukey para las variables que resultaron significativas en el experimento. Evaluación de 9 variedades introducidas de maíz (Zea mays L.) en el ciclo de primavera 1987, Marín, N.L.

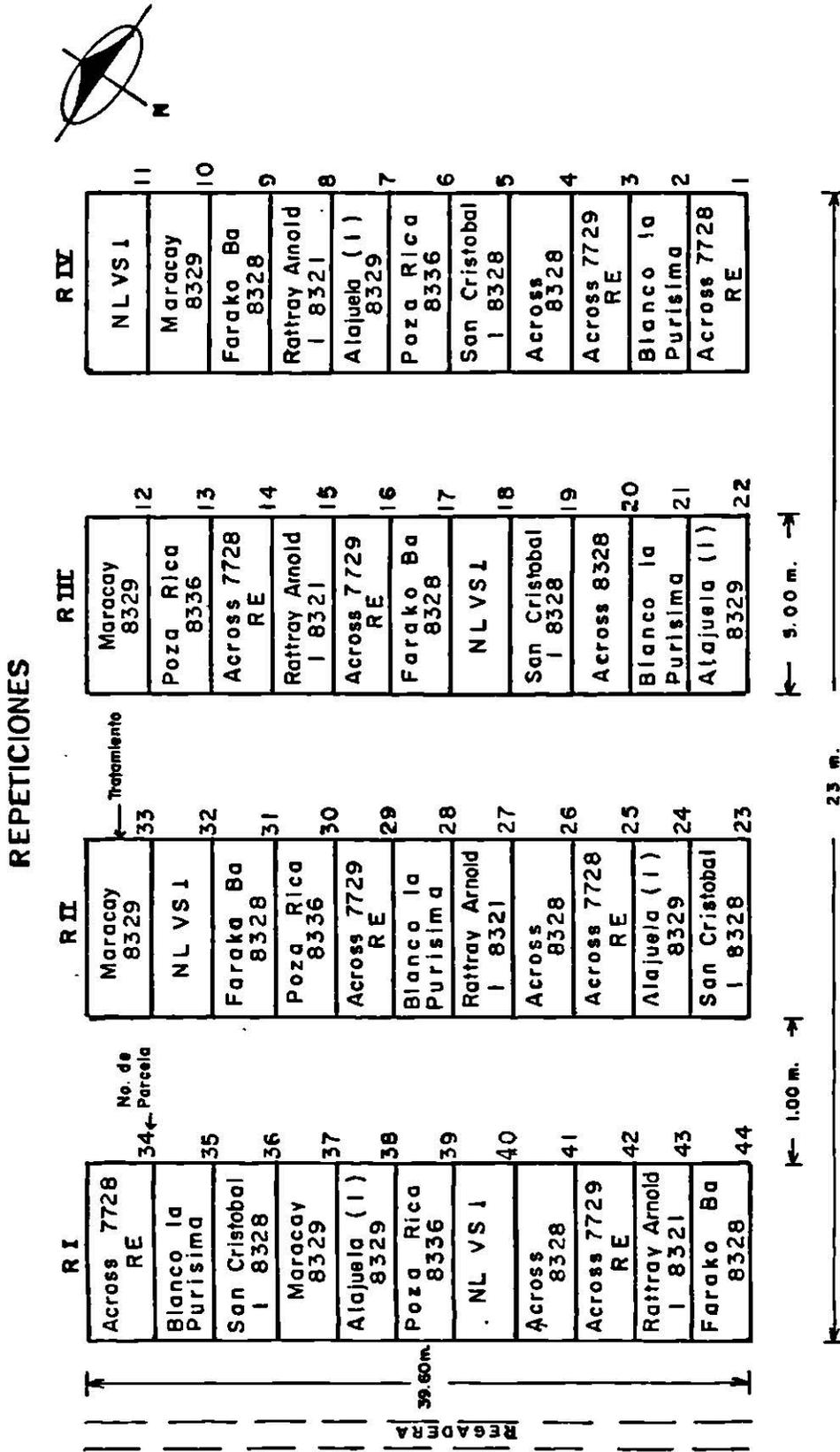


Figura 1. Dimensiones, distribución aleatoria de los tratamientos y orientación del experimento. Evaluación de 9 variedades introducidas de maíz (Zea mays L.) en el ciclo de primavera 1987, Marín, N.L.

