



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA



ADAPTACIÓN Y RENDIMIENTO DE SIETE GENOTIPOS DE MAÍZ
(*Zea mays* L.) EN CÁRDENAS, S. L. P.

Por:

RODOLFO COMPEÁN ORTÍZ

Tesis presentado como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo Fitotecnista.

ASESOR: M. C. MIGUEL ÁNGEL TISCAREÑO IRACHETA.

ASESOR: M. C. CARLOS VILLAR MORALES.

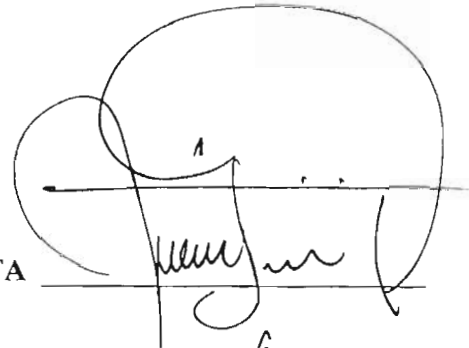
ASESOR: M. C. ANTONIO BUEN ABAD DOMÍNGUEZ.

Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P.

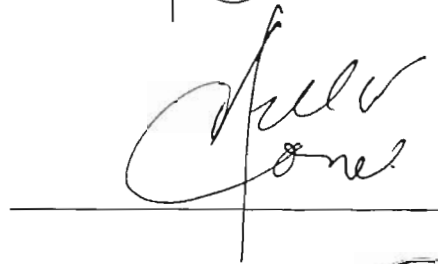
Diciembre del 2004.

El trabajo titulado **Adaptación y Rendimiento de Siete Genotipos de Maíz en Cárdenas, S. L. P.** fue realizado por **Rodolfo Compeán Ortiz** como requisito parcial para obtener el título de **Ingeniero Agrónomo Fitotecnista** y fue revisado y aprobado por el suscrito Comité de Tesis.

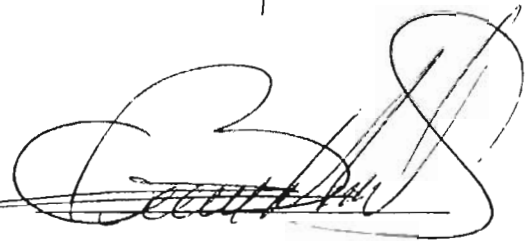
M. C. MIGUEL ÁNGEL TISCAREÑO IRACHETA

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Miguel Ángel Tiscareño Iracheta', written over a horizontal line.

M. .C CARLOS VILLAR MORALES

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Carlos Villar Morales', written over a horizontal line.

M. C. ANTONIO BUEN ABAD DOMÍNGUEZ

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Antonio Buen Abad Domínguez', written over a horizontal line.

Ejido Palma de la Cruz, Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P., a los 19 días del mes de noviembre de 2004..

DEDICATORIA

A DIOS, por darme la oportunidad de vivir y ser quién soy.

A MIS PADRES: Amelia Ortiz H. y Eleazar Compeán G., quienes me dieron la vida, me han dado su apoyo incondicional, por sus consejos y por la paciencia que me han tenido siempre, son mi orgullo y que Dios los bendiga.

AL ING. FERNANDO FAVELA LOZOYA, por el gran apoyo incondicional que nos ha brindado siempre, y gracias a Dios que existan personas como él.

AL ING. DANIEL ANAYA GONZALES, a quien le debo parte de mi formación, gracias por su apoyo, por sus consejos, por su amistad y gracias por todo.

A MIS ABUELITOS: Abrahana Guerrero, Aldegundo Compeán y Flavia Hernández, Porfirio Ortiz, por sus consejos y por el apoyo que me han brindado siempre, gracias por todo y que Dios los bendiga siempre.

A MIS HERMANOS: Karina y Eleazar, gracias por formar parte de mi familia, y gracias por ser como son, mis amigos.

A LA DRA. SOLÓRZANO, por sus consejos, por su amistad y por el apoyo que nos ha brindado en los proyectos de “La Labor”.

AGRADECIMIENTOS

A MIS ASESORES: M.C. Miguel Ángel Tiscareño, M.C. Carlos Villar y M.C. Antonio Buen Abad, por sus consejos y por colaborar en la realización de este trabajo.

A MI FACULTAD, por darme la oportunidad de formarme como profesional, y a todos los maestros que la conforman.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE ESCUELA: Silvia, Brenda, Gladis, Matías, Eusebio, Diego, Ángel Natanael, Karim, Israel y Jesús, por brindarme su amistad y cariño.

AL CENTRO DE FORMACIÓN PROFESIONAL “ING. FERNANDO FAVELA LOZOYA”, lugar que formó mi segundo hogar, al vivir en él por el tiempo que duró mi carrera.

Un agradecimiento muy especial para SILVIA TORRES MOCTEZUMA, quién me brindo su cariño, apoyo y compañía durante toda la carrera y me apoyo también en la realización de este trabajo. Con gratitud, cariño y con todo mi amor.

A MIS COMPAÑEROS DE HOGAR: Silvia, Lupita, Claudia, Edgar, Roberto, Lucio, Iván, Antonio, Renato, Marco, Everardo e Israel, por su amistad.

A RAFAEL HERNÁNDEZ MARTÍNEZ, por su amistad y por su apoyo durante mi estancia en el centro de formación.

AL ING. RAFAEL VEGA URESTI, quien me proporcionó la semilla de maíz para la elaboración del experimento, y a la casa comercial en la que labora Asgrow.

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIAS	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
CONTENIDO	v
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
SUMMARY	x
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Importancia del Maíz.....	3
Origen del Maíz.....	3
Producción de Maíz a Nivel Mundial.....	3
Producción de Maíz en México.....	4
Producción de Maíz en el Estado de San Luis Potosí.....	5
Importancia de los Ensayos de Adaptación y Rendimiento.....	5
Descripción Botánica.....	5
Requerimientos Ecológicos y Edafológicos del Maíz.....	6
Clima.....	6
Fotoperiodo.....	6
Latitud.....	7
Altitud.....	7
Temperatura.....	7
Humedad.....	7
Suelos.....	8
Fechas de Siembra.....	9
Densidad de Siembra.....	9

	Página
Fertilización.....	10
Componentes de Rendimiento.....	10
MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
Descripción del Área de Estudio.....	11
Localización Geográfica.....	11
Clima.....	11
Geología.....	11
Suelos.....	11
Vegetación.....	12
Precipitación.....	12
Diseño Experimental.....	12
Preparación del Terreno Experimental.....	12
Siembra.....	13
Fertilización.....	13
Riegos.....	13
Labores Culturales.....	14
Control Fitosanitario.....	14
Cosecha.....	14
Variables en Estudio.....	15
Días a Emergencia.....	15
Días a Floración.....	15
Días a Madurez Fisiológica.....	15
Altura de la Planta.....	15
Tamaño de la Mazorca.....	15
Número de Granos por Mazorca.....	15
Rendimiento de Grano.....	15
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
CONCLUSIONES.....	30
LITERATURA CITADA.....	31

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1	Valores de los coeficientes de correlación para la variables evaluadas.....18
2	Caracteres agronómicos (días a emergencia, a espigamiento, a madurez fisiológica y altura de planta) de siete genotipos de maíz.....19
3	Caracteres agronómicos (tamaño de mazorca, # de granos por mazorca, # de mazorcas por planta y peso de mil granos) de siete genotipos de maíz.....20
4	Análisis de varianza para la variable días a emergencia.....21
5	Comparación de medias (Tukey) para la variable días a emergencia.....21
6	Análisis de varianza para la variable días a floración.....22
7	Comparación de medias (Tukey) para la variable días a floración.....22
8	Análisis de varianza para la variable días a madurez fisiológica.....23
9	Comparación de medias (Tukey) para la variable días a madurez fisiológica.....24
10	Análisis de varianza para la variable altura de planta.....25
11	Comparación de medias (Tukey) para la variable altura de planta.....25
12	Análisis de varianza para la variable tamaño de mazorca.....26
13	Comparación de medias (Tukey) para la variable tamaño de mazorca.....27
14	Análisis de varianza para la variable número de granos por mazorca.....28
15	Comparación de medias (Tukey) para la variable número de granos / mazorca....28
16	Rendimiento de grano de maíz en t ha ⁻¹29
17	Análisis de varianza para la variable de rendimiento de grano.....30
18	Comparación de medias (Tukey) para la variable rendimiento de grano.....31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1 Producción mundial de maíz, ciclo 02-03 en millones de toneladas.....4	4
2 Producción de maíz en México en el año 2002, en millones de toneladas.....5	5

RESUMEN

En el ciclo primavera-verano de 2003, se realizó el presente experimento en el ejido La Labor, municipio de Cárdenas, S. L. P. La siembra fue el 22 de marzo de 2003 y posteriormente la cosecha se llevó a cabo del 20 de Julio al 28 de Agosto de 2003. Los objetivos fueron conocer las características fenológicas y los componentes de rendimiento de cultivares de maíz y además evaluar el potencial de rendimiento de grano. Los materiales utilizados en el experimento fueron siete genotipos de maíz, para lograr dichos objetivos, se evaluó el material genético, utilizando el diseño experimental de bloques al azar con 7 tratamientos y 4 repeticiones. Dentro de las características agronómicas y componentes de rendimiento que se evaluaron, resultó que: en la variable días a emergencia el genotipo Leopardo emergió a los siete días, primero que todos los demás; para la variable días a floración el genotipo Leopardo con 63 días a floración superó al testigo al florear en 80 días en promedio; en la variable días a madurez fisiológica el testigo fue superado por todos los demás genotipos; en la variable altura de planta el criollo ocupó el primer lugar al obtener una altura promedio de 3.04 metros; en lo que correspondió a tamaño de mazorca el genotipo A-791 con 23 cm, seguido del A-7573 con 21.2 cm, superaron a los demás genotipos en cuanto a tamaño de mazorca se refiere; y finalmente dentro del número de granos por mazorca el criollo ocupó el primer lugar con 678 granos en promedio por mazorca, superando a los demás genotipos. El análisis de varianza indicó una diferencia altamente significativa entre los tratamientos para la variable rendimiento. La prueba de rango múltiple Tukey al 0.05 detectó la formación de 3 grupos estadísticamente diferentes entre sí. Dentro de los genotipos que sobresalieron por su potencial de rendimiento, se encuentran: A-7573, Leopardo y A-791, que registraron rendimientos de 5.1734, 4.5797 y 4.5507 t ha⁻¹, respectivamente, superando significativamente al testigo regional (Criollo), que obtuvo un rendimiento promedio de 3.2628 t ha⁻¹. En base a los resultados obtenidos se llegó a la conclusión que dentro del grupo de genotipos de maíz en prueba existen materiales que superan en rendimiento de grano y en algunos caracteres agronómicos deseables al testigo regional.

SUMMARY

In the cycle spring-summer of 2003, the present experiment was made in the La Labor, municipality of Cardenas, S. L. P. Seedtime was the 22 of March of 2003 and later the harvest was carried out of the 20 of July to the 28 of August of 2003. The objectives were to know the phenological characteristics and the components of yield of you will cultivate of maize and in addition to evaluate the potential of grain yield. The materials used in the experiment were seven maize genotypes, in order to obtain these objectives, the genetic material was evaluated, using the experimental design of blocks at random with 7 treatments and 4 repetitions. Within the agronomics characteristics and component of yield that was evaluated, it was that: in the variable days to emergency the genotype Leopard emerged to the seven days, first that all the others; for the variable days to flowering the genotype Leopard with 63 days to flowering surpassed to the witness when flowering in 80 days in average; in the variable days to physiological maturity the witness was surpassed by all the other genotypes; in the variable height of plant the Creole occupied the first place when obtaining a height average of 3.04 meters; in which corresponded to size of mazorca the A-791 genotype with 23 cm, followed of the A-7573 with 21.2 cm, they surpassed to the other genotypes as far as size of mazorca talks about; and finally within the number of grains by mazorca the Creole occupied the first place with 678 grains in average by mazorca, surpassing to the other genotypes.. The variance analysis highly indicated a significant difference between the treatments for the variable yield. The test of multiple rank Tukey to the 0,05 detected the formation of 3 statistically different groups to each other. Within the genotypes that excelled by their potential of yield, they are: A-7573, Leopardo and A-791. that they registered yields of 5.1734, 4.5797 and 4.5507 t ha⁻¹, respectively, significantly surpassing the regional witness (Creole), that obtained a yield average of 3.2628 t ha⁻¹. On the basis of the obtained results one reached the conclusion that within the group of maize genotypes in test materials exist that surpass in grain yield and some desirable characters agronomics the regional witness.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) representa la actividad agrícola económicamente más importante para México, ya que se siembra extensivamente a lo largo y ancho del país, abarcando zonas de riego y de temporal, con predominio de estas últimas (La Nueva Era En La Agricultura, 1998).

Entre los cultivos de cereales en el mundo, el maíz ocupa el segundo lugar después del trigo en cuanto a producción, con el arroz molido en tercero, sin embargo, entre las economías de las naciones en desarrollo, el maíz ocupa el primer lugar en Latinoamérica y África y el tercero después del arroz y el trigo en Asia. En todo el mundo el maíz es el más ampliamente sembrado en cuanto a cereales se refiere (Claridades Agropecuarias, 1997).

En el estado de San Luis Potosí, de la superficie destinada para la producción agrícola, aproximadamente el 36.7% corresponde al cultivo del maíz (INEGI, 1996).

En la Zona Media Potosina, el cultivo de maíz para grano bajo riego ocupa un lugar importante tanto a nivel social como económico. Anualmente se siembran en promedio 12 mil hectáreas con un rendimiento medio de tres toneladas de grano por hectárea. Estos rendimientos son bajos, debido, principalmente a que la mayoría de los productores no utilizan la tecnología de producción apropiada. En esta zona, el productor considera la siembra de maíz poco rentable, lo que ocasiona que se haga con prácticas agrícolas tradicionales y deficiente uso de insumos agrícolas.

Durante los últimos cinco años el Campo Experimental Palma de la Cruz ha generado tecnología para producir maíz para grano bajo riego, la cual ha sido validada en terrenos de productores, demostrándose que bajo las condiciones de clima y suelo de la Zona Media del Estado, es posible obtener rendimientos de hasta seis toneladas de grano por hectárea (INIFAP, 2002).

El presente trabajo nace debido a esta problemática y es por ello que se deriva el interés de identificar variedades adecuadas para la zona, que tengan un alto rendimiento y además características agronómicas deseables para los agricultores de esa zona.

Objetivos.

A) Conocer las características fenológicas y los componentes de rendimiento de un grupo de genotipos de maíz evaluados en la zona de La Labor, Cárdenas, S. L. P.

B) Evaluar el potencial de rendimiento de un grupo de genotipos de maíz probado bajo las condiciones ambientales de la región de La Labor , Cárdenas , S. L. P.

Hipótesis.

A) Existen cultivares de maíz que superan al testigo regional en lo que se refiere a características agronómicas deseables.

B) Dentro del grupo de materiales experimentales en prueba existen genotipos que superan en rendimiento de grano al testigo regional.

REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia del Maíz

Sin duda que uno de los granos que mayor demanda tiene en el mundo es el maíz. Utilizado tanto en la dieta de los humanos, como alimento forrajero o como materia prima en la agroindustria, el maíz ha jugado y juega un papel importante en la economía de muchos países del mundo (Claridades Agropecuarias, 2003).

Origen del Maíz

Su origen aún no está bien delimitado en cuanto a la fecha, más no en el lugar. Algunos estudios señalan que ya se cultivaba desde hace más de siete mil años, mientras que otros dicen que se ha cultivado por cerca de 10 mil años; algunos estudios realizados sobre el maíz, señalan que el origen es América Central, concretamente México, desde donde se expandió su cultivo, en primer lugar hacia prácticamente toda América y después a otros continentes (Claridades Agropecuarias, 2003).

Su origen no está muy claro pero se considera que pertenece a un cultivo de la zona de México, pues sus hallazgos más antiguos se encontraron allí (Infoagro, s/t).

Hay suficiente evidencia indicando que México fue el centro de origen, domesticación y dispersión del maíz; que ocurrió hace más de seis mil años y que las migraciones humanas lo llevaron a Sudáfrica, en donde tuvo lugar el centro secundario, hace cinco mil años. De México se dispersó hacia el Norte del continente y posteriormente hacia Europa y Asia (Reyes, 1990).

Producción de Maíz a Nivel Mundial

Los principales países productores de maíz son por orden de importancia: Estados Unidos, China, la Unión Europea, Brasil, Argentina, Sudáfrica y México, de los cuales se obtiene más del 80% de la producción mundial, la cual se ha ubicado, en promedio anual, en 595.3 millones de toneladas en los últimos siete años. En el ciclo agrícola 02/03, Estados Unidos, China y Brasil ocuparon los tres primeros lugares en cuanto a

producción de maíz se refiere, con 228.8, 121.3 y 43.5 millones de toneladas respectivamente, como se observa en la figura 1 (Claridades Agropecuarias, 2003).

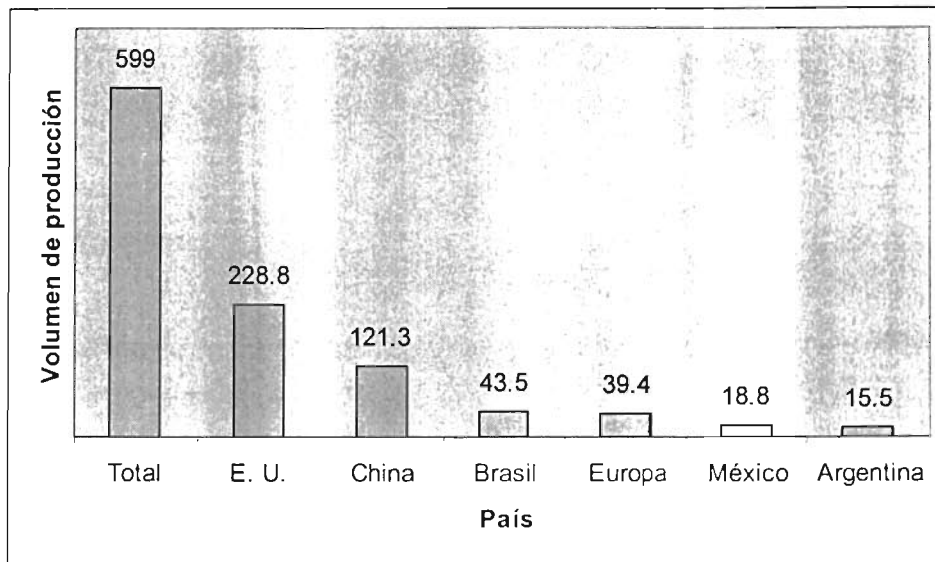


Figura 1. Producción mundial de maíz, ciclo 02/03 en millones de toneladas.

Producción de Maíz en México

La producción de maíz en nuestro país ha estado influida principalmente por el comportamiento del clima. Pero la gran importancia que tiene el maíz en la dieta de los mexicanos ha llevado a que el grano se cultive a todo lo largo y ancho del territorio nacional. En este sentido se tiene que Jalisco, el Estado de México, Sinaloa, Chiapas y Michoacán, aportan poco más del 50% de la producción nacional. Nuestro país produjo alrededor de 17.8 millones de toneladas de maíz, en promedio anual, en los últimos ocho años, que si la comparamos con el promedio mundial, indica que México produce cerca del 3% mundial, lo que lo ubica por arriba de países como Argentina y Sudáfrica, que han sido considerados como productores importantes. En el año 2002 se produjeron en México 19.2 millones de toneladas de maíz, el primer lugar por estado lo obtuvo Sinaloa con 3.14 millones de toneladas, como se observa en la figura 2 (Claridades Agropecuarias, 2003).

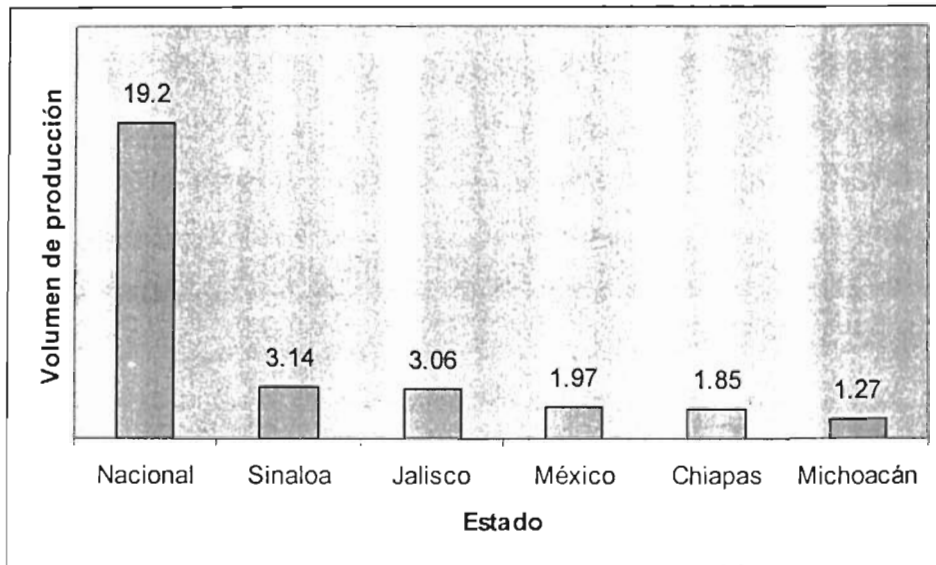


Figura 2. Producción de maíz en México en el año 2002 en millones de toneladas.

Producción de Maíz en el Estado de San Luis Potosí

En el estado de San Luis Potosí se cosechan en promedio 225,086 toneladas anuales, y se siembra una superficie promedio de 374,447 hectáreas anuales (INEGI, 1997).

Importancia de los Ensayos de Adaptación y Rendimiento

Cuando un cultivo se introduce en una nueva área de producción, puede estar menos adaptado que en la zona climática que usualmente se produce, en algunos casos las especies introducidas por primera vez no parecen tener buena adaptación pero después de que se cultiven varias veces presentan mayor aclimatación y productividad (Poehlman, 1981).

Descripción Botánica

Es una planta herbácea, de tallo más o menos cilíndrico, con nudos (de 8 a 21) y entrenudos, no huecos; los entrenudos de la base son cortos y se van haciendo largos hasta culminar con el más largo siendo el que constituye la base de la “espiga” (panoja).

El número de hojas promedio es de 14, y se desarrolla en cada nudo, son largas y angostas, con venación paralelinervia, con vaina envolvente y con sus extremos no unidos, la lígula es incipiente, el limbo o lámina es sésil, plano y de longitud variable. Las flores son unisexuales monoicas, la inflorescencia masculina, conocida como “espiga”, es en realidad una panícula abierta y más o menos laxa según las variedades, se desarrolla en el ápice del tallo; la inflorescencia femenina está constituida por un soporte central denominado “olote” y se genera en algunos nudos; hasta antes de la fecundación, la inflorescencia femenina se denomina “jilote”, después de la fecundación y formación de granos tiernos en estado lechoso-masoso constituyen el “elote”, al madurar los granos y estar en condiciones de cosecha, se dice que es una “mazorca”, esta última está cubierta por “espatas” u hojas modificadas, que en conjunto se conocen como “totomoxtle” (INEGI, 1997).

Requerimientos Ecológicos y Edafológicos del Maíz

Clima. La gran diversidad en la distribución de la producción del maíz es un indicador de su excelente capacidad para adaptarse a muchos ambientes, ya que crece en latitudes que varían desde el Ecuador ligeramente a 50° al Norte y Sur y desde el nivel del mar hasta 3000 metros de altura; bajo condiciones semiáridas: en climas frescos y calientes (Claridades Agropecuarias, 1997).

El maíz a causa de su gran diversidad de tipos y ciclos es cultivado en una amplia gama de condiciones climáticas. De igual modo el maíz se cultiva en suelos con una amplia variación de propiedades químicas (López, 1991).

Fotoperiodo. Se considera que el maíz es una planta insensible al fotoperiodo, debido a que se adapta a regiones de fotoperiodos cortos, neutros o de fotoperiodo largo. Sin embargo, los mayores rendimientos se obtienen de 11 a 14 horas luz. Mayor número de horas luz (fotoperiodo largo) o menor número (fotoperiodo corto) de los antes indicados, si son excesivas, afectan el desarrollo normal del maíz y principalmente, afectan a la floración, disminuyendo en ambos casos los rendimientos (Robles, 1990).

El maíz es una especie de fotoperiodo corto, aún cuando algunos autores la consideran de fotoperiodo neutro o insensible, esto puede ser explicable si se considera la gran variación genética de la especie o a los segregantes posibles en una población de plantas (Reyes, 1990).

Latitud. En general, el maíz se adapta desde más o 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 latitud, es importante por su influencia en el fotoperiodo y en las temperaturas (Robles, 1990).

Altitud. Se cultiva el maíz con buenos rendimientos desde el nivel del mar, hasta alrededor de 2 500 metros, sin embargo, con altitudes mayores a los 3 000 metros sobre el nivel del mar, los rendimientos disminuyen, sobre todo, por bajas temperaturas propias de altitud excesiva. Este rango tan amplio de altitud, hace que el cultivo se adapte a la mayor parte de las regiones agrícolas del mundo (Robles, 1990).

Temperaturas. En general, la temperatura media óptima durante el ciclo vegetativo del maíz, es de 25 a 30 °C, pero debe recordarse que puede ser mayor o menor según las distintas regiones agrícolas (Robles, 1990).

Humedad. Los requerimientos óptimos de humedad, son diferentes, si se consideran variedades precoces (alrededor de 80 días) o variedades tardías (alrededor de 140 días). Bajo condiciones de temporal y con variedades adaptadas, se pueden tener buenos rendimientos con más o menos 500 mm de precipitación pluvial distribuidos durante el ciclo vegetativo.

Bajo condiciones de riego, en términos generales, se recomienda un riego para siembra y tres riegos de auxilio, cuya suma total en láminas de agua de riego implican

alrededor de 20 cm de lámina en presiembra y 10 cm de lámina para cada riego de auxilio, o sea más o menos 50 cm (500 mm) en total (Robles, 1990).

No es conveniente que el cultivo pase períodos de falta de agua puesto que, entonces, los estomas se cierran, se reduce la fotosíntesis y el rendimiento final es menor. Durante la floración, es especialmente perniciosa una época de falta de agua, lo que puede llegar a representar una disminución del 30% de la cosecha (Biblioteca de la Agricultura, 1998).

Suelos. El maíz se adapta muy bien a todos los tipos de suelo, pero suelos con pH entre 6 a 7 son a los que mejor se adaptan. También requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharcamientos que originen asfíxia radicular (Infoagro, s/t).

El maíz prospera en diferentes tipos de suelo, respecto a textura y estructura. Se siembra en suelos arcillosos, arcillo-arenosos, francos, franco-arcillosos, franco-arenosos, etc. Sin embargo, son mejores los suelos con textura más o menos franca que permitan un buen desarrollo del sistema radicular, y por consecuencia, mayor eficiencia en la absorción de la humedad y de los nutrientes del suelo, así como mejor anclaje o buena fijación de las plantas en el suelo, de tal manera que se eviten problemas de acame (caída de las plantas) en el maíz. Básicamente, el suelo es importante por su textura y estructura, por su contenido de elementos orgánicos e inorgánicos como fuente de nutrientes, por la humedad, aereación, temperatura, flora microbiana, etc.. que contribuyen a proporcionar a la planta condiciones edáficas óptimas para un buen desarrollo vegetativo y obtener buenos rendimientos (Robles, 1990).

El maíz se adapta bien a diferentes suelos, siendo su pH preferido el de neutro o ligeramente ácido (pH \approx 6 a 7). Quizá la única limitación estriba en los suelos demasiado calizos y muy alcalinos, que pueden bloquear la disponibilidad de ciertos microelementos (Biblioteca de la Agricultura, 1998).

Fechas de Siembra

En maíz, la época óptima de siembra es un factor limitante en la mayor producción de grano y/o forraje. En las principales regiones productoras de maíz en México, se han determinado, por medio de experimentos de fechas de siembra, las épocas óptimas de acuerdo con las condiciones ecológicas de cada región (Robles, 1990).

El clima es el principal factor para establecer la fecha de siembra. Siembras relativamente tempranas generalmente proporcionan rendimientos más altos que las siembras tardías. La fecha óptima de siembra varía con la latitud y con los períodos críticos de humedad, pues no siempre las siembras tempranas son las más idóneas en todas las zonas de cultivo de maíz en el mundo. Tradicionalmente, en las principales zonas maiceras del mundo, la siembra se inicia cuando el promedio de la temperatura del aire alcanza 12-14 °C, desde principios de febrero en las zonas cálidas hasta mayo en las zonas más frías (López, 1991).

Densidad de Siembra

La densidad óptima de siembra dependerá de la distancia entre surcos y la distancia entre plantas. Ambas distancias, deben determinarse experimentalmente planeando tratamientos con diferentes combinaciones de distancias entre surcos y entre plantas. En maíz por lo general, se usa la distancia de 92 cm entre surcos, lo que facilita la determinación de la densidad óptima de siembra al considerar solo la variable distancia entre plantas (Robles, 1990).

Una buena densidad de población es un requisito imprescindible para obtener una buena cosecha. No hay que olvidar que, cuando las siembras quedan claras, el mayor tamaño de las mazorcas no compensa la falta de plantas.

Existen híbridos que son tolerantes a las altas densidades de siembra y otros que no lo son, procediéndose en este segundo caso plantas poco vigorosas, y esterilidad, si la población es excesiva (Guerrero, 1992).

Fertilización

En los sistemas agrícolas desarrollados, el principal nutriente para tener rendimientos elevados de maíz es el nitrógeno. Las respuestas al nitrógeno son máximas solo cuando hay en la siembra un número suficiente de plantas (Cooke, 1992).

La práctica de fertilización, según se requiera, puede utilizarse antes de la siembra, en el momento de la siembra, o después de la misma. De acuerdo con diferentes investigaciones, se ha encontrado en maíz que los mejores resultados son al aplicar en el momento de la siembra parte del nitrógeno, todo el fósforo y todo el potasio de la dosis fertilizante; posteriormente en la segunda labor de cultivo el resto del nitrógeno por ser éste elemento el que menos se fija o conserva en el terreno y para un mejor aprovechamiento por la planta, es recomendable fraccionar su aplicación (Robles, 1990).

Componentes de Rendimiento

El rendimiento de maíz está determinado principalmente por el número final de granos logrados por unidad de superficie, el cual es función de la tasa de crecimiento del cultivo alrededor del período de floración. Por lo tanto, para alcanzar altos rendimientos, el maíz debe lograr un óptimo estado fisiológico en floración, cobertura total del suelo y alta eficiencia de conversión de radiación interceptada en biomasa. La adecuada disponibilidad de nutrientes, especialmente a partir del momento en que los nutrientes son requeridos en mayores cantidades (aproximadamente 5 a 6 hojas desarrolladas), asegura un buen crecimiento foliar y una alta eficiencia de conversión de radiación interceptada (Andrade *et al.*, 1996).

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del Área de Estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en los terrenos agrícolas del ejido La Labor, Cárdenas, S. L. P.

Localización geográfica.

La Labor, Cárdenas, S. L. P. se encuentra localizada en la zona media del estado de San Luis Potosí, teniendo como coordenadas: Latitud Norte 21° 58' 54'', Longitud 99° 34' 36'' y una Altitud de 1180 m. s. n. m.

Clima.

El clima que prevalece en la región es: (A) C (Wo), que nos indica que es un clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano con menor humedad. Con temperatura media anual de 18° y 24 °C. Diciembre y enero son los meses más fríos y abril y mayo los meses más calientes (INEGI, 2002).

Geología.

En el anexo cartográfico del INEGI encontramos que la zona en estudio presenta la siguiente simbología: Ks (lu-ar), que significa que data del Mesozoico, del Cretácico Superior, con rocas sedimentarias llamadas lutita y arenisca, ambas son rocas arcillosas (INEGI, 2002).

Suelos.

El tipo de suelo en el que realizó este trabajo es Franco Arcilloso, con pH de 7.7 (moderadamente alcalino), según resultados del análisis de suelo.

Las unidades de suelo que se encuentra en la zona son: E + 1 / 2 L; y significa lo siguiente:

E: Rendzina, que es el tipo de suelo dominante.

I: Litosol, tipo de suelo secundario.

2: Clase textural media.

L: Litica, que es la fase física del suelo (INEGI, 2002).

Vegetación.

La vegetación que predomina es: *Acacia micrantha* (Huizache), *Prosopis laevigata* (Mezquite), matorral submontano: este matorral está conformado por arbustos leñosos subperennifolios, los elementos más representativos son: *Celtis pallida* (Granjeno), *Cordia boissieri* (Trompillo), *Helietta parvifolia* (Barreta o Palo blanco); también son frecuentes: *Stenocereus sp.* (Pitayo), *Myrtillocactus sp.* (Garambullo), *Neopringlea integrifolia* (Corvagallina), entre otras. También encontramos algunos bosques de encino (INEGI, 2002).

Precipitación.

La precipitación anual varía de 700-1000 mm, y septiembre es el mes con mayor precipitación. Los meses con humedad suficiente para el crecimiento de las plantas son los comprendidos en el período de junio a octubre (INEGI, 2002).

Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado fueron bloques al azar con 7 tratamientos y 4 repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por 4 surcos con una longitud de 6 m, separados a 0.92 m. La parcela útil estuvo formada por los 2 surcos centrales, eliminando 1 m de cada cabecera para evitar el efecto de orilla.

Preparación del Terreno Experimental

Antes del establecimiento, se procedió a la preparación del terreno para que estuviera en condiciones de recibir la semilla. Se barbechó a una profundidad de 30 cm con la finalidad de romper, voltear y aflojar el suelo en su capa arable además de enterrar las hierbas y residuos del cultivo anterior, permitir una mayor circulación de aire dentro del suelo y facilitar las operaciones posteriores. Se rastreó y cruzó el terreno con el fin de cerrar el suelo mediante la desintegración de los terrones formados por el barbecho.

Además se trazaron canales para conducir el agua y así poder regar y posteriormente sembrar.

Siembra

La siembra se efectuó el 22 de marzo del 2003, en forma manual con una densidad de 120 plantas por parcela experimental, con una distancia entre surcos de 92 cm y 20 cm entre plantas para los híbridos y de 80 plantas por parcela experimental para el criollo con una distancia entre plantas de 30 cm. Los genotipos que se utilizaron fueron los siguientes: Lince, Leopardo, Jaguar, Jaguar Y, A-7573, A-791 y el testigo regional que es el Criollo.

Fertilización

Para la fertilización se aplicó el tratamiento 140-60-00 que es el recomendado para maíz de riego en la zona media. Se aplicó la mitad de N y todo el P a la siembra, y el resto del N se aplicó en la segunda escarda. El material fertilizante que se utilizó como fuente de Nitrógeno fue Urea (46%), y como fuente de Fósforo (P_2O_5) se utilizó SPT (46%).

Riegos

Se efectuaron 4 riegos en total, uno de presiembra y 3 de auxilio, en las siguientes fechas:

- Riego de presiembra: 16 de marzo del 2003.
- 1er riego de auxilio: 10 de abril del 2003.
- 2do riego de auxilio: 6 de mayo del 2003.
- 3er riego de auxilio: 25 de mayo del 2003.
- El cultivo ya no necesitó agua de riego debido a que las primeras lluvias de temporal iniciaron a mediados del mes de junio.

Labores Culturales

Se realizó la primera escarda el 22 de abril del 2003 y la segunda escarda se realizó el 20 de mayo del 2003, esto para darle aireación al suelo y sobretodo mantener libres de malezas al cultivo durante sus primeras etapas fenológicas.

Las malezas que predominaron fueron:

- Coquillo: *Cyperus rotundus*.
- Frijolillo o soya silvestre: *Rhynchosia minima* L.

Control Fitosanitario

Las plagas que se presentaron fueron *diabrotica spp* y *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (gusano cogollero). El gusano cogollero se controló con el insecticida organofosforado “Din Afos” (ingrediente activo: Clorpirifos), con una dosis de 0.6 L ha⁻¹. La aplicación se llevó a cabo el 11 de mayo del 2003. En el caso de las diabroticas no fue necesario su control, ya que no representaban un riesgo en la producción.

Cosecha

La cosecha se realizó a mano cuando el grano alcanzó su madurez fisiológica, es decir, cuando en la base del grano (cabeza) se presentó una capa negra. Lo anterior se detectó cuando las hojas de toda la planta comenzaron a amarillarse, especialmente las de abajo, fue entonces cuando se procedió a cosechar y así poder desgranar las mazorcas para obtener los rendimientos de cada parcela útil.

La cosecha se llevó a cabo según se iba necesitando, ya que el material genético utilizado en esta prueba tienen diferentes días a madurez fisiológica, empezando desde el 20 de julio del 2003, cosechando el más precoz que fue el Leopardo hasta el 28 de agosto del 2003, que fue cuando se cosechó el más tardío que fue el Criollo.

Variables en Estudio

Para la evaluación del experimento sobre las características agronómicas deseables y componentes de rendimiento, se tomaron los siguientes datos:

Días a emergencia. Este dato se tomó al momento de observar que más del 50% de las plantas emergieron a la superficie.

Días a floración. Este dato se tomó cuando más del 50% de la población mostró las espigas completamente fuera de la vaina de la hoja bandera.

Días a madurez fisiológica. Este dato se tomó cuando más del 50% de las plantas mostraron el grano seco y con poca humedad, y además el rastrojo se encontraba casi de un color amarillo.

Altura de la planta. Se tomaron 10 plantas al azar por parcela útil, se midieron desde la base del tallo hasta la punta de la espiga en cada repetición, y finalmente se sacó una media general.

Tamaño de la mazorca. De diez plantas tomadas al azar de la parcela útil, se midió el tamaño de cada mazorca y se sacó una media.

Numero de granos por mazorca. Se tomaron 10 mazorcas escogidas al azar, se contaron los granos formados en cada mazorca, se agruparon para obtener la media general por parcela.

Rendimiento de grano. De cada una de las parcelas útiles se pesó el grano, se promedió entre las cuatro repeticiones; quedando el dato registrado en kilogramos por parcela útil y posteriormente se transformó a toneladas por hectárea.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la finalidad de someter a prueba nuestra primera hipótesis planteada en el presente trabajo que menciona, que dentro del grupo de genotipos en estudio existen materiales que superan al testigo regional, en lo que se refiere a características agronómicas deseables y el grado de asociación con la variable rendimiento se procedió a realizar un análisis de correlación lineal simple entre las variables en prueba. (Cuadro 1).

Cuadro 1. Valores de los coeficientes de correlación entre las variables evaluadas.

	DF	DMF	AP	TM	NGM	PMG	RG
DE	0.94 **	0.91 **	0.93 **	0.58 NS	0.65 NS	0.63 NS	-0.61 NS
DF		0.97 **	0.88 **	0.59 NS	0.77 *	0.68 NS	-0.67 NS
DMF			0.88 **	0.70 NS	0.84 *	0.77 *	-0.53 NS
AP				0.59 NS	0.71 NS	0.47 NS	-0.46 NS
TM					0.63 NS	0.49 NS	0.16 NS
NGM						0.73 NS	-0.29 NS
PMG							-0.41 NS

NS = Correlación no significativa al nivel de 0.05.

* = Correlación significativa al nivel de 0.05.

** = Correlación significativa al nivel de 0.01.

DE = días a emergencia, DF = días a floración, DMF = días a madurez fisiológica, AP = altura de la planta, TM = tamaño de la mazorca, NGM = número de granos por mazorca, PMG = peso de mil granos, RG = rendimiento de grano.

De acuerdo a los resultados obtenidos se interpreta lo siguiente:

Para la relación días a emergencia vs rendimiento de grano, se obtuvo una correlación negativa y no significativa, ($r = -0.61$).

Para la relación días a floración vs rendimiento de grano, se detectó una correlación negativa y no significativa, ($r = -0.67$).

Para la relación días a madurez fisiológica vs rendimiento de grano, se encontró una correlación negativa y no significativa, ($r = -0.53$).

Para la relación días a madurez fisiológica vs número de granos por mazorca, se generó una correlación positiva y significativa, ($r = 0.84$).

Para la relación altura de la planta vs rendimiento de grano se presentó una correlación negativa y no significativa, ($r = -0.46$).

Para la relación tamaño de la mazorca vs rendimiento de grano registro una correlación positiva, pero no significativa, ($r = 0.16$).

Para la relación tamaño de mazorca vs peso de mil granos se presentó una correlación positiva y no significativa ($r = 0.49$).

Para la relación número de granos por mazorca vs rendimiento de grano, se obtuvo una correlación negativa y no significativa, ($r = -0.29$).

Cuadro 2. Caracteres agronómicos (días a emergencia, espigamiento, madurez fisiológica y altura de planta) de siete genotipos de maíz en La Labor, Cárdenas, S. L. P.

Genotipo	Días a emergencia	Días a espigamiento	Días a m. fisiológica	Altura de planta (m)
Lince	7	72	140	2.89
Leopardo	6	60	120	1.95
Jaguar	7	72	142	2.83
Jaguar Y	7	72	142	2.51
A-7573	7	67	138	2.60
A-791	7	77	155	2.93
Criollo	8	80	160	3.04

Cuadro 3. Caracteres agronómicos (tamaño de mazorca, # de granos por mazorca, # de mazorcas por planta y peso de mil granos) de siete genotipos de maíz en La Labor, Cárdenas S. L. P.

Genotipo	Tamaño de mazorca (cm)	# de granos por mazorca	# de mazorcas por planta	Peso de 1 000 granos (gr)
Lince	20.6	559	1.3	220
Leopardo	18.6	554	1.0	210
Jaguar	20.3	596	1.3	210
Jaguar Y	20.3	556	1.35	235
A-7573	21.2	604	1.40	240
A-791	23.0	667	1.40	240
Criollo	20.5	678	1.35	260

Se realizó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias (Tukey), al nivel de significancia de 0.05, para las variables: días a emergencia, días a floración, días a madurez fisiológica, altura de la planta, tamaño de la mazorca y número de granos por mazorca.

Días a Emergencia

El cuadro 4 nos indica que existe diferencia altamente significativa para la fuente de variación de tratamientos. El coeficiente de variación fue de 4.69 %, el cual nos indica que las inferencias que se hagan tendrán un buen grado de confiabilidad.

Cuadro 4. Análisis de varianza para la variable días a emergencia.

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05
Tratamientos	6	6.4285	1.0714	9.0002 **	5.2002
Bloques	3	1.8571	0.6190		
Error	18	2.1428	0.1190		
Total	27	10.4285			

C. V. = 4.69 %

Con el propósito de determinar los genotipos que tardaron más tiempo en emerger se procedió a realizar la prueba de Tukey al 0.05 y ésta nos reportó la formación de tres grupos de genotipos estadísticamente diferentes entre sí (Cuadro 5).

Cuadro 5. Comparación de medias (0.05) para la variable días a emergencia.

Tratamiento	Días a emergencia	Significancia 0.05
Criollo	8	A
A-791	7.75	A B
Lince	7.75	A B
Jaguar	7.25	A B C
Jaguar Y	7.25	A B C
A-7573	7.00	B C
Leopardo	6.50	C

El primer grupo esta formado por los primeros cinco tratamientos, el segundo grupo está formado por el híbrido A-7573 y el tercer grupo se formó con el híbrido Leopardo.

El más tardío fue el Criollo con ocho días en promedio y el más precoz fue el Leopardo con 6.5 días en promedio.

Días a Floración

El análisis de varianza para esta variable detectó que existe diferencia altamente significativa para la fuente de variación de tratamientos. El coeficiente de variación fue de 0.75 %, de tal manera que las inferencias que se hagan tendrán un buen grado de confiabilidad, como se observa en el cuadro 6.

Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable días a floración.

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05
Tratamientos	6	769.85	128.30	437.31 **	1.1006
Bloques	3	0.96	0.32		
Error	18	5.28	0.29		
Total	27	776.10			

C. V. = 0.75 %

Con el fin de determinar los cultivares con mayor días a floración se procedió a realizar la prueba de Tukey al 0.05 y está nos reportó la formación de 5 grupos estadísticamente diferentes entre sí, como se observa en el cuadro 7.

Cuadro 7. Comparación de medias (0.05) para la variable días a floración.

Tratamiento	Días a floración	Significancia 0.05
Criollo	80.50	A
A-791	77.50	B
Lince	72.50	C
Jaguar	72.25	C
Jaguar Y	72.25	C
A-7573	67.75	D
Leopardo	63.50	E

El primer grupo esta formado por el Criollo con un promedio de 80.5 días a floración.

El segundo grupo esta formado por el genotipo A-791 con un promedio de 77.5 días a floración.

El tercer grupo esta formado por los genotipos Lince, Jaguar y Jaguar Y, con días a floración de 72.5, 72.25 y 72.25 respectivamente.

El cuarto grupo lo formó el genotipo A-7573 con una floración de 67.75 días.

El último grupo se formó con el genotipo Leopardo, con un promedio de 63.5 días a floración.

Días a madurez fisiológica

El análisis de varianza para esta variable nos indica que existe diferencia altamente significativa para la fuente de variación de tratamientos. El coeficiente de variación fue de 0.52 %, por lo que las inferencias que se hagan tendrán un buen grado de confiabilidad.

Cuadro 8. Análisis de varianza para la variable días a madurez fisiológica.

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05
Tratamientos	6	3768.87	628.14	1167.13 **	0.96
Bloques	3	1.56	0.52		
Error	18	9.68	0.53		
Total	27	3780.12			

C. V. = 0.52 %

Con el fin de detectar los materiales que presentaron precocidad fisiológica se procedió a realizar la prueba de Tukey al 0.05 y esta nos reportó la formación de cinco grupos estadísticamente diferentes entre sí (Cuadro 9).

Cuadro 9. Comparación de medias (0.05) para la variable días a madurez fisiológica.

Tratamiento	Días a madurez fisiológica	Significancia 0.05
Criollo	159.75	A
A-791	154.50	B
Jaguar	141.00	C
Lince	140.50	C
Jaguar Y	140.50	C
A-7573	138.25	D
Leopardo	120.75	E

El primer grupo esta formado por el Criollo, con un promedio de 159.75 días a madurez fisiológica.

El segundo grupo esta formado por el genotipo A-791, con 154.5 días a madurez fisiológica.

El tercer grupo lo conforman los tratamientos Jaguar, Lince y Jaguar Y, con 141, 140.5 y 140.5 días a madurez fisiológica en promedio respectivamente.

El cuarto grupo lo formó el tratamiento A-7573, con un promedio de 138.25 días a madurez fisiológica.

El último grupo se formó con el genotipo Leopardo, con un promedio de 120.75 días a madurez fisiológica.

Los genotipos que interesan más son los precoces, ya que en la zona el agua para riego es poca, pero en temporal tal vez los mejores son los tardíos ya que la precipitación anual rebasa los 700 mm.

Altura de Planta

El análisis de varianza para esta variable detectó que existe diferencia altamente significativa para la fuente de variación de tratamientos. El coeficiente de variación fue

de 1.56 %, de manera que las inferencias que se hagan tendrán un buen grado de confiabilidad.

Cuadro 10. Análisis de varianza para la variable altura de planta.

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05
Tratamientos	6	1.65	0.27	152.09 **	0.18
Bloques	3	0.01	0.003		
Error	18	0.032	0.0018		
Total	27	1.69			

C. V. = 1.56 %

Con el objeto de detectar los materiales con mayor altura de planta se procedió a realizar la prueba de Tukey al 0.05, y esta nos reportó la formación de cuatro grupos estadísticamente diferentes entre sí (Cuadro 11).

Cuadro 11. Comparación de medias (0.05) para la variable altura de planta.

Tratamiento	Altura de planta (m)	Significancia 0.05
Criollo	3.04	A
A-791	2.93	B
Lince	2.89	B
Jaguar	2.83	B
A-7573	2.60	C
Jaguar Y	2.51	C
Leopardo	2.31	D

El primer grupo está formado por el Criollo, que fue el que obtuvo una altura de planta de 3.04 m.

El segundo grupo esta conformado por tres tratamientos, que son el A-791, Lince y Jaguar, con un rango de altura de la planta que va de 2.93, 2.89 y 2.83 metros respectivamente

El tercer grupo lo formaron dos tratamientos que son, el A-7573 y el Jaguar Y, con un promedio de 2.60 y 2.51 metros de altura respectivamente.

El último grupo lo formó el genotipo Leopardo, con un promedio de 2.31 m de altura de la planta.

Tamaño de Mazorca

El análisis de varianza para la variable tamaño de la mazorca (Cuadro 12), detectó que existe diferencia altamente significativa para la fuente de variación de tratamientos. El coeficiente de variación fue de 2.97 % de tal manera que las inferencias que se hagan tendrán un buen grado de confiabilidad.

Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable tamaño de mazorca.

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05
Tratamientos	6	39.81	6.63	17.63 **	4.25
Bloques	3	4.80	1.60		
Error	18	6.77	0.37		
Total	27	51.38			

C.V. =2.97 %

Con el propósito de determinar los tratamientos con mayor tamaño de mazorca se procedió a realizar la prueba de Tukey al 0.05, y esta nos reportó la formación de tres grupos estadísticamente diferentes entre sí (Cuadro 13).

Cuadro 13. Comparación de medias (0.05) para la variable tamaño de mazorca.

Tratamiento	Tamaño de mazorca (cm)	Significancia 0.05
A-791	23.00	A
A-7573	21.20	B
Lince	20.62	B
Criollo	20.52	B
Jaguar Y	20.35	B
Jaguar	20.30	B
Leopardo	18.67	C

El primer grupo está formado por el genotipo A-791, con un promedio de 23 cm de longitud de la mazorca.

El segundo grupo está conformado por los tratamientos A-7573, Lince, Criollo, Jaguar Y y Jaguar, con un promedio de 21.20, 20.62, 20.52, 20.35 y 20.30 cm de longitud de la mazorca respectivamente.

El último grupo lo formó el genotipo Leopardo, con un promedio de 18.67 cm de longitud de la mazorca.

Número de granos por mazorca

El análisis de varianza para esta variable detectó que existe diferencia altamente significativa para la fuente de variación de tratamientos. El coeficiente de variación fue de 2.01 %, de tal manera que las inferencias que se hagan tendrán un buen grado de confiabilidad.

Cuadro 14. Análisis de varianza para la variable número de granos por mazorca.

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05
Tratamientos	6	64994	10832.33	74.08 **	0.25
Bloques	3	112	37.33		
Error	18	2632	146.22		
Total	27	67738			

C.V. = 2.01 %

Con el propósito de determinar los tratamientos con mayor número de granos por mazorca se procedió a realizar la prueba de Tukey al 0.05, y esta nos reporto la formación de tres grupos estadísticamente diferentes entre sí (Cuadro 15).

Cuadro 15. Comparación de medias (0.05) para la variable número de granos por mazorca.

Tratamiento	Número de granos por mazorca	Significancia 0.05
Criollo	678.12	A
A-791	667.37	A
A-7573	604.87	B
Jaguar	596.12	B
Lince	559.45	C
Jaguar Y	556.35	C
Leopardo	554.62	C

El primer grupo lo formaron los tratamientos A-791 y Criollo, con un promedio de 678.12 y 667.37 granos por mazorca respectivamente.

El segundo grupo lo formaron los tratamientos A-7573 y Jaguar, con un rango de 604.87 y 596.12 granos respectivamente.

El tercer y último grupo se formó con los tratamientos Lince, Jaguar Y y Leopardo, con 559.45, 556.35 y 554.62 granos por mazorca respectivamente.

Con el fin de someter a prueba nuestra segunda hipótesis de trabajo donde dice que dentro del grupo de genotipos de maíz existen materiales que superan en rendimiento al testigo regional, se procedió a realizar el análisis de varianza para la variable rendimiento (Cuadro 17), en el cual se interpreta lo siguiente: a) Existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos, esto es que con el nivel de confianza de 95% se rechaza la hipótesis de que todos los tratamientos tuvieron igual rendimiento de grano. b) El coeficiente de variación del análisis de varianza (11.46%), puede considerarse aceptable si se toman en cuenta las condiciones bajo las cuales se realizó el experimento.

Cuadro 16. Rendimiento de grano de maíz en t ha⁻¹

Tratamientos	I	II	III	IV	X
Lince	4.3875	5.0219	3.4594	4.0812	4.2375
Leopardo	4.5375	4.0781	5.0031	4.7000	4.5797
Jaguar	4.3938	5.0250	3.4656	4.3812	4.3164
Jaguar Y	4.0688	3.7562	4.3875	3.6094	3.9555
A-7573	4.4000	5.9594	4.7031	5.6312	5.1734
A-791	4.7156	4.6937	4.0875	4.7062	4.5508
Criollo	3.4694	3.2663	3.0555	3.2602	3.2630

Cuadro 17. Análisis de varianza para la evaluación de rendimiento de grano.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal.	F 0.05
Tratamientos	6	8.4097	1.4016	5.7780 **	0.002
Bloques	3	0.9622	0.3207	1.3223 *	0.298
Error	18	4.3664	0.2425		
Total	27	13.7384			

C.V. = 11.46 %

** = altamente significativo.

* = significativo.

Con el objetivo de encontrar los genotipos de mayor rendimiento, se realizó la prueba de rango múltiple Tukey 0.05 (Cuadro 18), la cual nos dio los siguientes resultados.

El primer grupo, representado por los cinco genotipos que obtuvieron rendimientos arriba de 4.2375 t ha^{-1} , estos fueron A-7573, Leopardo, A-791, Jaguar y Lince, con 5.1734, 4.5797, 4.5507, 4.3164 y 4.2375 t ha^{-1} respectivamente. El segundo grupo estuvo formado únicamente por el híbrido Jaguar Y, el cual registró un rendimiento de 3.9555 t ha^{-1} , el último grupo estuvo constituido por el testigo regional (Criollo) el cual obtuvo un rendimiento de 3.2628 t ha^{-1} .

Así se tiene que el mejor rendimiento lo obtuvo el híbrido A-7573 con 5.1734 t ha^{-1} , y el más bajo fue obtenido por el maíz criollo con 3.2630 t ha^{-1} como se puede observar en el cuadro 18.

Cuadro 18. Comparación de medias (0.05) para la variable rendimiento de grano.

Tratamiento	Rendimiento (t ha⁻¹)	Significancia 0.05
A-7573	5.1734	A
Leopardo	4.5797	A B
A-791	4.5507	A B
Jaguar	4.3164	A B C
Lince	4.2375	A B C
Jaguar Y	3.9555	B C
Criollo	3.2628	C

Media general del experimento 4.26 t ha⁻¹.

Los resultados obtenidos en este experimento podemos decir que son confiables, ya que comparándolos con los reportes del INIFAP (2002) que nos dice que se obtienen en promedio 3.0 t ha⁻¹ de maíz, y aplicando tecnologías y buen uso de insumos agrícolas se pueden obtener hasta 6.0 t ha⁻¹ de maíz en la Zona Media. Lo anterior concuerda con los resultados de este experimento al obtener un rendimiento de poco más de 3.0 t ha⁻¹ de maíz criollo y al obtener poco más de 5.0 t ha⁻¹ de maíz utilizando semilla mejorada y además fertilizando con la dosis que ellos recomiendan.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este experimento, se puede concluir que, en cuanto a las características agronómicas deseables los genotipos A-791, A-7573 y Lince fueron las que presentaron mayor tamaño de mazorca; se observó que todos los genotipos tuvieron menor días a emergencia, a floración y a madurez fisiológica comparado con el testigo regional.

En cuanto a rendimiento de grano se refiere, se concluye que todos los genotipos evaluados superan al testigo regional. Sin embargo, el genotipo que más rendimiento tuvo fue el A-7573.

Por lo tanto, se concluye que dentro de los genotipos evaluados existen materiales que superan al testigo regional, en este caso al Criollo, tanto en características agronómicas deseables como en rendimiento de grano.

Se recomienda repetir el experimento bajo las mismas condiciones de ambiente y manejo por lo menos dos ciclos más para obtener el comportamiento de los siete genotipos y así poder determinar cual es estable en cuanto a adaptación y rendimiento.

LITERATURA CITADA

Andrade F., A. Cirilo, S. Uhart y M. Otegui 1996. Ecofisiología del cultivo de maíz. Editorial La Barrosa-Dekalb Press.

Revista Aserca. “La Vanguardia en la Producción de Maíz en México”. “Claridades Agropecuarias”. No. 45. Mayo 1997.

Revista Aserca. “El Maíz: Un Legado de México para el Mundo”. Revista “Claridades Agropecuarias”. No. 123. Noviembre 2003.

Biblioteca de la Agricultura. 1998. Defensa de las plantas cultivadas, Técnicas agrícolas en cultivos extensivos. 2da edición. Ed. Idea Books. España.

Cooke G. W. 1992. Fertilización para rendimientos máximos, Ed. Continental, México.

Guerrero G. A. 1992. Cultivos Herbáceos Extensivos. 5ta edición revisada y ampliada. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

INEGI 1996. Anuario estadístico de S. L. P. Gobierno del estado.

INEGI 1997. Cultivos Anuales de México. VII Censo Agropecuario.

INEGI 2002. Síntesis de Información Geográfica del estado de San Luis Potosí.

INEGI 2002. Síntesis de Información Geográfica de Estado de San Luis Potosí. Anexo Cartográfico.

INIFAP 2002. 100 Tecnologías de Producción Agrícola, Pecuaria y Forestal para el Estado de San Luis Potosí. CD.

Jasso Ch. C., M. Martínez G. y J. Hernández A. 2002. El maíz para grano bajo riego en la Zona Media de San Luis Potosí. Folleto para productores.

La Nueva Era en la Agricultura. Revista Anual. Primavera 1998.

López B. L. 1991. Cereales; cultivos herbáceos vol. I. Ed. Mundi-prensa. Madrid.

López B. L. 1991. Cereales; cultivos herbáceos vol. II. Ed. Mundi-prensa. Madrid.

Olivarez S. E. 1994. Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía UANL. Marin, N. L.

Poehlman J. M. 1981. Mejoramiento genético de las cosechas. Ed. Limusa. México.

Reyes C. P. 1990. El Maíz y su Cultivo. 1ra edición. Ed. AGT Editor. México.

Robles S. R. 1990. Producción de granos y forrajes. Ed. Noriega Editores. 5ta edición. México.

www.infoagro.com