

Estimación de Parámetros Genéticos de Caracteres Relacionados
con Producción de Forraje en Maíz (Zea mays L.)

Sergio Alfredo Rodríguez Herrera

T e s i s

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Grado de:

Maestro en Ciencias
en la Especialidad de Fitomejoramiento



Universidad Autónoma Agraria

“Antonio Narro”

Programa de Graduados

Buenavista, Saltillo, Coah.

Diciembre de 1985

tesis elaborada bajo la supervisión del Comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial para optar al grado de

MAESTRO EN CIENCIAS ESPECIALIDAD DE FITOMEDICAMENTO

COMITE PARTICULAR

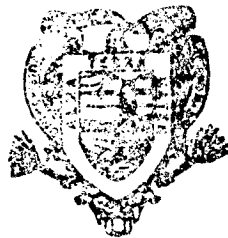
Asesor principal: Ing. M.C. Gustavo Olivares Salazar

Asesor: Ing. M.C. José G. Rodríguez Valdez

Asesor: Dr. José Espinoza Velázquez

Asesor: Dr. Salim Yahyah Ruiz Vela

Dr. Jesús Arce Valba Elguera
Subdirector de Asuntos de Investigación



BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Septiembre 1985.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a las siguientes personas e Instituciones:

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por su apoyo económico al proyecto titulado: "Mejoramiento para Calidad Forrajera en una población de maíz". Clave: PCAFBNA-020454 del cual surgió este trabajo de tesis.

Al Ing. M.C. Gustavo Olivares Salazar, por su desinteresada motivación durante la realización de mis estudios.

Al Ing. M.C. José Gpe. Rodríguez Valdés por su incondicional apoyo durante toda mi actividad profesional.

Al Dr. José Espinoza Velazquez por su acertada participación en la revisión y corrección de este trabajo de investigación.

Al Dr. Eleuterio López Pérez por su incondicional ayuda, sugerencias y aportaciones para la elaboración del presente.

Al Personal del Instituto Mexicano del Maíz de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", en especial al Ing. José Rafael Gómez González, por sus valiosas sugerencias para la realización de esta investigación.

A mis Maestros por los conocimientos adquiridos, en especial al Dr. Sathyanarayanaiah Kuruvaði, Ing. Rajabo Mognes Reza, Dr. Eleuterio López Pérez y Dr. José Espinoza Velazquez.

A la Sra. Alma R. Ortiz de Arancivia por su excelente trabajo de mecanografía.

DEDICATORIA

A mi Esposa:

Leticia Díaz de Vialé

A mis Hijos:

Saua y Sergio

COMPENDIO

Estimación de Parámetros Genéticos de Caracteres
relacionados con Producción de Forraje en Maíz -
(*Zea mays* L.)

P O R

SERGIO ALFREDO RODRIGUEZ HERRERA

MAESTRIA

FITOMEJORAMIENTO

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NAPRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. DICIEMBRE 1985

M.C. Gustavo Olivares Salazar. - Asesor -

Palabras claves: Maíz forrajero, selección re-
currente, progenies S_1 , pará-
metros genéticos, Bajío Mexi-
cano, Comarca Lagunera.

En esta investigación se generaron y probaron 231 --
progenies S_1 del sintético forrajero.

La evaluación tuvo como objetivos: determinar qué
caracteres son más importantes en un maíz forrajero y estimar
parámetros genéticos de: rendimiento de forraje, días a flo-
ración, altura de planta y mazorca, acome de raíz y de tallo,
mala cobertura, mazorcas por cien plantas y número de hojas -
por planta.

Los experimentos se establecieron en Celaya, Gto. y
Torreón, Coah. en dos densidades de siembra 80 y 120,000 - -

Los resultados indican que existen diferencias altamente significativas entre progenies S_1 para todos los caracteres medidos; la interacción progenies por localidades también fue altamente significativa.

La heredabilidad en base a la media de una progenie para rendimiento de forraje correspondió a ($h^2 = 0.73 \pm 0.10$) que es un valor alto.

Los caracteres agronómicos más relacionados con el rendimiento de forraje fueron; altura de planta, altura de mazorca, número de hojas, días a floración y mazorcas por cien plantas.

La ganancia genética esperada al concluir un ciclo de selección recurrente entre progenies S_1 para rendimiento de forraje será 20.64 por ciento.

El potencial para mejorar una población de maíz para utilizarse como cultivo forrajero es muy promisorio. No obstante, será de utilidad investigar más caracteres agronómicos que pudieran influir en el rendimiento de forraje como; vigor germinativo, resistencia genética a plagas y enfermedades, etc., además incluir en la selección los caracteres de calidad forrajera como contenido de proteína, lignina, fibras, ácidos grasos, digestibilidad de materia seca y determinar el grado de asociación con los caracteres agronómicos.

ABSTRACT

Estimation of Genetic Parameters of Traits -
related to Forage Production in corn (*Zea mays* L.)

BY

SENGIO ALFREDO RODRIGUEZ HERRERA

MASTER'S DEGREE

PLANT BREEDING

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. DECEMBER 1985

M.C. Gustavo Olivares Salazar - Advisor -

Key words: Forage corn, recurrent selection,
S₁ lines, genetics parameters,
Bajío Mexicano, Comarca Lagunera.

The research work was based on 231 S₁ lines derived from sintético forrajero, leading to determine the most important traits related with forage yield in corn, and estimate genetic parameters of forage yield, days to flower, plant and ear height, husk cover, number of ears per 100 plants and number of leaves per plant.

The field experiments were established at Celaya, Gto. and Torreón, Gto. under two plant densities, i.e. 60 and 120,000 plants per ha.

The results showed highly significant differences among S₁ lines in all the measured traits, as well as the

interaction of locations per S_1 lines.

The estimated heritability on an entry mean basis for forage yield was $h^2 = 0.73 \pm 0.10$, considered as a high value.

The traits most related with forage yield were plant height and ear height, number of leaves, days to flower and ears per 100 plants.

The expected genetic gain using recurrent selection for forage yield was $\Delta G = 20.64$ per cent.

The improving potential for this population of corn to be used as forage crop is very promising nevertheless, it will be useful to determine more agronomical traits related to forage yield as seedling vigor, pests and diseases resistance, etc., and include them as selection criteria for quality forage, protein content, lignine, fiber, fatty acid, dry matter, digestibility and determine their degree of association.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS	<i>vii</i>
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
- ASPECTOS FORRAJEROS.....	3
- SELECCION RECURRENTE ENTRE PROGENIES S ₁	12
3. MATERIALES Y METODOS	21
- AREA DE ESTUDIO.....	21
- MATERIALES.....	22
- METODOS.....	22
- FORMACION DEL MATERIAL DE PRUEBA....	22
- EVALUACIONES DE CAMPO.....	23
- ANALISIS ESTADISTICO.....	25
4. RESULTADOS	38
5. DISCUSION	54
6. CONCLUSIONES	60
7. RESUMEN	62
8. LITERATURA CITADA	64
9. APENDICE	69

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Componentes del análisis de varianza por localidad para once grupos y dos densidades.	27
2	Componentes del análisis de varianza por densidad conjuntando localidades y grupos.	29
3	Componentes del análisis de varianza combinado para dos localidades, dos densidades y once grupos.	31
4	Análisis de varianza, medias y coeficientes de variación de nueve caracteres agronómicos para la densidad de 80,000 plts./ha. (D ₁) y para la densidad de 120,000 plts./ha. (D ₂) a través de dos localidades durante 1984.	40
5	Análisis de varianza, medias y coeficientes de variación de 10 caracteres agronómicos para las localidades de Celaya, Gto. (L ₁) y Torreón, Coah. (L ₂) a través de dos densidades de siembra durante 1984.	43
6	Análisis de varianza combinado, medias y coeficientes de variación de nueve caracteres para once grupos, dos densidades y dos localidades. 1984.	46
7	Heredabilidad (h ²) en base a la media de una progenie de nueve caracteres agronómicos para el análisis de varianza de las localidades de Celaya, Gto. (L ₁) y Torreón, Coah. (L ₁) a través de dos densidades; de la densidad baja (D ₁) y la densidad alta (D ₂) a través de dos localidades y del combinado (C).	48
8	Coefficientes de variación genética (%) de nueve caracteres para los análisis de varianza por localidad, por densidad y el combinado durante 1984.	50
9	Coefficientes de correlación genética y fenotípica entre rendimiento de forraje en materia seca (ton/ha) y ocho caracteres agronómicos en base a los análisis de varianza y covarianza por localidad, por densidad y el combinado durante 1984.	51
10	Ganancia por ciclo esperada mediante selección recurrente entre progenies S ₁ para el caracter rendimiento de forraje en materia seca (ton/ha.).	53

Cuadro		Página
1A	Coefficientes de correlación genética y fenotípica entre diez características agronómicas a través de dos densidades de siembra para la localidad de Celaya, Gto. durante 1984.	70
2A	Coefficientes de correlación genética y fenotípica entre nueve características agronómicas a través de dos densidades de siembra para la localidad de Torreón, Coah. durante 1984.	72
3A	Coefficientes de correlación genética y fenotípica entre nueve características agronómicas a través de dos localidades para la densidad de siembra de 80,000 plts./ha.	74
4A	Coefficientes de correlación genética y fenotípica entre nueve características agronómicas a través de dos localidades para la densidad de siembra de 120,000 plts./ha.	76
5A	Coefficientes de correlación genética y fenotípica entre nueve caracteres agronómicos a través de dos localidades y dos densidades en base al análisis combinado durante 1984.	78

1. INTRODUCCION

En la región Lagunera y el Bajío Mexicano se encuentran situadas dos de las cuencas lecheras más importantes del país, en las cuales la demanda de forraje se incrementa día a día. En dichas regiones la alfalfa es el cultivo forrajero de mayor importancia, debido a que cubre la mayor parte de la demanda de forraje durante todo el año, ya sea en verde o henificada; no obstante este cultivo es muy ineficiente en la translocación de agua a materia seca, además los altos volúmenes de agua que consume la alfalfa durante todo el año hace difícil que se incremente la superficie que se siembra con este cultivo.

El maíz forrajero es una de las alternativas con que se cuenta para aliviar la escasez de forraje, entre las ventajas que presenta el maíz se pueden enumerar las siguientes: un alto potencial respecto a la posibilidad de aumentar su rendimiento de forraje, el cultivo establecido ocupa el terreno durante temporadas cortas, ahorrando sustancialmente el agua de riego y dando oportunidad a que se de una rotación de cultivo, el forraje obtenido generalmente es ensilado para utilizarse en épocas de escasez forrajera.

El Instituto Mexicano del Maíz de esta Universidad conociendo la importancia que tiene el maíz como forraje

4.

se consideró tenía características apropiadas de un maíz forrajero, constituyendo una población denominada sintético forrajero.

Con esta población se inició un programa de mejoramiento a largo plazo enfocado principalmente a obtener materiales mejorados para uso forrajero, conocer a fondo los caracteres que determinan la calidad del forraje de maíz, capacitar alumnos de postgrado y licenciatura en la práctica de programas de mejoramiento.

El presente trabajo de tesis forma parte de este programa de mejoramiento en sus primeras etapas y en el cual se llevó a cabo una evaluación de líneas S_1 *per se* con los siguientes objetivos:

1. Determinar qué caracteres agronómicos son más importantes en un maíz forrajero.
2. Estimar parámetros genéticos para los caracteres agronómicos de importancia.

2. REVISION DE LITERATURA

Aspectos Forrajeros

Hughes *et al.* (1966) define forraje como el alimento vegetal para los animales domésticos, generalmente este término no se refiere a los materiales como los pastos, el heno, los alimentos verdes y el ensilaje, así mismo se entiende por ensilaje al forraje conservado en estado succulento, mediante una fermentación parcial.

Los mismos autores señalan que el ensilaje de maíz es muy apetecible para los animales y las vacas lecheras lo consumen en grandes cantidades. Complementa a otros alimentos muy eficazmente y parece tener un efecto favorable sobre los bovinos. Cuando se da como único forraje ensilaje de maíz de buena calidad, los animales lo consumen en gran cantidad durante largos períodos. Las vacas alimentadas con ensilaje de maíz y alimentos concentrados han producido altas cantidades de leche por año. Para obtener los mejores resultados, debe ensilarse el maíz cuando el grano esta en su madurez lechosa o empieza a endurecerse. Cuando se ensila en esta etapa, el ensilaje de maíz es una buena fuente de carbohidratos; pero éstos se reducen cuando se ensila después de haber terminado de madurar el grano.

Aldrich y Leng (1974) indican que un ensilaje de maíz de calidad debe poseer: energía elevada y abundancia -

de grano, lo que significa que fue cortado lo suficientemente tarde como para alcanzar casi el máximo rendimiento. Buena palatabilidad, la que se obtiene cortando el cultivo en el momento adecuado y ensilándolo correctamente. Buena calidad de conservación, sin hongos. Estos se evitan cosechando antes que el cultivo este demasiado seco, picándolo hasta dejarlo tan corto como para obtener una buena compactación. El contenido de nitratos no debe ser tan elevado que llegue a constituir un problema.

Jugenheimer (1976) menciona que el maíz como cultivo forrajero comprende el forraje verde, el rastrojo y el ensilado, el forraje verde esta constituido por la planta completamente fresca, el rastrojo comprende la planta seca sin mazorcas. En muchas regiones se corta la planta completa cuando esta verde, se pica y se almacena, es ideal para el ensilaje. Así mismo, argumenta que los fitomejoradores de maíz también necesitan desarrollar híbridos especiales con mayor rendimiento de follaje y mejor calidad para ensilaje y pastura verde. Las variedades de mazorcas múltiples y muy abijadoras, pueden ser útiles para este fin. Debe prestarse consideración al rendimiento y al porcentaje de materia seca, a la relación de mazorcas a tallos y hojas, y al porcentaje de fibra cruda y proteína. Estos estudios deben fundamentarse en experimentos de digestibilidad y en experimentos de alimentación. El gen bm_3 que da lugar a la nervadura central - café, reduce la lignina y puede hacer más digerible el follaje del maíz.

Struik (1984) describe las características morfológicas y fisiológicas propias de un genotipo ideal de maíz forrajero propio para el clima y las prácticas de cultivo del Noreste de Europa. Este ideotipo de maíz forrajero deberá: rendir un máximo y una cantidad de materia digerible orgánica estable, ser fácil de cosechar y de preservar, ser nutritivo, de buena palatabilidad y permitir alta producción de materia seca, ser eficientemente utilizable por el animal.

Estas demandas pueden ser consideradas dentro de algunas características modelo que Struik discute en este escrito:

- alto rendimiento de materia seca,
- baja susceptibilidad a plagas y enfermedades,
- tallo bajo, grueso y fornido y sistema de raíces superiores,
- composición óptima de contenido celular,
- baja cantidad de constituyentes de la pared celular,
- potencial alto de digestibilidad de la pared celular y una rápida tasa de digestión de la pared celular,
- una determinada proporción de hemicelulosa en la materia seca, y
- un nivel moderado de carbohidratos solubles en agua en el follaje.

* Roth *et al.* (1970) determinaron que existe variabilidad genética factible de explotarse en los caracteres, peso

total por planta, relación mazorca-follaje, digestibilidad de materia seca *in vitro*, proteína cruda, constituyentes de la pared celular, fibras y lignina; dichos caracteres son -- los más importantes para determinar la calidad de forraje -- del maíz. También encontraron que la digestibilidad de materia seca *in vitro* esta correlacionada negativa y significativamente con el contenido de lignina ($r = -0.99 \pm 0.05$).

Además estos investigadores compararon variedades de polinización libre con variedades sintéticas e híbridos simples, estos últimos mejoradores para el carácter rendimiento de grano y reportan que en las variedades de polinización libre existe mayor variabilidad para calidad forrajera que en los otros materiales y concluyen que el presente sistema de elección de híbridos para rendimiento de grano no es el óptimo para el desarrollo de un buen maíz para forraje.

En la década pasada se descubrió que los genes mutantes que causan la coloración café en la nervadura central de las hojas, además reducen el contenido de lignina en la pared celular; dada la importancia de este descubrimiento se iniciaron algunas investigaciones para analizar a fondo la acción de estos genes mutantes sobre la calidad forrajera del maíz. Más tarde se comprobó que el bm_3 era el más efectivo al reducir la lignina, sin embargo problemas asociados a este gen como susceptibilidad al acame y una reducción en la producción de materia seca, han ocasionado que no se utilicen extensivamente; enseguida se citan algunos de los trabajos más importantes con respecto a estos genes mutantes.

Muller *et al.* (1971) sembraron genotipos de maíz homocigote para los genes bm_1 , bm_3 y bm_1/bm_3 además del genotipo normal y cosecharon a los 10, 35 y 55 días después de la floración femenina, separando las plantas en hojas, vaina de la hoja, tallos y un compuesto de tejido de grano, olote, epiga y brácteas; determinando constituyentes estructurales y no estructurales para cada componente como fibras, lignina, hemicelulosa, proteína, cenizas constituyentes de la pared celular, todos éstos valores fueron convertidos como porcentaje de materia seca de cada componente.

Encontraron variación en materia seca entre las fechas de corte y también entre tratamientos, el doble mutante bm_1/bm_3 tiende a tener menos materia seca que los dos mutantes y el genotipo normal. La porción vegetativa (hojas, tallo, vainas y brácteas) aporta el 60 a 70 por ciento de la materia seca total, por lo que cambios en la composición estructural de esa porción pueden tener significancia en el mejoramiento de la utilización de nutrientes para animales. En lo que respecta a lignina y fibras, se encontró que el bm_3 y bm_1/bm_3 tuvieron valores más bajos que bm_1 y el normal con una significancia al nivel de 0.05, pero los valores más altos fueron consistentemente para el genotipo normal, el bm_3 también tuvo el valor más alto para proteína.

Concluyen que los mutantes bm reducen la concentración de lignina en la parte vegetativa de la planta y subsecuentemente de toda la planta y en vista de la bien establecida relación negativa entre lignificación y digestibilidad

en vivo de un forraje, las implicaciones de reducir la lignina sobre mejorar el valor nutritivo y disponibilidad de energía de un forraje para animales rumiantes son grandes.

El-Tekriti *et al.* (1976) determinaron el efecto del bm_3 sobre lignina en tallos y hojas después de la cosecha de grano en híbridos de maíz comparando con normales casi isogénicos, encontrando que el efecto del bm_3 de reducir la lignina persiste en el rastrojo del maíz después que el grano ha sido cosechado.

Nesticky y Huska (1985) mencionan la posibilidad de obtener genotipos bm_3 con alta resistencia al acame de tallo mediante selección recurrente, ellos compararon 13 líneas bm_3 seleccionadas para resistencia al acame de tallo con una línea normal, encontrando los mismos valores para la fuerza de punción, que es una medida indirecta de la resistencia, sin embargo las líneas bm_3 tuvieron menos contenido de lignina en la masa vegetativa.

Miller *et al.* (1983) evaluaron para rendimiento de forraje 130 líneas S_1 bm_3 y 130 líneas normales tomadas de tres poblaciones segregantes durante 1978 en dos localidades y en 1979 evaluaron 64 líneas S_1 bm_3 y 64 normales y 24 híbridos S_1 x S_1 bm_3 y 24 normales en tres localidades; encontraron que algunos genotipos bm_3 producen tanto rastrojo como el mejor genotipo normal, sin embargo ningún genotipo bm_3 produce ni tanto grano ni tanto forraje como el mejor genotipo normal. Los genotipos normales rindieron 16 por ciento más materia seca digerible que los genotipos bm_3 . Concluyen

que los resultados indican que las poblaciones normales de maíz pueden tener más potencial para programas de mejoramiento forrajero.

Miller y Geadelmann (1983) complementan el estudio anterior evaluando las mismas líneas S₁ para tasa de crecimiento y vigor en plántula y encontraron los mismos resultados que en el estudio anterior, ya que las plántulas normales tuvieron 10 por ciento más de materia seca que las plantas bm₃ y acumulación lineal promedio de materia seca.

Wolf (1985) propone el uso del contenido de materia seca en el rastrojo como un criterio para seleccionar maíz para ensilaje, la selección para contenido de materia seca en el rastrojo puede ser aplicada en la localidad de polinización en base a plantas individuales.

Pinter (1985) define al maíz especial para ensilaje a aquel que pueda producir gran cantidad de materia seca con una concentración alta de energía que los rumiantes puedan consumir en gran medida.

También hace un análisis de las diferencias que existen entre los híbridos para forraje y para granos, concluyendo que: respecto al rendimiento de materia seca no existe una relación estrecha entre los híbridos de grano y forraje. El contenido de proteína, digestibilidad de materia seca y contenido de materia seca en el rastrojo son diferentes en los dos tipos de híbridos. El híbrido forrajero produce más similitos que el de grano.

Geiger *et al.* (1985) estimaron la heredabilidad para rendimiento y caracteres cualitativos en maíz para ensilaje, basados en la evaluación por dos años en tres localidades de 66 cruza simples formadas entre 12 líneas de maíz cristallino y 12 de maíz dentado, en la cosecha se separaron mazorca y follaje. Obtuvieron estimaciones de heredabilidad con valores mayores de 0.7 para contenido de materia seca y proteína cruda en la mazorca y contenido de energía metabolizable en el follaje; heredabilidad consideradas de valor medio en contenido de materia seca y proteína cruda en el follaje.

Tomov y Simeonov (1985) desarrollaron híbridos especiales para ensilaje, usando maíz dulce y líneas S₁ conteniendo 50 por ciento de germoplasma de maíz palomero y dentado, desarrollaron seis tipos diferentes de híbridos conteniendo 50, 33, 25 y 17 por ciento de maíz palomero, respectivamente 50 y 33 por ciento de maíz dulce, los híbridos fueron evaluados para rendimiento de forraje y contenido de proteína de la biomasa.

Además se encontró una correlación negativa entre rendimiento y porcentaje de maíz palomero y dulce en los híbridos. Una reducción del porcentaje de maíz palomero de 50 a 33 por ciento y de 25 a 17 por ciento resultó en un incremento de materia seca de 7.3 y 13.8 por ciento, respectivamente. Se obtuvo una correlación positiva entre contenido de proteína y la dosis de germoplasma de maíz dulce y palomero, al incrementar la dosis de maíz palomero y dulce de 17 a 50 por ciento y de dulce de 33 a 50 por ciento resulta en un

incremento del contenido de proteína de 5.9 y 9.4 a 13.5 - por ciento; sobre la base de dichos resultados parece que la introducción de germoplasma de maíz dulce y palomero puede incrementar el contenido de proteína en la materia seca en un buen nivel.

Hunter (1985) informa de un estudio conducido para determinar la relación entre rendimiento de grano y el rendimiento de materia seca de la planta entera y calidad determinada en el estado de cosecha para ensilado; y reporta los resultados preliminares de un programa de selección recurrente dirigido a mejorar el germoplasma para producción de ensilaje. Concluyendo que la selección de líneas S₁ basada sobre el rendimiento de la planta entera en ensayos de ensilado - fue más efectiva en incrementar el rendimiento de materia seca total que la selección de líneas S₁ basada sobre rendimiento de grano en ensayos de producción.

Rutger y Crowder (1967) evaluaron para rendimiento de grano y de forraje seis híbridos de maíz en dos localidades durante tres años en densidades de 40, 50, 60, 70 y 80 mil plantas por hectárea; en lo referente al forraje encontraron que el rendimiento de materia seca de forraje se incrementa a medida que la densidad de plantas fue mayor, obteniendo el rendimiento mayor en 30 mil plantas por hectárea que estadísticamente fue igual al de 70 mil. El porcentaje de materia seca en el forraje no sufrió cambios a través de las densidades y el porcentaje de grano en el forraje fue más alto en 50 mil plantas por hectárea (0.429), mientras -

que en 80 mil plantas por hectárea fue el más bajo (0.329). También la interacción densidad por localidad fue significativa.

Selección Recurrente entre Progenies S_1

La selección recurrente ha tenido gran éxito en el mejoramiento genético de maíz, consiste en derivar un número determinado de familias de una población, la evaluación de dichas familias y posteriormente la selección y recombinación de las seleccionadas para constituir un ciclo de selección.

La selección recurrente entre progenies S_1 ha sido utilizada principalmente para mejorar características agronómicas de herencia cuantitativa; en la gran mayoría de los casos se han tenido resultados favorables.

Al iniciar esta investigación no se conocía ningún trabajo relacionado donde se utilizarán progenies S_1 para mejorar características propias de un maíz forrajero, pero con los antecedentes que se tenían se esperaba que tuviera éxito la selección iniciada. Se citan algunos de los trabajos más importantes en los párrafos siguientes.

Hallauer y Miranda (1981) señalan que la selección entre progenies S_1 ha sido utilizada para mejorar varias características, mostrando siempre respuestas positivas y conduce por sí misma al mejoramiento de la mayoría de los caracteres de maíz.

Indican además que con la evaluación de líneas S_1 obtenidas al azar nos permite obtener una estimación de la va-

varianza aditiva para la población bajo selección mediante el componente de varianza de las progenies S_1 y que la selección basada en progenies (S_1, S_2 , etc.) es teóricamente más efectiva para cambiar las frecuencias génicas con efectos aditivos que los métodos de selección de cruza de prueba.

Penny *et al.* (1967) utilizaron la selección en cinco poblaciones para obtener resistencia a la primera generación del gusano barrenador europeo, logrando cambiar las frecuencias de los genes de resistencia a nivel alto en todas las poblaciones. En tres ciclos se obtuvieron variedades con resistencia al gusano barrenador.

Genter y Alexander (1962 y 1966) encontraron que el comportamiento de las progenies S_1 *per se* está más estrechamente relacionado con la habilidad combinatoria general que con la específica y reportan que la selección entre progenies S_1 fue superior a la selección utilizando una cruz de prueba (31.4 contra 17.9%) a través de dos ciclos.

Lonnquist y Castro (1967) indican que la selección entre líneas S_1 *per se* explota más la varianza aditiva que la no aditiva y que por el contrario la selección en base a una cruz de prueba utiliza más la varianza no aditiva.

Jinahyon y Russell (1969) utilizaron la selección entre progenies S_1 para resistencia a pudrición del tallo causada por *Diplodia zeae* logrando un rango de resistencia considerable entre ciclos de selección, encontraron además que la selección no afectó la aptitud combinatoria y se incrementó el promedio de rendimiento de las líneas S_1 .

. Burton *et al.* (1971) practicaron selección recurrente en una población de maíz mediante selección entre líneas *S₁ per se* y en base a la cruza de prueba, la evaluación de los sintéticos obtenidos reveló que la selección de *S₁ per se* identificaba los genotipos superiores más rápidamente que por cruza de prueba. Concluyen que los genes deletereos están cubiertos por el genotipo del probador, por lo que se identifican más genes deletereos en *S₁ per se* que en cruza de prueba.

Caranjal *et al.* (1971) concluyen que la selección entre líneas *S₁ per se* mejoró más a la población resultante, y que fue igual de efectiva para mejorar la aptitud combinatoria general que la selección en base a la cruza de prueba.

Martin y Russell (1984) llevaron a cabo selección recurrente entre líneas *S₁* para resistencia a pudrición del tallo (causada por *Diplodia maydis*) y resistencia para rompimiento mecánico del tallo durante tres ciclos. Los dos caracteres se manejaron por separado (selección tandem).

Posteriormente, evaluaron líneas *S₁* derivadas al azar de la población original y de cada uno de los ciclos de selección, los caracteres medidos fueron pudrición del tallo por *Diplodia* y descascarado del tallo. Se notó un mejoramiento altamente significativo para los caracteres medidos por efecto de la selección, indicando que la calidad del tallo está controlado por genes de acción aditiva.

Estimación de Parámetros Genéticos

Robinson y Cockerham (1965) señalan que los propósitos perseguidos al estimar los parámetros genéticos son dos: (1) suministrar información sobre la naturaleza de la acción de los genes involucrados en la herencia del o los caracteres bajo investigación, (2) proporcionar la base para la evaluación de planes de mejoramiento de la población o posiblemente la información para el desarrollo de nuevos enfoques para el mejoramiento de plantas.

Dudley y Moll (1969) dividen el mejoramiento de plantas en tres etapas: la reunión o creación de un complejo de germoplasma variable, la selección de los individuos superiores de ese complejo; y la utilización de los individuos seleccionados para crear una variedad superior. Indican que las estimaciones de la varianza genética y heredabilidad proveen de normas útiles para contestar muchas preguntas que aparecen en las tres etapas de un programa de mejoramiento de plantas.

Estos autores definen algunos de los términos más comunes: heredabilidad en el sentido amplio, es el cociente de la varianza genética total sobre la varianza fenotípica; la heredabilidad en el sentido estrecho es el cociente de la varianza genética aditiva sobre la varianza fenotípica. La varianza fenotípica es la varianza total entre los fenotipos cuando se cultivan en el rango de ambientes que interesan al mejorador, la varianza genética total es la parte de la varianza fenotípica atribuible a diferencias genotípicas entre

s fenotipos, la varianza de la interacción genotipo-ambiente es la parte de la varianza fenotípica atribuible a la falta de cada genotipo para ser igual en medios ambientes diferentes. La varianza genética total puede subdividirse, además en varianza genética aditiva, varianza genética de dominancia y varianza genética epistática.

La varianza genética aditiva total en una población es la suma de las varianzas genéticas aditivas contribuidas por los loci individuales, la varianza genética aditiva para un locus está determinada por su frecuencia génica y por el efecto promedio de sustituir un alelo por otro (efecto aditivo).

Hallauer y Miranda (1981) consideran la evaluación de líneas S_1 *per se* como otro método para estimar varianzas genéticas en una población y son necesarias las mismas suposiciones que en los diseños de apareamiento, por ejemplo las progenies S_1 son una muestra no seleccionada de genotipos de la población referida, se requiere un muestreo adecuado de la población y no se deben escoger las plantas S_0 de donde surgirán las líneas S_1 .

La componente de varianza debido a las progenies S_1 provee una estimación de la varianza aditiva y, si $p = q = 0.5$ no existen efectos de dominancia, por lo que toda la varianza entre progenies será debida a efectos aditivos y de este modo se puede obtener una estimación de la heredabilidad en base a la media de una progenie, si las S_1 fueron evaluadas en experimentos repetidos sobre ambientes, así:

$$h^2 = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}^2/re + \hat{\sigma}_{ge/e}^2 + \hat{\sigma}_g^2}$$

donde h^2 , $\hat{\sigma}_g^2$, $\hat{\sigma}^2$, $\hat{\sigma}_{ge/e}^2$ se refieren a la heredabilidad, varianza genética, varianza del error ambiental, varianza de la interacción genético-ambiental.

Si se utilizan líneas S_1 y $p \neq q$, la estimación de la heredabilidad estará sesgada, ya que el efecto de dominancia con magnitud de $1/4\sigma_D^2$ estará presente. Finalmente indican que la evaluación de líneas S_1 parece ser un buen método para estimar la varianza aditiva σ_A^2 en las poblaciones de maíz.

Obilana y Hallauer (1974) evaluaron 247 líneas S_6 no seleccionadas, en la evaluación consideraron 21 caracteres de herencia cuantitativa en tres ambientes de prueba. Las líneas S_6 fueron consideradas como un grupo aleatorio de genotipos de la población BSSS para estimar varianzas genéticas, heredabilidades y correlaciones entre caracteres.

Se obtuvo una variación genética significativa entre las líneas S_6 para todos los caracteres. Las estimaciones de heredabilidad fueron altas para muchos caracteres, indicando que la selección en la dirección deseada para cualquier carácter medido será efectiva. Después de hacer el ajuste por la endogamia se comprobó que las estimaciones de los componentes genéticos obtenida por el uso de líneas S_6 fue muy similar a la obtenida por el uso de progenies no emparentadas (Diseño II), lo anterior sucedió al hacer la comparación en siete caracteres.

Las correlaciones genotípicas y fenotípicas entre rendimiento y caracteres de planta y espiga fueron pequeños o a veces cero. Las correlaciones entre componentes de la mazorca y rendimiento fueron generalmente altas.

Hallauer y Miranda (1981) resumen las estimaciones de heredabilidad y encontraron que dichas estimaciones para 16 caracteres se distribuyeron de acuerdo a los siguientes rangos.

Heredabilidad (%)	C a r a c t e r
$h^2 > 70$	número de hijos, porcentaje de aceite.
$50 < h^2 < 70$	altura de planta, altura de mazorca, número de hileras de grano, días a floración, humedad de grano.
$30 < h^2 < 50$	número de mazorcas, largo de mazorca, diámetro de mazorca, peso de grano, extensión de la bráctea, número de brácteas, diámetro de olote.
$h^2 < 30$	rendimiento y profundidad de grano.

La magnitud de la heredabilidad promedio refleja la complejidad de cada carácter, por ejemplo rendimiento de grano es el carácter económicamente más importante en maíz y su heredabilidad es la más baja de todos los caracteres.

Hallauer y Miranda (1981) dicen que el ligamiento y el pleiotropismo son causa importante de la correlación entre caracteres, y el mejoramiento moderno de maíz debe considerar además del rendimiento de grano, que es usualmente el

caracter de más interés, a otros caracteres como madurez, estabilidad, calidad del grano, calidad del tallo y resisten--cia a pestes como caracteres corolarios para una eventual --utilidad de genotipos evaluados para rendimiento. Así la selección indirecta de un caracter midiendo otro caracter será efectiva si (1) la heredabilidad del segundo caracter es tan grande como la del primer caracter, y (2) la correlación ge--nética entre ambos es substancial.

Lothrop (1985) evaluó progenies S_1 en dos poblacio--nes de maíz tropical para mejorar la mala cobertura de la mazorca. Encontró gran variabilidad genética para mala cober--tura de mazorca, extensión de la bráctea y rendimiento de --grano. La estimación de la heredabilidad de estas tres va--riables fue alta y lo atribuye a que el ambiente de evalua--ción fue muy bueno, alta fertilización y baja densidad de po--blación, lo que indujo a que se expresará completamente la --variabilidad genética de esos caracteres.

Alvarez (1984) realizó una estimación de parámetros genéticos en una población de maíz, utilizando el Diseño II (Carolina del Norte) para lo cual estableció experimentos en tres localidades y en tres densidades de población; este in--vestigador encontró que la característica de grano presentó el valor de heredabilidad más bajo, ya que ésta característi--ca estuvo más afectada por el medio ambiente que las demás --características. De acuerdo a los valores de heredabilidad calculados tomando en cuenta las densidades, concluye que: días a floración masculina y femenina, altura de planta y ma

zorca y mazorcas podridas responderán mejor a la selección - en la densidad alta, acame de raíz, mala cobertura y mazorcas por 100 plantas en la densidad baja.

Al estimar correlaciones genéticas, aditivas y fenotípicas encontró valores altos y positivos de rendimiento -- con altura de planta, con altura de mazorca y con mazorcas -- por 100 plantas. Los valores altos y negativos correspondieron a las correlaciones de rendimiento con mazorcas podridas y mala cobertura.

Williams *et al.* (1969) utilizaron el Diseño I (Carolina del Norte) para estimar parámetros genéticos en una población de maíz, obtuvo valores de heredabilidad de 53 por ciento para rendimiento, 54 por ciento para longitud de mazorca, 79 por ciento en diámetro de mazorca, 81 por ciento en número de hileras y 86 por ciento para peso de 100 semillas.

3. MATERIALES Y METODOS

Area de Estudio

La fase experimental del presente estudio se desarrolló en dos regiones geográficas que se denominan: Bajío y Comarca Lagunera y en las cuales se situaron las siguientes localidades de prueba.

Localidad 1. Celaya, Gto. (Bajío) presenta las siguientes características¹: Latitud 20°32'N; Longitud 100°49'W; altitud 1754 msnm; temperatura media anual 20.6°C; precipitación anual 597.3 mm.

Localidad 2. Torreón, Coah. (Comarca Lagunera) presenta las siguientes características: Latitud 25°33'N; Longitud 103°26'W; altitud 1137 msnm y temperatura media anual 22.6°C; precipitación anual 217.1 mm.

Además se utilizó la localidad de Tepalcingo, Morelos para la formación de los materiales de prueba. Esta localidad presenta características ideales para aprovechar el ciclo de invierno. Las condiciones climáticas¹ la sitúan como una área de transición entre Trópico y Bajío con una la--

¹ García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM, p. 88, 109, 148.

titud de 18°36'N; longitud 98°52'W; altitud 1152 msnm; temperatura media anual 23.6°C; precipitación anual 951.0 mm.

Materiales

El material básico utilizado en la presente investigación fue la población llamada Sintético Forrajero, que fue constituido por los siguientes materiales: el sintético de hojas erectas, una línea endocriada Oh-43 bm₃/bm₃ y Oh-43 -- su₂/su₂, una línea de la variedad BJ-1, el sintético forrajero enano y la línea endocriada ANH-148.

El sintético forrajero es una variedad de polinización libre, de madurez intermedia, altura de planta entre -- 220 a 250 cm, con tendencia a prolificidad, mazorca larga y que se adapta bien, tanto al Bajío como a la Comarca Lagunera.

Métodos

Formación del Material de Prueba

En Diciembre de 1982 se sembró semilla del sintético forrajero en Tepalcingo, Morelos en donde se derivaron aproximadamente 600 líneas S₁ autofecundando para el caso plantas tomadas al azar.

Posteriormente, en la misma localidad durante Diciembre de 1983 se sembró cada una de las líneas para identificar las de porte normal, de porte enano y las segregantes, - encontrando al final 231 líneas de porte normal, 105 de porte enano y aproximadamente 300 segregantes.

Evaluaciones de Campo

Las 231 líneas S₁ de porte normal fueron evaluadas - en las localidades de Celaya, Gto. y Torreón, Coah., durante 1984 en dos densidades de siembra: baja 80,000 plantas por hectárea y alta 120,000 plantas por hectárea, en grupos de - 21 líneas asignadas al azar a cada grupo.

Se utilizó un diseño experimental de bloques incompletos al azar con dos repeticiones y dos densidades de siembra. En cada localidad, el tamaño de la parcela se constituyó de la siguiente manera:

<u>Densidad de población</u>	<u>80,000 plts./ha.</u>	<u>120,000 plts./ha</u>
Número de surcos	1	1
Longitud de surco	3.30 m	2.20 m
Distancia entre surcos	0.75 m	0.75 m
Matas por surco	21	21
Distancia entre matas	0.165 m	0.11 m

En cada experimento se llevaron a cabo las labores - culturales comunes (fertilización, riegos, cultivos, aplicación de insecticidas).

En cada una de las parcelas de cada evaluación se midieron las siguientes características agronómicas.

1. Días a floración masculina. Número de días transcurridos desde la fecha de siembra a un 50 por -- ciento de plantas con espiga soltando polen.

2. Días a floración femenina. Número de días transcurridos desde la fecha de siembra a un 50 por ciento de plantas con estigmas receptivos.
3. Altura de planta. Se tomó la media de 10 plantas al azar midiendo de la base de la planta a la punta de la espiga.
4. Altura de mazorca. Se tomó la media de 10 plantas al azar midiendo de la base de la planta al nudo de la mazorca principal.
5. Acame de raíz. Se consideraron como plantas acamadas aquellas que tuvieron una inclinación mayor de 30° con respecto a la vertical, expresándolo en por ciento.
6. Acame de tallo. Número de plantas con el tallo quebrado abajo de la mazorca, expresándolo en por ciento.
7. Mala cobertura. Se consideró una planta con mala cobertura cuando las brácteas no cubren totalmente la mazorca dejando la punta descubierta, expresándolo en por ciento.
8. Mazorcas por 100 plantas. Este dato se obtuvo en base al número total de mazorcas entre el total de plantas por 100.

9. Rendimiento de forraje, toneladas de materia seca por hectárea. Para obtener este dato se procedió a cortar 10 plantas con competencia completa desde la base del tallo, procediendo a pesarlas, el corte se efectuó cuando el grano de la mazorca se encontraba en el estado lechoso-masoso. Posteriormente, el peso de campo se multiplicó por 0,20 y se dividió entre 10 para obtener el peso de materia seca por planta, mismo que se multiplicó por la densidad respectiva para obtener el rendimiento de forraje por hectárea en materia seca.
10. Número de hojas por planta. Se tomó la media del número de hojas de diez plantas al azar, este dato se tomó solo en la localidad de Celaya, Gto.

Análisis Estadístico

Para analizar estadísticamente los resultados obtenidos de los datos de campo; se transformaron aquellas variables medidas en por ciento utilizando la siguiente transformación:

$$X' = \text{Arc Sen} \sqrt{\frac{X + 0,005}{100}}$$

onde:

X' = valor de la variable transformada

X = por ciento de la variable medida

Se realizaron análisis de varianza y covarianza por

Para el análisis de varianza por localidad conjuntando densidades y grupos se utilizó el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ijkl} = \mu + D_{\ell} + G_{j\ell} + R_{k\ell j} + P_{ij} + (DP)_{i\ell j} + \xi_{ijkl}$$

$$\ell = 1, 2, \dots \quad d \text{ (densidades)}$$

$$j = 1, 2, \dots \quad g \text{ (grupos)}$$

$$k = 1, 2, \dots \quad r \text{ (repeticiones)}$$

$$i = 1, 2, \dots \quad p \text{ (progenies)}$$

donde:

Y_{ijkl} = es el valor observado de la i -ésima progenie S_1 en la k -ésima repetición en el j -ésimo grupo en la ℓ -ésima densidad

μ = es la media general

D_{ℓ} = es el efecto de la ℓ -ésima densidad

$G_{j\ell}$ = es el efecto del j -ésimo grupo anidado en la ℓ -ésima localidad

$R_{k\ell j}$ = es el efecto de la k -ésima repetición anidada en el j -ésimo grupo y la ℓ -ésima densidad

P_{ij} = es el efecto de la i -ésima progenie S_1 dentro del j -ésimo grupo

$(DP)_{i\ell j}$ = es el efecto de la interacción de la ℓ -ésima densidad y la i -ésima progenie S_1 dentro del j -ésimo grupo

ξ_{ijkl} = es el efecto del error conjunto, donde todos los efectos son aleatorios con excepción de la media general y densidades

El análisis de varianza para este modelo se muestra en el Cuadro 1.

Las pruebas de F para fuentes de variación del Cuadro 1, fueron las siguientes: El error conjunto M_1 se utilizó para probar M_2 , M_3 y M_4 ; M_5 se utilizó para probar M_6 , la prueba de significancia para M_5 y los grados de libertad asociados a dicha prueba se obtuvieron utilizando la aproximación sugerida por Satterhwaite (1946), donde: $FCM_5 = \frac{M_5 + M_1}{M_4 + M_2}$

Cuadro 1. Componentes del análisis de varianza por localidad para once grupos y dos densidades

Fuentes de variación	g.l.	C.M.	E.C.M.
Densidades (D)	1	M ₆	
Grupos (G)/Dens.	20	M ₅	
Repeticiones/G y D	22	M ₄	
Progenies/G	220	M ₃	$\sigma_e^2 + rd\sigma_G^2$
Dens. x Prog/G	20	M ₂	$\sigma_e^2 + r\sigma_{GD}^2$
Error conjunto	440	M ₁	σ_e^2

los grados de libertad;

$$n_1 = \frac{(M_5 + M_2)^2}{\frac{(M_5)^2}{g \cdot l \cdot M_5} + \frac{(M_2)^2}{g \cdot l \cdot M_2}} \quad \text{y} \quad n_2 = \frac{(M_4 + M_2)^2}{\frac{(M_4)^2}{g \cdot l \cdot M_5} + \frac{(M_2)^2}{g \cdot l \cdot M_2}}$$

Para el análisis por densidad conjuntando localidades grupos se utilizó el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ijkl} = \mu + L_l + G_{jl} + R_{klj} + P_{ij} + (LP)_{ilj} + \xi_{ijkl}$$

$l = 1, \dots, d$ (localidades)

$j = 1, \dots, g$ (grupos)

$k = 1, \dots, r$ (repeticiones)

$i = 1, \dots, p$ (progenies)

onde:

Y_{ijkl} = es el valor observado de la i -ésima progenie S_i en la k -ésima repetición en el j -ésimo grupo en la l -ésima localidad

μ = es la media general

L_l = es el efecto de la l -ésima localidad

G_{jl} = es el efecto del j -ésimo grupo anidado en la l -ésima localidad

R_{klj} = es el efecto de la k -ésima repetición anidada en el j -ésimo grupo y la l -ésima localidad.

P_{ij} = es el efecto de la i -ésima progenie S_i anidada en el j -ésimo grupo

$(LP)_{ilj}$ = es el efecto de la interacción entre la i -ésima progenie S_i con la l -ésima localidad dentro del j -ésimo

ξ_{ijkl} = es el efecto del error conjunto, donde todos los efectos son aleatorios, excepto la media.

El análisis de varianza para este modelo se muestra en el Cuadro 2.

cuadro 2. Componentes del análisis de varianza por densidad conjuntando localidades y grupos

Fuentes de variación	g.l.	C.M.	E.C.M.
Localidad (L)	1	M ₆	
Grupos (G)/L	20	M ₅	
Repeticiones/G y L	22	M ₄	
Progenies/Grupos	220	M ₃	$\sigma_e^2 + r\sigma^2_{LG} + r\sigma^2_G$
Loc. x Prog/G	220	M ₂	$\sigma_e^2 + r\sigma^2_{LG}$
Error conjunto	440	M ₁	σ_e^2

Las pruebas de F para las fuentes de variación del cuadro 2 son las siguientes: el error conjunto M₁ se utilizó para probar M₂ y M₄, M₂ se utilizó para probar M₃, M₅ para probar M₆; la prueba de significancia para M₅ y los grados de libertad asociados a esta prueba de F se obtuvieron utilizando la aproximación sugerida por Satterthwite (1946).

$$FCM_5 = \frac{M_5 + M_1}{M_4 + M_2}$$

los grados de libertad:

$$n_1 = \frac{(M_5 + M_1)^2}{\frac{(M_5)^2}{g.l.M_5} + \frac{(M_1)^2}{g.l.M_1}}$$

$$n_2 = \frac{(M_4 + M_2)^2}{\frac{(M_4)^2}{g.l.M_4} + \frac{(M_2)^2}{g.l.M_2}}$$

Para el análisis combinado conjuntando los once grupos, dos densidades y dos localidades se utilizó el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ijk\ell m} = \mu + L_m + D_\ell + (LD)_{m\ell} + G_{j\ell m} + R_{kj\ell m} + P_{ij} + (LP)_{imj} + (DP)_{i\ell j} + (LDP)_{i\ell mj} + \xi_{ijk\ell m}$$

$Y_{ijk\ell m}$ = es el valor observado de la i -ésima progenie S_1 en la k -ésima repetición en el j -ésimo grupo en la ℓ -ésima densidad en la m -ésima localidad

μ = es la media general

L_m = es el efecto de la m -ésima localidad

D_ℓ = es el efecto de la ℓ -ésima densidad

$(LD)_{m\ell}$ = es el efecto de la interacción entre la m -ésima localidad y la ℓ -ésima densidad

$G_{j\ell m}$ = es el efecto del j -ésimo grupo dentro de la ℓ -ésima densidad y m -ésima localidad

$R_{kj\ell m}$ = es el efecto de la k -ésima repetición dentro del j -ésimo grupo, la ℓ -ésima densidad y la m -ésima localidad

P_{ij} = es el efecto de la i -ésima progenie S_1 anidada en el j -ésimo grupo

$(LP)_{imj}$ = es el efecto de la interacción entre la i -ésima progenie S_1 y la m -ésima localidad dentro del j -ésimo grupo

$(DP)_{i\ell j}$ = es el efecto de la interacción entre la i -ésima progenie S_1 y la ℓ -ésima densidad dentro del j -ésimo grupo

$(LDP)_{i\ell mj}$ = es el efecto de la interacción de la i -ésima progenie con la m -ésima densidad y la ℓ -ésima localidad dentro del j -ésimo grupo

$\xi_{ijk\ell m}$ = es el efecto del error conjunto, donde todos los efectos son aleatorios, excepto la media

El análisis de varianza respectivo se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Componentes del análisis de varianza combinado para dos localidades, dos densidades y once grupos

Fuentes de variación	g.l.	C.M.	E.C.M.
Localidades (L)	1	M ₁₀	
Densidades (D)	1	M ₉	
Loc x Dens.	1	M ₈	
Grupos (G)/D y L	40	M ₇	
Rep. (R)/G, D y L	44	M ₆	
Progenies/G	220	M ₅	$\sigma_e^2 + r\sigma_{GL}^2 + r\sigma_G^2$
Progenies x Loc/G	220	M ₄	$\sigma_e^2 + r\sigma_{GL}^2$
Prog. x Dens./G	220	M ₃	$\sigma_e^2 + r\sigma_{GLD}^2 + r\sigma_{GD}^2$
Prog. x Dens. x Loc/G	220	M ₂	$\sigma_e^2 + r\sigma_{GLD}^2$
Error conjunto	880	M ₁	σ_e^2

Las pruebas de F para las fuentes de variación del Cuadro 3 son las siguientes: el error conjunto M₁ se utilizó para probar M₂, M₃ y M₆, M₂ se utilizó para probar M₃, M₄ para probar M₅, M₇ para probar M₈, la prueba para M₇, M₉ y M₁₀ y los grados de libertad asociados a dichas pruebas de F se obtuvieron utilizando la aproximación sugerida por Satterwaite (1946), donde:

$$FC_{M_{10}} = \frac{M_{10} + M_2}{M_8 + M_4}$$

y los grados de libertad:

$$n_1 = \frac{(M_{10} + M_2)^2}{\frac{(M_{10})^2}{g.l.M_{10}} + \frac{(M_2)^2}{g.l.M_2}} \quad \text{Y} \quad n_2 = \frac{(M_8 + M_2)^2}{\frac{(M_8)^2}{g.l.M_8} + \frac{(M_4)^2}{g.l.M_4}}$$

$$FC M_9 = \frac{M_9 + M_2}{M_8 + M_3}$$

y los grados de libertad:

$$n_3 = \frac{(M_9 + M_2)^2}{\frac{(M_9)^2}{g.l.M_9} + \frac{(M_2)^2}{g.l.M_2}} \quad n_4 = \frac{(M_8 + M_3)^2}{\frac{(M_8)^2}{g.l.M_8} + \frac{(M_3)^2}{g.l.M_3}}$$

$$FC M_7 = \frac{M_7 + M_1}{M_6 + M_2}$$

y los grados de libertad:

$$n_5 = \frac{(M_7 + M_2)^2}{\frac{(M_7)^2}{g.l.M_7} + \frac{(M_1)^2}{g.l.M_1}} \quad n_6 = \frac{(M_6 + M_2)^2}{\frac{(M_6)^2}{g.l.M_6} + \frac{(M_2)^2}{g.l.M_2}}$$

Los coeficientes de variación para los tres análisis de varianza fueron obtenidos por medio de la fórmula:

$$C.V. = \frac{\sqrt{CMEE}}{\bar{X}} \times 100$$

donde:

CMEE = cuadrado medio del error experimental conjunto

\bar{X} = media general

Las estimaciones de los componentes de varianza tanto para el análisis de varianza por localidad como por densidad, se obtuvieron de las esperanzas de cuadrados medios de cada uno de los análisis (Cuadros 1 y 2), los cuales son:

Por localidad	Por densidad
$\hat{\sigma}_G^2 = \frac{M_3 - M_1}{rd}$	$\hat{\sigma}_G^2 = \frac{M_3 - M_2}{rl}$
	$\hat{\sigma}_{GL}^2 = \frac{M_2 - M_1}{r}$
$\hat{\sigma}_e^2 = M_1$	$\hat{\sigma}_e^2 = M_1$
$\hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_G^2 + \hat{\sigma}_e^2/rd$	$\hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_G^2 + \frac{\hat{\sigma}_{GL}^2}{l} + \hat{\sigma}_e^2/rl$

donde:

$\hat{\sigma}_G^2$ = es la varianza genética entre las progenies S_1

$\hat{\sigma}_{GL}^2$ = es la varianza de interacción entre las progenies S_1 y las localidades

$\hat{\sigma}_e^2$ = es la varianza del error, considerada como varianza ambiental

$\hat{\sigma}_F^2$ = es la varianza fenotípica calculada en base a la media de una progenie.

Las varianzas y errores estandar de las estimaciones de $\hat{\sigma}_G^2$ se obtuvo utilizando las fórmulas de Hallauer y Miranda (1981):

Por densidad:

$$V(\hat{\sigma}_G^2) = \frac{2}{(rl)} \left[\frac{(M_3)^2}{g \cdot l \cdot M_3 + 2} + \frac{(M_2)^2}{g \cdot l \cdot M_2 + 2} \right]; EE(\hat{\sigma}_G^2) = \sqrt{V(\hat{\sigma}_G^2)}$$

por localidad:

$$V(\hat{\sigma}_G^2) = \frac{2}{(rd)^2} \left[\frac{(M_3)^2}{g.l.M_3+2} + \frac{(M_1)^2}{g.l.M_1+2} \right]; EE(\hat{\sigma}_G^2) = \sqrt{V(\hat{\sigma}_G^2)}$$

Del análisis combinado (Cuadro 3) también se obtuvieron los componentes de varianza como sigue:

$$\hat{\sigma}_G^2 = \frac{M_5 - M_4}{rld}$$

$$\hat{\sigma}_{GL}^2 = \frac{M_4 - M_1}{rd}$$

$$\hat{\sigma}_e^2 = M_1$$

$$\hat{\sigma}_F^2 = \frac{\hat{\sigma}_e^2}{rld} + \frac{\hat{\sigma}_{GL}^2}{l} + \hat{\sigma}_G^2$$

donde $\hat{\sigma}_G^2$, $\hat{\sigma}_{GL}^2$, $\hat{\sigma}_e^2$ y $\hat{\sigma}_F^2$ son la varianza entre progenies S_1 , la varianza de la interacción de progenies S_1 y localidades, la varianza de el error (ambiental) y la varianza fenotípica.

La varianza y error estándar de la estimación $\hat{\sigma}_G^2$ se obtuvo como sigue:

$$V(\hat{\sigma}_G^2) = \frac{2}{(rld)^2} \left[\frac{M_5^2}{g.l.M_5+2} + \frac{M_4^2}{g.l.M_4+2} \right]; EE(\hat{\sigma}_G^2) = \sqrt{V(\hat{\sigma}_G^2)}$$

De cada análisis de varianza se obtuvo una estimación de la heredabilidad (h^2) en base a la media de una progenie para cada caracter de acuerdo a lo postulado por Hallauer y Miranda (1981).

$$h^2 = \frac{\hat{\sigma}_G^2}{\hat{\sigma}_F^2}$$

el error estandar de la heredabilidad estimada fue:

$$EE(h^2) = \frac{EE(\hat{\sigma}_G^2)}{\hat{\sigma}_F^2}$$

También se estimó el coeficiente de variación genética en cada análisis para cada caracter mediante la fórmula:

$$C.V.G. = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_G^2}}{\bar{X}} \times 100$$

Los análisis de covarianza por localidad, densidad y combinado para cada par de variables se llevaron a cabo de acuerdo a los mismos modelos de los análisis de varianza.

Las componentes de covarianza se estimaron de las esperanzas de productos medios como sigue:

Por localidad:

$$\sigma_{GX_iY_j} = \frac{M_3X_iY_j - M_1X_iY_j}{rd}$$

$$\sigma_{eX_iY_j} = M_1X_iY_j$$

$$\sigma_{FX_iY_j} = \frac{\sigma_{eX_iY_j}}{rd} + \sigma_{GX_iY_j}$$

Por densidad:

$$\sigma_{GX_iY_j} = \frac{M_3X_iY_j - M_2X_iY_j}{rl}$$

$$\sigma_{CLX_iY_j} = \frac{M_2X_iY_j - M_1X_iY_j}{r}$$

cc.

$$\sigma_{FX_i Y_j} = \frac{\sigma_{eX_i Y_j}}{r\bar{d}} + \frac{\sigma_{GLX_i Y_j}}{r} + \sigma_{GX_i Y_j}$$

Combinado:

$$\sigma_{GX_i Y_j} = \frac{M_5 X_i Y_j - M_4 X_i Y_j}{r\bar{d}}$$

$$\sigma_{GLX_i Y_j} = \frac{M_4 X_i Y_j - M_1 X_i Y_j}{rd}$$

$$\sigma_{eX_i Y_j} = M_1 X_i Y_j$$

$$\sigma_{FX_i Y_j} = \frac{\sigma_{eX_i Y_j}}{r\bar{d}} + \frac{\sigma_{GLX_i Y_j}}{rd} + \sigma_{GX_i Y_j}$$

Posteriormente se estimaron los coeficientes de correlación genética y fenotípica en cada análisis por medio de los componentes de varianza y covarianza de acuerdo a las siguientes fórmulas:

$$r_{GX_i Y_j} = \frac{\sigma_{GX_i Y_j}}{\sqrt{\sigma_{GX_i}^2 \sigma_{GY_j}^2}}$$

$$r_{FX_i Y_j} = \frac{\sigma_{FX_i Y_j}}{\sqrt{\sigma_{FX_i}^2 \sigma_{FY_j}^2}}$$

onde:

$r_{GX_i Y_j}$ = coeficiente de correlación genética entre la i-ésima y la j-ésima variables

$\sigma_{GX_i Y_j}$ = covarianza genética entre la i-ésima y la j-ésima variables

$\sigma_{GX_i}^2$ y $\sigma_{GY_j}^2$ = varianzas genéticas de la i-ésima y la j-ésima variables

$r_{FX_i Y_j}$ = coeficiente de correlación fenotípica entre la i-ésima y la j-ésima variables

$\sigma_{FX_i Y_j}$ = covarianza fenotípica entre la i-ésima y la j-ésima variables

$\sigma_{FX_i}^2$ y $\sigma_{FY_j}^2$ = varianzas fenotípicas de la i-ésima y la j-ésima variables

Se obtuvo la ganancia genética esperada por ciclo para el carácter rendimiento de forraje asumiendo selección recurrente de progenies S_1 por medio de la fórmula citada por Kempig *et al.* (1972).

$$\Delta g = \frac{K\sigma_A^2}{\sqrt{\sigma_F^2}}$$

Donde:

Δg = es la ganancia genética esperada

K = Diferencial de selección estandarizado, en este caso es 1.75, ya que la presión de selección fue del 10 por ciento

σ_A^2 = es la varianza aditiva

σ_F^2 = es la varianza fenotípica

4. RESULTADOS

Los resultados de esta investigación fueron obtenidos de dos experimentos establecidos en dos localidades (Celaya, Gto. y Torreón, Coah.) durante 1984. Cada experimento constó de dos densidades de siembra y se midieron nueve caracteres agronómicos; rendimiento de forraje en materia seca, días a flor masculina y femenina, altura de planta y mazorca, acame de raíz y tallo, mala cobertura y mazorcas por cien plantas. Solamente en Celaya, Gto. se incluyó el carácter número de hojas por planta.

Los cuadrados medios de los análisis de varianza por densidad se presentan en el Cuadro 4, donde se aprecia que la fuente de variación progenies dentro de grupo tuvo el mismo comportamiento en las dos densidades, resultando altamente significativo en la mayoría de los caracteres medidos, excepto acame de raíz y tallo.

En el carácter rendimiento de forraje el valor del cuadrado medio para la densidad alta (D_2) fue casi el doble que en la densidad baja (D_1), mientras que en mazorcas por cien plantas sucedió exactamente lo contrario; no obstante que sus cuadrados medios tuvieron la misma significancia.

Progenies por localidades dentro de grupo también tuvo el mismo comportamiento en las dos densidades, solamente en mazorcas por cien plantas se observa que el cuadro lo me--

Cuadro 4 . Análisis de varianza, medias y coeficientes de variación de nueve caracteres agronómicos para la densidad de 80,000 plts./ha. (D₁)¹ y para la densidad de 120,000 plts./ha. (D₂) a través de dos localidades durante 1984.

Fuentes de variación	g.l.	C u a d r a d o s		
		Rendimiento de forraje - en materia seca (ton/ha)	Días a flor masculina	Días femenina
Localidades (L)	1	370.986**	125906.706**	1193
		3405.420**	119659.334**	1161
Grupos/L	20	32.531*	43.905**	
		103.491**	34.656**	
Reps./G y L	22	10.609**	6.539**	
		19.961**	6.404	
Progenies/G	120	18.103**	15.704**	
		35.431**	18.270**	
Prog. x L/G	120	8.686**	6.795**	
		11.576**	12.365**	
Error Conjunto	440	3.833	2.750**	
		7.407	8.770	
Media		12.567	77.57	
		16.412	76.94	
C.V. (%)		15.58	2.14	
		16.58	3.85	
D.M.S.		0.273	2.30	
		3.771	4.10	

*,** Significativo al .05 y .01 de probabilidad, respectivamente.

¹ La cantidad superior corresponde a D₁ y la inferior a D₂.

² Datos transformados a Arc Sen $\sqrt{x/100}$

m e d i o s					
Altura de - planta (cm)	Altura de - mazorca (cm)	Acame de raíz (%) ²	Acame de tallo (%) ²	Mala co- bertura (%) ²	Mazorcas 100 plan
52622.001**	17411.387**	158478.573**	74.290	25467.750**	11040.73
240012.623**	142481.251**	73143.767**	205.732	73090.394**	30837.92
2504.923**	1144.749**	3427.959**	71.555**	1216.120**	974.25
2755.647**	1735.197**	598.291**	71.132**	988.187**	645.96
471.568**	281.096**	257.267	7.617	192.648	738.99
283.515*	170.654**	157.685	22.693	211.686	721.49
1107.923**	584.778**	390.891	17.100	821.417**	1154.90
1228.170**	648.262**	227.468	34.887	638.076**	633.56
332.179**	134.717**	375.622**	16.127	267.645**	637.87
292.834**	138.667**	207.075**	30.465	238.723**	351.08
216.064	87.260	245.165	16.521	201.046	368.77
160.333	61.554	125.203	27.259	164.732	292.35
202.82	81.96	18.39	5.19	35.69	123.89
214.45	89.98	13.79	6.10	29.72	114.03
7.25	11.40	85.16	78.31	39.72	15.50
5.90	8.72	81.12	85.60	43.19	14.99
20.37	12.94	21.70	5.63	19.65	26.61
17.55	10.87	15.51	7.24	17.79	23.69

dio de la densidad alta no fue significativo, mientras que - para la densidad baja se obtuvo alta significancia.

En la fuente localidades se observa que todos los ca- racteres con excepción de acame de tallo fueron significati- vos al .01 de probabilidad, nuevamente se observa que el va- lor del cuadrado medio para D₂ fue muy superior al de D₁ pa- ra rendimiento de forraje, altura de planta, altura de mazor- ca, principalmente.

Al pie del cuadro se muestra la media de las varia- bles para cada densidad donde se puede apreciar que en rendi- miento de forraje se obtuvo una media más alta para D₂ compa- rada con D₁, por 3.845 toneladas de diferencia.

Los coeficientes de variación observados para acame de raíz, acame de tallo y mala cobertura son muy elevados, - por lo que los resultados para estas variables no son del to- do confiables, cabe hacer notar que fueron las variables que se midieron en por ciento; para las demás variables el coefi- ciente de variación es aceptable.

En el Cuadro 5 se muestran los cuadrados medios de - los análisis de varianza por localidad, donde progenies den- tro de grupo tuvo el mismo comportamiento que en análisis de anterior, observándose alta significancia en casi todas las variables medidas; solamente resultaron no significativos -- acame de raíz en Celaya, Gto. (L₁) y acame de tallo en To- creón, Coah. (L₂).

Para rendimiento de forraje la fuente progenies por densidades tuvo alta significancia, no obstante que el cua-

Cuadro 5 . Análisis de varianza, medias y coeficientes de variación de 10 caracteres agronómicos para las localidades de Celaya, Gto. (L₁)¹ y Torreón, Coah. (L₂) a través de dos densidades de siembra durante 1984.

Fuentes de variación	g.l.	C u a d r a d o s		
		Rendimiento de forraje - en materia seca (ton/ha)	Días a flor masculina	Días a flor femenina
Densidades (D)	1	1513.628** 6084.053**	196.403 26.001	98.706 27.017
Grupos (G)/D	20	479.541** 88.069**	50.193** 28.368**	42.755** 26.491**
Reps./G y D	22	7.889** 22.681**	8.335 4.607	10.246 4.688
Progenies/G	220	20.051** 35.700**	25.884** 12.720**	27.870** 12.485**
Prog. x D/G	220	4.865** 13.181**	8.104 6.430**	8.383 6.106**
Error Conjunto	440	3.242 7.998	8.099 3.421	8.512 3.202
Media		13.213 15.766	88.78 65.73	90.15 67.57
S.V. (%)		13.63 17.94	3.21 2.81	3.24 2.65
D.M.S.		2.495 3.920	3.94 2.56	4.04 2.48

*,** Significativo al .05 y .01 de probabilidad, respectivamente.

¹ La cantidad superior corresponde a L₁ y la inferior a L₂

² Datos Transformados a Arc Sen $\sqrt{x/100}$

m e d i o s						
tura de - anta (cm)	Altura de - mazorca (cm)	Acame de raíz (%) ²	Acame de bollo (%) ²	Mala co- bertura (%) ²	Mazorcas x 100 plantas	No. por
157.732	0.910	35.848	278.192*	21373.524**	34279.636**	
228.962**	59809.909**	17856.974*	120.010	1255.334	13136.641**	
829.364**	949.681**	9.655	51.823*	750.551**	720.903*	
431.206	1930.265**	4016.596**	90.864**	1453.756**	899.324	
469.273**	260.964**	13.688	24.220	175.632**	228.305	
285.811	190.786**	401.264	6.090	228.702	1231.184**	
176.266**	594.240**	13.499	30.045**	535.795**	678.418**	
296.353**	706.910**	712.064**	23.813	1079.923**	1221.485**	
261.030**	76.597**	11.883	18.757	110.172**	278.725**	
227.458	128.678**	463.610**	25.965	239.971	598.792**	
180.595	56.044	12.891	21.851	91.248	207.208	
195.802	92.770	357.478	21.915	274.530	453.920	
196.80	77.59	5.09	6.02	25.63	114.35	
220.47	94.35	27.09	5.27	39.78	123.58	
6.83	9.65	70.49	77.64	37.26	12.59	
6.35	10.21	69.80	88.88	41.65	17.24	
18.62	10.38	4.98	6.48	13.24	19.95	
19.39	13.35	26.20	6.49	22.96	29.53	

grado medio para Torreón, Coah. (L_2) fue mayor 2.7 veces al cuadrado medio de Celaya, Gto. (L_1).

En la misma fuente se obtuvo significancia solo en Torreón en los caracteres días a flor masculina, femenina y acame de raíz; los caracteres altura de planta y mala cobertura fueron significativos solamente en Celaya, Gto.; altura de planta y mazorcas por cien plantas fueron significativos al nivel de .01 de probabilidad en ambas localidades.

Al calce del cuadro se pueden ver las medias de los caracteres agronómicos en cada localidad, destacando L_2 donde se obtuvieron 2.553 toneladas más de forraje, las progenies fueron 23 días más precoces y midieron 23.67 y 16.76 cm más de altura de planta y de mazorca comparando Torreón con Celaya.

De nueva cuenta se observa que los coeficientes de variación para acame de raíz, de tallo y mala cobertura son muy altos, mientras que en las otras variables son aceptables.

En el Cuadro 6 se encuentran los resultados de los análisis de varianza combinados. La fuente localidades fue significativa al .01 de probabilidad para días a flor masculina y femenina y al .05 solo para acame de tallo. En densidades solo se obtuvo significancia al .01 para acame de tallo.

Densidades por localidades fue significativa al .01 de probabilidad para rendimiento de forraje y altura de planta; al .05 de probabilidad para altura de mazorca y mala co-

adro 6. Análisis de varianza combinado, medias y coeficientes de variación de nueve caracteres para once grupos, dos localidades y dos localidades. 1984.

Fuentes de variación	g.l.	C u a d r a d o		
		Rendimiento forraje - en mat. seca (ton/ha)	Días a floración masculina.	Días a floración femenina.
Localidades (L)	1	3012.198	245526.299**	235510.305
Localidades (D)	1	6833.473	182.663	114.502
L x D	1	764.208**	39.741	11.221
Grupos (G)/D y L	40	68.011**	39.281**	34.623
Rep. /G, D y L	44	15.285**	6.471	7.517
Replicados/G	220	43.895**	27.178**	29.435
Rep. x L/G	220	11.857**	11.422**	10.920
Rep. x D/G	220	9.640	6.796	7.313
Rep. x L x D/G	220	8.406**	7.738**	7.176
Error Conjunto	880	5.620	5.760	5.857
Media		14.489	77.25	78.86
C.V. (%)		16.36	3.11	3.07
M.S.		2.323	2.35	2.37

** Significancia al nivel de .05 y .01 de probabilidad, respectivamente.

² Datos transformados por $\text{Arc Sen } \sqrt{\frac{X+100}{100}}$.

i o s				
altura de - espora (cm)	Acum de raíz (%) ²	Acum de tallo (%) ²	Para cubrir tura (%) ²	Espos x 100 plantas
29753.910	223476.019	263.639*	92423.571	39391.247
29672.091	9746.502	281.816**	16494.286	44928.866
30138.728*	8146.320	16.383	6134.572*	2487.411
1439.973**	2013.125**	71.343**	1102.154**	810.114
225.674**	207.476	15.155	202.167	730.245**
1127.032**	373.846	29.302	1282.691**	1337.077**
174.118**	351.716**	24.557	333.027**	562.827**
106.008	244.512	22.685	176.802	451.386
99.266**	230.981*	22.036	173.341	426.131*
74.407	185.184	21.890	182.889	330.564
85.97	16.09	5.65	32.71	118.96
10.03	24.58	82.88	41.35	15.28
8.45	13.34	4.59	13.25	17.82

En progenies dentro de grupo se encontró significancia al .01 de probabilidad en la mayoría de los caracteres agronómicos menos en acame de raíz y acame de tallo.

La interacción progenies por localidades fue altamente significativa en todas las variables medidas menos en acame de tallo, mientras que en progenies por densidades no se observó significancia en ningún carácter. En la fuente de variación progenies por localidades por densidades dentro de grupo se observó significancia al .01 de probabilidad en rendimiento de forraje, días a flor masculina, femenina y en altura de mazorca; mientras que al .05 de probabilidad en altura de planta, acame de raíz y mazorcas por cien plantas.

Los coeficientes de variación son aceptables con excepción nuevamente de acame de raíz y tallo y mala cobertura.

El cálculo de la varianza genética y la varianza fenotípica se utilizó para estimar la heredabilidad (h^2) de cada variable en base a los datos de cada análisis de varianza. Los resultados obtenidos se sintetizan en el Cuadro 7 donde se nota que las estimaciones son altas para todos los caracteres estudiados, descartando acame de raíz y acame de tallo.

El error estándar de la estimación de la heredabilidad se utiliza para determinar la confiabilidad del estimado; la regla práctica dice que éste debe ser menor a la mitad de la heredabilidad para que ésta tenga validez. En este estudio se obtuvieron errores estándar muy bajos, por lo que las

adro 7 . Heredabilidad (h^2) en base a la media de una progenie de nueve caracteres agronómicos para el análisis de varianza de las localidades de Celaya, Gto. (L_1) y Torreón, Coahuila (L_2) a través de dos densidades; de la densidad baja (D_1) y la densidad alta (D_2) a través de dos localidades y un diseño combinado (C).

Caracter	h^2				
	L_1	L_2	D_1	D_2	
Incremento de forraje - materia seca (ton/ha)	0.84 ± 0.10^1	0.78 ± 0.10	0.52 ± 0.11	0.67 ± 0.10	0.7
Porcentaje de flor masculina	0.69 ± 0.10	0.73 ± 0.10	0.57 ± 0.10	0.32 ± 0.11	0.5
Porcentaje de flor femenina	0.69 ± 0.10	0.74 ± 0.10	0.61 ± 0.10	0.42 ± 0.11	0.6
Altura de planta (cm)	0.85 ± 0.10	0.85 ± 0.10	0.70 ± 0.10	0.76 ± 0.10	0.8
Altura de nazorca (cm)	0.91 ± 0.10	0.87 ± 0.10	0.77 ± 0.10	0.79 ± 0.10	0.8
Porcentaje de raíz (%)	0.05 ± 0.11	0.05 ± 0.10	0.04 ± 0.13	0.09 ± 0.13	0.0
Porcentaje de tallo (%)	0.27 ± 0.10	0.08 ± 0.11	0.06 ± 0.13	0.13 ± 0.13	0.1
Cobertura (%)	0.83 ± 0.10	0.76 ± 0.10	0.67 ± 0.10	0.62 ± 0.10	0.7
Frutos x 100 plantas	0.69 ± 0.10	0.63 ± 0.10	0.46 ± 0.11	0.45 ± 0.11	0.5
Número de hojas por planta.	0.59 ± 0.10				

1 el primer valor se refiere a h^2 y el segundo valor se refiere al error estándar de h^2 .

heredabilidades estimadas son confiables.

Acame de raíz y acame de tallo tuvieron valores de heredabilidad bajos en todas las estimaciones y el error estándar de dichas estimaciones es muy alto y en ocasiones mayor que la heredabilidad, por lo que las estimaciones para estos caracteres son nulas, sin embargo se reportan para que se tomen en cuenta para investigaciones posteriores.

La estimación de los coeficientes de variación genéticas se cita en el Cuadro 8, los valores más altos fueron para mala cobertura, rendimiento de forraje y altura de mazorca, los más bajos correspondieron a días a flor masculina y femenina.

Los coeficientes de correlación genética y fenotípica se enlistan en los Cuadros 1A, 2A, 3A, 4A y 5A; por considerarse en este trabajo más importante la correlación de rendimiento de forraje con los otros caracteres agronómicos se citan en el Cuadro 9, donde se encuentra que solo las correlaciones con mala cobertura resultaron negativas, en los otros casos fueron positivas. La mayoría (92%) de las correlaciones fenotípicas resultaron altamente significativas al .01 de probabilidad.

En todos los casos la correlación fenotípica más alta fue con altura de planta, con altura de mazorca, mazorcas por cien plantas y número de hojas también se obtuvieron valores altos y consecuentemente importantes.

Las correlaciones genéticas fueron mayores a las fenotípicas en la mayoría de los casos, los valores más altos

Cuadro 8 . Coeficientes de variación genética (%) de nueve caracteres para los análisis de varianza por localidad, por densidad y el combinado durante 1984.

C a r a c t e r	Coeficientes de variación genética (%)				
	L ₁	L ₂	D ₁	D ₂	C
rendimiento de forraje - n materia seca (ton/ha)	15.51	16.69	12.21	14.98	13.8
ías a flor masculina	2.37	2.32	1.92	1.58	1.8
ías a flor femenina	2.44	.25	2.04	1.83	1.9
ltura de planta (cm)	8.02	7.53	6.87	7.13	6.9
ltura de mazorca (cm)	14.95	13.13	12.94	12.54	12.6
came de raíz (%)	7.66	34.76	10.63	16.37	10.3
came de tallo (%)	23.74	13.08	9.55	17.24	14.3
ala cobertura (%)	41.12	35.67	32.96	33.61	33.3
mazorcas x 100 plantas	9.49	11.21	9.18	7.37	8.2
úmero de hojas por - lanta	4.71				

1 Calaya, Gto.

2 Turreón, C. ah.

D₁ Densidad de 80,000 plts./ha.

D₂ Densidad de 120,000 plts./ha.

C Combinado

Cuadro 9. Coeficientes de correlación genética y fenotípica e rendimiento de forraje en materia seca (ton/ha) y otros caracteres agronómicos en base a los análisis de varianza y covarianza por localidad, por densidad y el combinado durante 1984.

Rendimiento con:	Coeficientes de correlación				
	L ₁	L ₂	D ₁	D ₂	C
Ías a flor masculina	0.463 ¹ 0.354**	0.352 0.274**	0.390 0.249**	0.696 0.331**	0.686 0.386
Ías a flor femenina	0.440 0.328**	0.326 0.250**	0.425 0.255**	0.549 0.288**	0.534 0.364
Altura de planta	0.586 0.529**	0.670 0.455**	0.489 0.412**	0.655 0.526**	0.588 0.522
Altura de mazorca	0.474 0.429**	0.432 0.388**	0.463 0.379**	0.480 0.396**	0.473 0.430
Carne de raíz	0.421 0.090**	0.285 0.167**	0.648 0.082**	0.747 0.211**	0.636 0.197
Carne de tallo	0.158 -0.035	0.470 0.098**	0.528 0.115**	0.147 0.055	0.320 0.107
Área cobertura	-0.043 -0.011	-0.273 -0.202**	-0.285 -0.147**	-0.186 -0.155**	-0.239 -0.174
Mazorcas x 100 plantas	0.295 0.285**	0.395 0.399**	0.193 0.336**	0.412 0.400**	0.264 0.327
Número de hojas por planta.	0.518 0.406**				

1 Calaya, Gto.

D₁ Densidad de 80,000 plts./ha.

2 Torreón, Coah.

D₂ Densidad de 120,000 plts./ha.

C Combinado

¹ La cantidad superior es la correlación genética y la inferior la correlación fenotípica.

se observa en la correlación entre rendimiento y acame de raíz, sin embargo con el antecedente de que en los análisis de varianza de acame de raíz los coeficientes de variación fueron muy elevados, dichas correlaciones deben de manejarse con reserva.

La correlación genética con altura de planta es la más consistente en todas las estimaciones, con altura de mazorca también se observan valores altos y que no varían por mucho entre las cinco estimaciones, con número de hojas la única estimación es de considerable importancia.

Con mala cobertura todas las estimaciones resultaron negativas.

En el Cuadro 10, se consigna la ganancia por ciclo esperada para el carácter rendimiento de forraje en materia seca, selección recurrente de líneas S₁ expresada en porcentaje respecto a la media observada en el ciclo cero para los cinco análisis de varianza.

También se indican las medias de rendimiento de forraje para el ciclo cero, que fue la observada y la media esperada al completar el primer ciclo de selección.

Cuadro 10. Ganancia por ciclo esperada mediante selección recurrente entre progenies S_1 para el caracter rendimiento de forraje en materia seca (ton/ha)

	MEDIA OBSERVADA Co	MEDIA ESPERADA Ci	GANANCIA ESPERADA EN % ¹
L ₁	13.213	16.497	24.86
L ₂	15.766	19.823	25.73
D ₁	12.567	14.503	15.41
D ₂	16.412	19.919	21.36
C	14.484	17.481	20.64

¹ calculada en base a la media del Co

L₁ = Celaya, Gto.

L₂ = Torreón, Coah.

D₁ = densidad de 80,000 plts/ha.

D₂ = densidad de 120,000 plts/ha.

C = combinado

5. DISCUSION

En el Cuadro 4, se observa que la fuente progenies dentro de grupo fue altamente significativa en las dos densidades para el caracter rendimiento de forraje y mazorcas por cien plantas, lo que significa verdaderas diferencias entre progenies en diferentes niveles de competencia.

Como previamente se señaló los valores de los cuadros medios respectivos son muy diferentes al comparar las densidades, lo cual nos puede indicar que las dos densidades nos discriminan en forma diferente las progenies evaluadas; así, es de esperarse que al evaluar rendimiento de forraje en densidad alta, este caracter tenderá a expresarse mejor y de esta forma se podrán seleccionar las progenies mas efectivamente.

Por el contrario para mazorcas por cien plantas la mejor selección se hará en una densidad baja que es donde se expresó mejor esta característica..

Rutger y Crowder (1967) observaron que el rendimiento de materia seca de forraje se incrementaba a medida que la densidad de plantas fue mayor, así mismo, también observaron que el porcentaje de grano en el forraje fue mayor en la densidad baja y tendió a disminuir a medida que la densidad aumentaba.

En este trabajo no se midió directamente el porcentaje de grano en el forraje, pero el carácter mazorcas por cien plantas nos puede dar una indicación de la cantidad de granos en el forraje, así se deduce que se obtuvieron los mismos resultados en ambos estudios; lo cual justifica la utilización de dos o más densidades de población, para hacer selección de progenie en forma más completa.

En el Cuadro 5, se detallan los resultados obtenidos en los análisis de varianza por localidad, al igual que el cuadro anterior donde se observa que la fuente progenies dentro de grupo fue significativa en la mayoría de los casos, lo que nos indica que existe variabilidad genética en todos los caracteres estudiados.

La interacción progenie por localidad fue significativa en rendimiento de forraje para las dos densidades, lo que nos indica que las progenies que se comportaron mejor en una localidad no necesariamente lo hicieron en la otra localidad.

Bajo el análisis combinado (Cuadro 6) observamos que localidades solo fue significativa para días a floración masculina y femenina, que densidades solo mostró significancia en acame de tallo, lo anterior es todo lo contrario a lo observado en los Cuadros 4 y 5 donde dichas fuentes mostraron significancia para la mayoría de los caracteres.

Si se observa a la interacción localidades por densidades se puede notar que fue significativa para la mayoría de los caracteres; entonces la falta de significancia para

localidades y densidades se puede explicar tomando en cuenta que las densidades y localidades se comportaron diferente, tomando como base cada análisis de varianza individual, pero que al correr el análisis combinado el comportamiento fue igual y la interacción localidades por densidad fue la fuente que capitalizó las significancias.

Es importante señalar que de cualquier forma es muy útil evaluar las progenies en el mayor número de ambientes posibles (localidades, densidades, año), ya que como lo postulan Dudley y Moll (1969) se tendrá una mejor estimación de varianza genética, ya que se eliminan los posibles sesgos causados por otras fuentes de variación, en este caso, localidades y densidades.

Progenies dentro de grupos fue altamente significativa en siete de las nueve características siendo no significativa solo en acame de tallo y acame de raíz. Lo anterior no permite emitir la conclusión de que existe bastante variabilidad genética factible de ser explotada en los caracteres medios, por lo que se augura tener éxito en el programa de mejoramiento iniciado en la población bajo estudio.

Las variables medidas en por ciento presentaron coeficientes de variación muy alto a pesar de que se analizaron utilizando la transformación; no obstante, se reportan pidiendo que se tomen con la reserva necesaria del caso.

Progenies por localidades, también tuvo el mismo comportamiento y solo en acme de tallo no fue significativa; lo que nos indica que las progenies superiores en una localidad

no fueron necesariamente las mejores en la otra localidad, es decir que las localidades son diferentes entre sí y la selección puede enfocarse por dos caminos; (1) llevar a cabo selección específica en cada región, y (2) seleccionar las progenies que tuvieron buen comportamiento en los dos lugares. La experiencia indica que el segundo camino es el más adecuado, ya que de este modo se podrá contar con materiales genéticos adaptables a las dos regiones.

Las estimaciones de heredabilidad son precisas, y en general de valores altos, lo que puede significar una buena conducción experimental. En el Cuadro 7, se observa que los estimados de heredabilidad son similares en los cinco análisis de varianza estudiados, y aunque existen algunas discrepancias, éstas no nulifican o pierden importancia si se toman en cuenta los errores estándar de los estimados. Con estos antecedentes la selección de los caracteres puede ser efectiva seleccionando en base al combinado o a cualquier localidad y a cualquier densidad. Donde se observa mayor discrepancia es en el rendimiento de forraje donde la heredabilidad para la densidad alta fue ($h^2 = 0.67 \pm 0.10$) y en la baja fue ($h^2 = 0.52 \pm 0.11$), por lo que sería más eficaz, seleccionar en base a la densidad alta. Los estimados de heredabilidad concuerdan con los reportados con Hallauer y Miranda (1981), con excepción de número de hojas y rendimiento de forraje que no se habían reportado en la literatura como tales. Solo se encontró el publicado por Geiger *et al.* (1985), quienes dan a conocer heredabilidades con valores altos para contenido de materia se-

ca en la mazorca y contenido de materia seca en el follaje.

Los coeficientes de correlación entre rendimiento de forraje y las otras características se muestran en el Cuadro 9, y también tuvieron un comportamiento similar en los cinco análisis de varianza, las correlaciones fenotípicas más altas correspondieron en este orden a altura de planta, altura de mazorca, número de hojas, días a floración masculina y femenina, y a mazorcas por cien plantas; en las correlaciones genéticas también se observa un patrón igual en cuanto a la magnitud del valor de la correlación.

Lo anterior nos permite concluir que la importancia de cada carácter en el rendimiento de forraje será de acuerdo a la magnitud de su correlación, así altura de planta, altura de mazorca y número de hojas son determinantes para incrementar la producción de forraje, en menor escala están días a floración y mazorcas por cien plantas, cabe hacer notar que mazorcas por cien plantas es un carácter importante para la calidad nutritiva del forraje, por lo que se deberá tomar muy en cuenta al efectuar la selección de progenies.

La correlación negativa entre rendimiento de forraje y mala cobertura, es favorable para esta investigación, ya que al seleccionar para incrementar el rendimiento de forraje la mala cobertura tenderá a reducirse.

Según Hallauer y Miranda (1981) muchos investigadores utilizan el coeficiente de variación genética para determinar la variabilidad genética existente para determinado carácter, en este trabajo también se estimaron con el mismo fin en el -

Cuadro 8, se detallan los resultados de este cálculo.

Burton (1952) argumenta que dicho coeficiente proporciona confiabilidad de la variación que se va a efectuar, es decir que si el coeficiente de selección se multiplica por k que es el diferencial de selección estandarizado obtendremos el valor correspondiente a la mayor ganancia genética esperada que en el caso del combinado fue 24.17 por ciento.

Con respecto a la ganancia genética esperada, se -- aprecian valores altos para todos los criterios de clasificación, de aquí se puede observar que es mejor seleccionar para rendimiento de forraje en la densidad alta donde se obtiene mayor ganancia que en la densidad baja. En el combinado se obtuvo una ganancia de 20.64 por ciento que puede indicar que si se mantiene la misma ganancia en cinco ciclos se podrá duplicar el rendimiento de forraje, predicción por lo más -- alentadora.

6. CONCLUSIONES

En base a los resultados y discusión de este trabajo se deducen las siguientes conclusiones:

En los caracteres agronómicos estudiados, existe suficiente variabilidad genética factible de ser explotada en el programa de mejoramiento genético iniciado.

Las estimaciones de heredabilidad fueron precisas y de valores altos, para la mayoría de los caracteres, lo que permite concluir que la conducción de los experimentos y los ambientes fueron los adecuados y además que se espera que la selección efectuada sea efectiva.

La heredabilidad para rendimiento de forraje en materia seca (ton./ha.) resultó con un valor de ($r^2 = 0.73 \pm 0.10$).

Los caracteres más estrechamente relacionados con el rendimiento final de forraje fueron: altura de planta, altura de mazorca y número de hojas, y en menor escala días a floración masculina y femenina y mazorcas por cien plantas; este último se recomienda considerarlo como de primer importancia en la selección, ya que es determinante en la calidad nutritiva del forraje.

La ganancia genética esperada al completar un ciclo de selección recurrente entre progenies S_1 para el carácter rendimiento de forraje en materia seca será un 20.64 por cien.

to y que de mantenerse dicha ganancia en cinco ciclos de selección se duplicará el rendimiento de forraje.

El potencial para mejorar una población de maíz para rendimiento de forraje es muy promisorio. No obstante, sería de utilidad investigar más caracteres agronómicos que pudieran influir en rendimiento de forraje como vigor germinativo resistencia a enfermedades e insectos, etc., además investigar la variabilidad genética en los caracteres de calidad forrajera como contenido de proteína, lignina, fibras, grasa, digestibilidad de materia seca y determinar el grado de asociación con los caracteres agronómicos.

7. RESUMEN

El propósito del presente trabajo de tesis, fue el -
e evaluar progenies S_1 *per se* para rendimiento de forraje y
stimar parámetros genéticos de caracteres agronómicos rela-
ionados con rendimiento de forraje en maíz.

La evaluación se llevó a cabo durante 1984 en Celaya, Gto. y Torreón, Coah., donde se evaluaron 231 progenies
1 en dos densidades de siembra 80 y 120,000 plantas por hec-
área utilizando un diseño de bloques incompletos al azar.

Los caracteres medios fueron, número de hojas, días
floración masculina y femenina, altura de planta y mazorca,
a, acame de raíz y tallo, mala cobertura, mazorcas por cien
lantas y rendimiento de forraje en materia seca.

En todos los análisis efectuados se obtuvo signifi-
ancia al uno por ciento de probabilidad entre progenies S_1 ,
n la mayoría de las variables medidas; progenies por locali-
ades, también fue de importancia. La heredabilidad calcula-
a para rendimiento de forraje correspondió a ($h^2 = 0.73 \pm$
.10) que es alta.

Los caracteres más asociados con rendimiento de forraje
e fueron, altura de planta, altura de mazorca y número de -
ojas, siguiendo días a floración y mazorcas por cien plan-
as.

La ganancia genética esperada al completar un ciclo - de selección recurrente entre líneas S₁ para rendimiento de forraje será 20.64 por ciento.

No obstante, que el potencial para mejorar genéticamente un maíz forrajero es bueno, se recomienda seguir investigando en otros caracteres agronómicos que tengan relación con la producción de forraje y también en los caracteres que determinan su calidad y medir el grado de asociación con los caracteres agronómicos.

8. LITERATURA CITADA

- Aldrich, S.R. y E.R. Leng. 1974. Producción moderna del - -
maíz. Traducción al Español por el Ing. José Luis -
de la Loma. C.E.C.S.A. México. p 678, 740-741.
- Alvarez G., I. 1984. Estimación de parámetros genéticos en
un sintético de maíz del Trópico Seco Mexicano. Te-
sis. Maestría Especialidad Fitomejoramiento. UAAAN.
Buenavista, Saltillo, Coah., México.
- Burton, G.W. 1952. Quantitative inherance in grasses. Pro-
ceedings of the sixth international grassland con--
gres. Vol. I:277-283. In H.W. Johnson *et al.* (1955)
Estimates of genetic and environmental variability -
in soybeans. Agron. J. 47:314-318.
- Burton, J.W.; L.H. Penny; A.R. Hallauer and S.A. Eberhart.
1971. Evaluation of synthetic populations developed
from a maize variety (BSK) by two methods of recu- -
rrent selection. Crop Sci. 11(3):361-365. United -
States of America.
- Carangal, V.R.; S.M. Ali; A.F. Koble; E.H. Rinke and J.C. --
Sentz. 1971. Comparison of S₁ with testcross evaluau
tion for recurrent selection in maize. Crop Sci. 11
(9):658-661. United States of America.
- Dudley, J.W. and R.H. Moll. 1969. Interpretation and use of
estimates of heritability and genetic variances in -
plant breeding. Crop Sci. 9(3):257-262. United Stau
tes of America.
- El-Tekriti, R.A.; V.L. Lechtenberg; L.F. Barman and V.F. Co-
lenbrader. 1976. Structural composition and vitro -

dry matter disappearance of brow midrib corn residue
Crop Sci. 16(3):387-389. United States of America.

Empig, J.T.; C.O. Gardner and W.A. Compton. 1972. Theoretical gains for different population improvement procedures. Nebraska Agric. Exp. Stn. Buld MP 26 (revised).

Geiger, H.H.; A.E. Melchinger and G.A. Schmidt. 1985. Analysis of factorial crosses between flint and dent inbred lines with regard to performance and quality traits in silage maize. Breeding for silage maize. 13th Congress of the Maize and Sorghum section of Eucarpia. Book of Abstracts. p. 16. Wageningen, Netherlands.

Genter, C.F. and M.W. Alexander. 1962. Comparative performance of S_1 progenies and testcrosses of corn. Crop Sci. 2(6):516-519. United States of America.

Genter, C.F. and M.W. Alexander. 1966. Development and selection of productive S_1 inbred lines of corn (*Zea mays* L.). Crop Sci. 6(5):429-431. United States of America.

Hallauer, A.R. and J.B. Miranda, Fo. 1981. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University Press/Ames. p. 89-91, 118-150. United States of America.

Hughes, H.D.; M.E. Heath y D.S. Metcalfe. 1966. Forrajes. 2a. Traducción al Español por el Ing. José Luis de la Loma. C.E.C.S.A. México. pp. 678, 740-741.

Hunter, R.B. 1985. Selecting hybrids for silage maize production--acanadian experience. Breeding of silage maize. 13th Congress of the Maize and Sorghum section of Eucarpia. Book of Abstracts. p. 15. Wageningen Netherlands..

- Jinahyon, S. and W.A. Russell. 1969. Evaluation of recurrent selection in an open-pollinated variety of maize. Iowa State J. Sci. 43:229-237. United States of America.
- Jugenheimer, R.W. 1976. Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Traducción al español por Rodolfo Piña García. 1a. Ed. Limusa. México. pp. 39-297.
- Lonnquist, J.H. and M. Castro G. 1967. Relation of intrapopulation genetic effects to performance of S₁ lines of Maize Crop Sci. 7(4):361-364. United States of America.
- Lothrop, J.E. 1985. Breeding for improved husk cover in tropical maize. Sin publicar (original).
- Martin, M.J. and W.A. Russell. 1984. Response of a maize - synthetic to recurrent selection for stalk quality. Crop Sci. 24(2):331-337. United States of America.
- Miller, J.E. and J.L. Gradelmann. 1983. Effect of the brow midrib-3 allele on early vigor and growth rate of maize. Crop Sci. 23(3):510-513. United States of America.
- Miller, J.E. and G.C. Marten. 1983. Effect of the brow midrib-3 allele on maize silage quality and yield. Crop Sci. 11(3):413-415. United States of America.
- Muller, L.D.; R.F. Bernes; L.F. Bauman and V.F. Colenbrande. 1971. Variations in lignin and other structural components of brown midrib mutants of maize. Crop Sci. 11(3):413-415. United States of America.
- Nesticky, M. and J. Huska. 1985. Study of stalk strength in brow midrib maize. Breeding of silage maize. 13th Congress of the Maize and Sorghum section of Eucarpia

- Obilana, A.T. and A.R. Hallauer. 1974. Estimation of variability of quantitative traits in BSSS by using unselected maize inbred lines. *Crop Sci.* 14(1):99-103. United States of America.
- Penny, L.H.; G.E. Scott and W.D. Guthrie. 1967. Recurrent selection for european corn borer resistance in maize. *Crop Sci.* 7(5):407-409. United States of America.
- Pinter, L. 1985. Ideal type of forage maize hybrid (*Zea mays* L.). Breeding of silage maize. 13th Congress of the maize and sorghum section of Eucarpia. Book of Abstracts. p. 12. Wageningen, Netherlands.
- Robinson, F.H. y C.C. Cocherham. 1965. Estimación de parámetros genéticos. *Fitotecnia Latinoamericana* 5:25-28
- Roth, L.S.; G.C. Marten; W.A. Compton and D.D. Stuthman. 1967. Genetic variation of quality traits in maize (*Zea mays* L.) forage. *Crop Sci.* 10(4):365-367. United States of America.
- Rutger, J.N. and L.V. Corwder. 1967. Effect of high density on silage and grain yields of six corn hybrids. *Crop Sci.* 7(3):182-184. United States of America.
- S therthwaite, F.E. 1946. An approximate distribution of estimates of variance components. *Biometrics Bulletin* 2:110-114.
- Struik, P.C. 1984. And ideotype of forage maize for northw Europe. Synopsis. *Neth. J. Agric. Sci.* 32:145-147
- Tomov, N. and N. Simsonov. 1985. Study on the possibilities of intersubspecies hybridization for improvement of silage maize. Breeding of silage maize. 13 th Congress of the maize and sorghum section of Eucarpia. Book of Abstracts. p. 34 Wageningen, Netherlands.

Williams, J.C.; L.H. Penny and G.F. Sprague. 1965. Full- and half-sib estimates of genetic variance in an open-pollinated variety of corn. *Crop Sci.* 5(2): 125-129. United States of America.

Wolff, F. de 1985. The dry matter content of the stover a selection criterion for silage maize. Breeding of silage maize. 13th Congress of the maize and sorghum section of Eucarpia. Book of Abstracts. p. 14. Wageningen, Netherlands.

9. APENDICE

Cuadro 1A. Coeficientes de correlación genética y fenotípica diez características agronómicas a través de dos edades de siembra para la localidad de Celaya, Gto durante 1954.

	Rendimiento de - forraje (ton/ha)	Días a flor masculina.	Días a flor femenina.
Rendimiento de forraje (ton/ha.)		0.463	0.440
Días a floración masculina.	0.354**		0.966
Días a floración femenina.	0.328**	0.961**	
Altura de planta (cm)	0.529**	0.308**	0.296**
Altura de mazorca (cm)	0.429**	0.434**	0.370**
Acame de raíz (%)	0.090**	0.055	0.071*
Acame de tallo (%)	0.035	0.065*	0.064*
Mala cobertura (%)	-0.011	0.039	-0.010
Mazorcas x 100 plantas	0.285**	0.303**	0.234**
No. de hojas por planta	0.406**	0.424**	0.424**

*, ** Significancia al .05 y .01 de probabilidad, respectivamente.

n = 924

Altura de - planta (cm)	Altura de -- mazorca (cm)	Acame de raíz (%)	Acame de tallo (%)	Mala cober- tura (%)	Mazorca 100 pl
0.586	0.474	0.421	0.158	-0.043	0.2
0.134	0.182	0.352	0.151	0.066	0.4
0.404	0.484	0.442	0.174	0.013	0.3
	0.781	0.343	0.408	-0.047	0.1
0.751**		0.058	0.255	0.034	0.3
0.037	0.031		1.189	0.002	-0.7
0.217**	0.156**	0.103**		-0.091	0.0
0.027	0.038	0.010	-0.085**		0.1
0.122**	0.258**	-0.080**	-0.039	0.093**	
0.367**	0.435**	-0.060	0.050	0.102**	0.2

cuadro 2A . Coeficientes de correlación genética y fenotípica e nueve características agronómicas a través de dos fechas de siembra para la localidad de Torreón, Coahuila durante 1984.

	Rendimiento de - forraje (ton/ha)	Días a flor masculina	Días a femenina
Rendimiento de forraje (ton/ha)		0.352	0.32
Días a floración masculina	0.274**		0.98
Días a floración femenina	0.256**	0.980**	
Altura de planta (cm)	0.455**	0.099**	0.08
Altura de mazorca (cm)	0.388**	0.165**	0.14
Carne de raíz (%)	0.167**	0.083**	0.08
Carne de tallo (%)	0.098**	-0.035	-0.05
Ala cobertura (%)	-0.202**	-0.284**	-0.25
Mazorcas x 100 plantas	0.399**	0.016	-0.01

** Significancia al .05 y .01 de probabilidad, respectivamente.
n = 924

Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Acame de raíz (%)	Acame de tallo (%)	Mala cobertura (%)	Mazorcas x 100 plantas
0.500	0.432	0.285	0.470	-0.273	0.395
0.148	0.221	0.154	-0.139	-0.350	0.034
0.134	0.193	0.157	-0.219	-0.317	0.009
	0.756	0.434	0.597	0.069	0.230
0.742**		0.422	0.704	-0.101	0.220
0.277**	0.278**		0.902	-0.049	0.050
0.140**	0.179**	0.102**		-0.101	-0.189
0.058	-0.089**	-0.019	-0.056		-0.128
0.191**	0.192**	0.021	-0.058	-0.071*	

Cuadro 3A. Coeficientes de correlación genética y fenotípica entre nueve características agronómicas a través de dos localidades para la densidad de siembra 80,000 plts./ha. durante 1984.

	Rendimiento de forraje - en materia seca (ton/ha)	Días a flor masculina
Rendimiento de forraje - en materia seca (ton/ha)		0.390
Días a flor masculina	0.249**	
Días a flor femenina	0.255**	0.968**
Altura de planta (cm)	0.412**	0.133**
Altura de mazorca (cm)	0.379**	0.270**
Acame de raíz (%)	0.082**	0.010
Acame de tallo (%)	0.570**	-0.056
Hoja cobertura (%)	0.147**	-0.154**
Mazorcas x 100 plantas	0.336**	0.083**

** Significativo al .05 y .01 de probabilidad, respectivamente.
n = 924

Días a flor femenina	Altura de - planta (cm)	Altura de -- mazorca (cm)	Acame de raíz (%)	Acame de tallo (%)	Mala co- - bertura (%)	1
0.425	0.489	0.463	0.648	0.528	-0.285	
1.006	0.184	0.339	0.151	-0.286	-0.220	
	0.250	0.339	0.110	-0.311	-0.208	
0.146**		0.745	0.191	0.704	-0.217	
0.255**	0.730**		1.026	0.984	-0.149	
0.015	0.171**	0.168**		3.498	0.489	
-0.081*	0.145**	0.186**	0.054		0.281	
-0.155**	-0.114**	-0.090**	0.033	0.012		
0.064*	0.052	0.095**	-0.006	0.039	-0.024	

Cuadro 4A. Coeficientes de correlación genética y fenotípica entre nueve características agronómicas a través de dos localidades para la densidad de siembra de 120,000 plts./ha. durante 1984.

	Rendimiento de forraje - en materia seca (ton/ha)	Días a flor masculina
Rendimiento de forraje - en materia seca (ton/ha)		0.686
Días a flor masculina	0.386**	
Días a flor femenina	0.364**	0.976**
Altura de planta (cm)	0.043	0.239**
Altura de mazorca (cm)	0.430**	0.346**
Acame de raíz (%)	0.197**	0.112**
Acame de tallo (%)	0.107**	0.044
Área cobertura (%)	-0.174**	-0.123**
Mazorcas x 100 plantas	0.327**	0.176**

*,** Significativo al .05 y .01 de probabilidad, respectivamente.
n = 924

Índice a flor abundancia	Altura de - planta (cm)	Altura de - mazorca (cm)	Acumulado de raíz (%)	Acumulado de tallos (%)	Mala co- bertura (%)	
0.534	0.588	0.473	0.836	0.320	--0.239	0
1.209	0.348	0.511	0.882	0.882	--0.172	0
	0.295	0.362	0.729	0.134	--0.142	0
0.236**		0.763	1.480	0.636	--0.141	0
0.300**	0.753**		1.196	0.581	--0.101	0
0.114**	0.315**	0.288**		2.385	0.112	0
0.039	0.249**	0.229**	0.214**		0.068	0
-0.129**	--0.082**	--0.063*	--0.001	--0.062*		0
0.126**	0.015	0.232**	0.076**	0.002	--0.052	

Cuadro 5A. Coeficientes de correlación genética y fenotípica entre nueve caracteres agronómicos a través de -- dos localidades y dos densidades en base al análisis combinado durante 1984.

	Rendimiento de forraje - en materia seca (ton/ha)	Días a flor masculina.
Rendimiento de forraje - en materia seca (ton/ha)		0.686
Días a flor masculina	0.366**	
Días a flor femenina	0.364**	0.976**
Altura de planta (cm)	0.522**	0.239**
Altura de mazorca (cm)	0.430**	0.346**
Acame de raíz (%)	0.197**	0.112**
Acame de tallo (%)	0.107**	0.104**
Mala cobertura (%)	-0.174**	-0.123**
Mazorcas x 100 plantas	0.327**	0.176**

*,** Significativo al .05 y .01 de probabilidad, respectivamente.
n = 1947

Días a flor femenina.	Altura de - planta (cm)	Altura de -- mazorca (cm)	Acame de raíz (%)	Acame de tallo (%)	Mala co- - bertura (%)
0.534	0.588	0.150	0.836	0.320	--0.239
1.209	0.348	0.511	0.882	0.181	--0.172
	0.295	0.362	0.729	0.134	--0.142
0.236**		0.763	1.480	0.636	--0.141
0.300**	0.753**		1.196	0.581	--0.101
0.114**	0.315**	0.286**		2.885	0.112
0.039	0.248**	0.229**	0.214**		--0.068
-0.129**	-0.082**	-0.063*	-0.001	-0.062*	
0.126**	0.175**	0.232**	0.076**	0.002	--0.053

U. A. A. A. B.