

COMPARACIÓN AGRONÓMICA DE MAICES DE ALTO RENDIMIENTO EN DIFERENTES ARREGLOS DE SIEMBRA

SERGIO ALVARADO MATA

TESIS

**Presentada como requisito parcial
para obtener el grado de Maestro en Ciencias
en Producción Agronómica**



**Universidad Autónoma Agraria
"Antonio Narro"
Unidad Laguna
Programa de Graduados.
Torreón Coahuila Junio del 2001**

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

TESIS

POR
SERGIO ALVARADO MATA

Elaborada bajo la supervisión del comité Particular de Asesoría y aprobada como
Requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN PRODUCCIÓN AGRONÓMICA

COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA

Asesor principal

Dr. Emiliano Gutiérrez del Río

Asesor

MC. José Jaime Lozano García

Asesor

PhD. Vicente Hernández Hernández

Asesor

MC. Claudio Godoy Ávila

Dr. Raúl Villegas Vizcaino
Jefe del Departamento de Postgrado

Dr. Ramiro López Trujillo
Subdirector del Postgrado

Torreón Coahuila junio del 2001

DEDICATORIAS

A Dios:

Por haberme dado la existencia y enseñarme
El camino para concluir mis estudios
Maestría

A mi madre y a mi padre
que desde el cielo me están
apoyando con sus rezos y sus
bendiciones

A mi esposa "mayer"
por su comprensión
y por su paciencia

A mis hijos

violeta, sergio y joselyne
por soportar estos últimos dos años
de mucha tensión

A mis hermanos:

Héctor, Martha, Rubén
esperanza, gloria, dolores,
violeta, Elizabeth, Juan Antonio
por su motivación incondicional

A mi "alma terra mater"
por darme la oportunidad
de una superación personal

A mis maestros por
Brindarme sus valiosos
Conocimientos

A mi sobrino Héctor por su
apoyo desinteresado e incondicional
durante el transcurso de la Maestría

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Emiliano Gutiérrez del Río por su dirección, revisión colaboración y revisión del presente trabajo, así como por su apoyo desinteresado e incondicional.

Al MC. José Jaime Lozano García por sus consejos y observaciones para la realización del presente trabajo

Al PhD. Vicente Hernández Hernández por su valiosa colaboración en las revisiones del presente trabajo

Al MC. Claudio Godoy Ávila por su orientación y revisión del presente trabajo

Al MC. Armando Espinoza Banda por su magnífica motivación y orientación durante el transcurso de mis estudios de Maestría.

Al PhD. Arturo Palomo Gil por su valiosa ayuda, orientación y corrección del presente estudio.

Al MC. Alejandro Moreno Resendez por su valiosa disposición en la revisión y corrección del presente trabajo

A mis compañeros **Lucero, Marcia, Norma, Lalo, Efraín** por su gran ayuda dentro y fuera del salón de clases.

A la **Sra. Esther Peña** por su ayuda durante el transcurso de la Maestría.

Al Sr. Martín Tapia (Finado) por su valiosa colaboración en el cuidado de las parcelas

¡ A TODOS ELLOS MUCHAS GRACIAS!

RESUMEN

COMPARACIÓN AGRONÓMICA DE MAICES DE ALTO RENDIMIENTO EN DIFERENTES ARREGLOS DE SIEMBRA

**Por
SERGIO ALVARADO MATA**

MAESTRIA

PRODUCCIÓN AGRONOMICA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

TORREÓN COAHUILA JUNIO DEL 2001

DR. Emiliano Gutiérrez del Río - Asesor

Palabras Clave: Arreglos de Siembra, Genotipos

El presente estudio se diseñó con el objeto de evaluar nueve genotipos de maíz de alto rendimiento en cuatro arreglos de siembra diferentes uno de otro, buscando cual de ellos presentaba los mejores resultados en la producción. Los genotipos evaluados seis son propiedad de empresas semilleras establecidas en la Comarca Lagunera, y tres son de la UAAAN UL, constituidos genéticamente por nueve híbridos y una variedad evaluados en dos localidades de la comarca lagunera : San Pedro de las Colonias Coahuila (El Retiro) y Torreón Coahuila (UAAAN UL). Los genotipos Fueron sembrados en arreglos de una planta cada 20 cm, dos plantas cada 40 cm, tres plantas cada 60 cm y cuatro plantas cada 80 cm , con una distancia entre hileras de 60 cm. se

considero una densidad de 66,000 plantas/hectárea . para todos los arreglos, usando un arreglo factorial en bloques al azar con dos repeticiones, cuya parcela experimental consistió de cuatro surcos de cinco metros de largo, en donde la parcela útil fue de dos surcos centrales. Las características que se evaluaron fueron rendimiento (REN), diámetro de Mazorca (DM), índice de área foliar (IAF), días a floración femenina (FF), Días a floración masculina (FM), Índice de cosecha(IC), altura de planta (AP), altura de mazorca (AM), y peso volumétrico (PV).

Los análisis estadísticos mostraron que para localidades y genotipos la mayoría de las características evaluadas fueron significativas, no así para las interacciones que resultaron no significativas, a excepción de la significancia de interacción genotipo por arreglo en días a floración. No se encontró respuesta a los arreglos en los distintos genotipos, sobresaliendo en rendimiento por constitución genética los híbridos A-7573, C-908 Y ALCE con producciones de 15,325 14,624 Y 13496 Kg/ha. La colocación de mas de una planta por mata o golpe no afecto el comportamiento de las características agronómicas de los genotipos en los diversos ambientes, mostrada en la falta de significancia en las interacciones.

SUMMARY

PERFORMANCE OF HIGH YIELDING CORN GENOTYPES AT DIFFERENT LOCATIONS AND PLANTING METHODS

By

SERGIO ALVARADO MATA

MASTER IN SCIENCE

AGRONOMIC PRODUCTION

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

TORREÓN COAHUILA JUNIO DEL 2001

DR. Emiliano Gutiérrez del Río - advisor

Index Words: planting methods, Genotypes

SUMMARY

The objective of this work was to know the performance of eight corn hybrids and a variety on four planting methods and two locations (San Pedro, Coah., and Torreón, Coah.). six of the hybrids are property of commercial companies and the other three genotypes are of the UAAAN-UL. A different distance and number of plants within the row gave the planting methods: 1). A plant every 20-cm. 2).

Two plants every 40-cm. 3). Three plants every 60-cm and 4). Four plants every 80-cm. The planting was given at a row width of 60-cm. At all planting methods the plant density was 65,000 plants ha⁻¹. At a factorial arrangement the treatments were located at a randomized complete block design with two replications. Variables measured were grain yield (GY), ear diameter (ED), leaf area index (LAI), days to male flowering (DMF), days to female flowering (DFF), harvest index (HI), plant height (PH), ear height (EH), and volumetric weight (VW). The analysis of variance showed significant differences among locations and genotypes for almost all variables. Harvest index was the only variable affected by planting method. Days to flowering planting methods x genotype interaction were the unique significant interactions. There were not planting methods effects. Grain yields at the Torreón location were highest than the grain yields obtained at San Pedro location. A-7573, C-908 and ALCE, with grain yields of 15,325, 14,624 and 13,496 kg-ha⁻¹ respectively, were the best yielding genotypes.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS	xi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Arreglo de siembra.....	4
2.2. Producción.....	5
2.3. Índice de Área Foliar.....	6
2.4. Índice de Cosecha.....	7
2.5. Interacción Genotipo-Ambiente.....	8
3. MATERIALES Y METODOS.....	9
3.1 Área de Trabajo.....	9
3.2 Materiales Evaluados.....	9
3.3 Diseño Experimental.....	10
3.4 Manejo del Lote Experimental.....	11
3.4.1 Preparación del Terreno	11
3.4.2 Siembra.....	11
3.4.3 Fertilización.....	11
3.4.4 Labores Culturales.....	12
3.4.5 Combate de Plagas.....	12
3.4.6 Variables Evaluadas.....	12

3.5	Análisis Estadísticos	13
3.6	Modelo Estadístico	14-15
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16-22
5.	CONCLUSIONES.....	23-24
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	25-27

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
3.1 Nombre del genotipo, origen y tipo de híbrido de maíz.....	10
4.1 Variables evaluadas y significancia estadística.....	17
4.2 Comparación de medias de los valores significativos de las variables evaluadas en las localidades de la UAAAN UL, y San Pedro utilizando DMS con una alfa de 0.5.....	18
4.3 Comparación de medias de los valores significativos de las variables evaluadas para cada uno de los genotipos utilizando DMS. Con una alfa de 0.5.....	19
4.4 Comparación de medias de los valores significativos de la variable rendimiento en localidad por genotipo utilizando DMS con una alfa de 0.5.....	20
4.5 Comparación de medias de los valores significativos de la variable diámetro de mazorca por arreglo utilizando DMS con una alfa del .50.....	21
4.6 Comparación de medias de los valores significativos de la variable floración femenina y floración masculina de localidad por arreglo en DDS utilizando DMS con una alfa del .05.....	22

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del maíz actualmente ocupa el tercer lugar como alimento a nivel mundial, lo cual se comprende considerando que en el periodo 1998-1999 alcanzó una producción anual que sobrepasó los 500 millones de toneladas. Estados Unidos encabeza la lista de los países productores, con un 38% de la producción mundial, seguido de China (21%), Brasil (7%), México (3%) y Francia (2%)., Estimándose que para los años de 1999-2000 se obtengan 591.84 millones de toneladas. Además el maíz todavía hoy constituye la base de la seguridad alimenticia de muchas comunidades de Latinoamérica y África. En el ámbito nacional en 1998 se produjeron 16,420,118 toneladas de maíz, en una superficie de 8,487,705 hectáreas, con un rendimiento promedio de 1.93 tonelada por hectárea, mientras que en la Comarca Lagunera en el ciclo de producción primavera-verano 1988 se establecieron 26,131. hectáreas en donde el sector social participa con un 59 % de la superficie, obteniéndose rendimientos promedio de 3.44 toneladas por hectárea en la superficie regada por bombeo, de 3.2 toneladas por hectárea en la superficie regada por gravedad y 1.5 toneladas por hectárea en siembras de temporal; el sector privado participa con un 41 % de la superficie obteniendo rendimientos promedios de 4.5 toneladas por hectárea con riego por bombeo, de 2.73 toneladas por hectárea en riego por gravedad, y de 0.77 toneladas por hectárea en temporal.(SAGAR 1999). Entre ambos sectores produjeron un rendimiento total de 34,461.00 toneladas en las que se obtuvo un rendimiento promedio de 2.05 toneladas por hectárea considerando temporal y riego. (SAGAR, 1998). El rendimiento experimental de maíz es de 18 toneladas por hectárea de modo que al compararlo con los promedios mencionados anteriormente, es fácil entender que la producción del cultivo es extremadamente baja, tanto en el ámbito nacional como en el ámbito regional, por lo que se deben de buscar alternativas de solución para incrementar los rendimientos.

La problemática de producción del maíz radica en los factores que afectan el rendimiento como escasez de agua, plagas y enfermedades, variedades de ciclo largo, falta de variedades e híbridos con alto potencial de rendimiento adaptados a la Comarca Lagunera, arreglo de siembra para una máxima asimilación de luz, tipos de suelos y fertilización adecuada y oportuna, lo cual se refleja en una baja producción tanto de grano como de forraje y en una reducción de las ganancias del productor

En el presente trabajo se establecieron cuatro arreglos de siembra, y nueve genotipos de maíz de diferente constitución genética, donde se busca evaluar una serie de variables relacionadas con los componentes de rendimiento, que permita tener una respuesta clara de las bondades o defectos de cada uno de los tipos de arreglos con respecto a la producción.

OBJETIVOS

- 1.- Determinar el mejor arreglo de siembra para nueve genotipos de maíz
- 2.- Determinar las características morfológicas responsables de las posibles diferencias en el rendimiento de maíz grano.

HIPÓTESIS

Ho: No existe diferencia en rendimiento entre los nueve genotipos de maíz cuando se someten a diferentes arreglos de siembra.

Ha: Los genotipos de maíz difieren en su potencial productivo en respuesta al arreglo de siembra y a la localidad.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Arreglo de siembra

Donald (1963) estableció que los modelos de siembra de cultivos tendrían que buscar una distribución uniforme en el terreno y que el uso de surcos estrechos sería una parte de dicha tendencia.

El arreglo de las plantas sobre la superficie del terreno, la arquitectura de la planta y la densidad de siembra, influyen en la distribución y la cantidad de radiación solar interceptada (Evans, Ottman y Welch, 1989), por tal razón es pertinente conocer la población de plantas y el arreglo de plantas que permita hacer mas eficiente la captación de luz y que además interacione positivamente con los niveles de humedad.

El uso de surcos estrechos y el incremento en la densidad de población son una alternativa para incrementar los rendimientos tal y como ha sido reportado para varios cultivos (Gaytan y Reta, 1988, Isasy y Busto 1985, Grifford *et al.* , 1984.).

Reta *et al.* (1993) reportan que las siembras en surcos estrechos (60 cm.) y surcos dobles (80-90 cm) superan en un 4.7 porciento el rendimiento de maíz grano del sistema de siembra tradicional.

Gardner *et al.* (1990), Afirman que muchas prácticas agronómicas, tales como fertilización, altas densidades de plantas y arreglos de siembra para una mejor

distribución espacial de las plantas (surcos angostos) se utilizan para acelerar la cubierta vegetal e incrementar la intercepción de luz.

Producción

Enríquez (1996), menciona, que la producción agropecuaria en todas sus facetas se basa en el crecimiento, el cuál se encuentra condicionado por la síntesis de productos, y es en ese proceso en donde se presentan dentro de todos los organismos una serie de interacciones entre reacciones bioquímicas y secuencias metabólicas que condicionan el fenómeno

Considerando que el crecimiento, desarrollo y producción de una planta depende de su actividad fisiológica y esta a su vez dependen de interacciones complejas entre el estado de la planta, estado de la atmósfera circundante y la propia naturaleza de los mecanismos o procesos fisiológicos y físicos, solo a través del entendimiento de las respuestas fenológicas y fisiológicas de los cultivos al ambiente físico, y de las interacciones genotipo ambiente, se podrá contribuir a mejorar la eficiencia del proceso productivo de las plantas y de su mejoramiento genético. (Livera, 1992).

El incremento en el rendimiento de maíz en las últimas décadas, se ha logrado en gran parte a una combinación adecuada de tres factores: tipo de planta, densidad de siembra y la distribución de las plantas sobre la superficie del terreno; utilizando genotipos con una mayor tolerancia a altas densidades de población; (Carlone y Russel 1987)

Índice de Área Foliar

El índice de área foliar (IAF) especifica el tamaño del aparato asimilatorio que un cultivo tiene por unidad de superficie de suelo, este factor puede ser alterado por prácticas de manejo como son la densidad de plantas, la fertilización y los riegos. La mayor eficiencia productora se obtiene en un IAF óptimo el cual depende del cultivo, la arquitectura de la planta y arreglo de siembra. (Langer y Hill 1987).

Puesto que la radiación se esparce sobre la superficie de la tierra, el IAF es una medida aproximada del área foliar por unidad disponible para la captura de la radiación. (Gardner et al. 1990).

Wells (1991), afirma que en soya el espaciamiento entre plantas afecta el área foliar, la intercepción de luz y la fotosíntesis aparente. Este investigador en los años 1988 y 1989 evaluó dos densidades de población en surcos a 0.96 m y 0.43 m de amplitud en Clayton, Carolina del Norte. Encontró que la fotosíntesis aparente (FA), fue mayor en los surcos a 0.43 m en 1988 al inicio del crecimiento, no así en el ensayo de 1989, lo cual se debió a una reducida intercepción de luz. Así mismo encontró una relación lineal entre FA y la intercepción de luz antes de la cobertura total del follaje, en tanto la relación del IAF y la FA fue curvilínea. Observó que después de que ocurrió la cobertura total del cultivo la intercepción de la luz no declinó proporcionalmente con la pérdida del área foliar, indicando que la absorción no estuvo involucrada.

Al inicio, el área foliar tiene una tasa exponencial de desarrollo, pues a medida que se generan más hojas, se intercepta más luz, pero como el área foliar al inicio es pequeña, una porción importante de intercepción de luz se pierde o no es capturada por el

follaje. Al final de la floración, el área foliar se ha desarrollado en su totalidad, por lo que el objetivo de las practicas culturales es maximizar la fotosíntesis por la intercepción total o casi total de la radiación solar.(Gardner et al.1990).

Índice de Cosecha

Singh y Stoskopf (1971), indican que el índice de cosecha (IC), en el caso de maíz, es la relación, expresada en porcentaje, entre el peso seco del grano y el peso seco total, o sea: rendimiento económico/rendimiento biológicox 100. Debido a que el rendimiento económico es solamente una fracción de la materia seca total producida por la planta, el IC es una forma útil para medir la eficiencia de las plantas. El rendimiento económico ha sido clasificado como un carácter cuantitativo complejo, cuya expresión depende del funcionamiento y de la interacción de muchos componentes fisiológicos, los cuales varían con el genotipo.

El índice de cosecha de los híbridos de reciente creación de maíz no disminuye con altas densidades de plantas (Tollenaar ,1989). Se ha reportado que densidades tan altas como 10 pl/m² no tienen influencia en el índice de cosecha o el contenido energético del forraje (Karlen y Camp, 1985).

Pons *et al.*(1991), menciona que en los cereales existe gran variabilidad en el IC, así como una correlación positiva con el rendimiento de grano, lo cual sugiere la posibilidad de mejorar genéticamente el IC, y de esta forma incrementar el rendimiento de grano.

Interacción Genotipo-Ambiente

Hallahuer 1988. menciona que las diferencias estadísticas detectadas entre localidades para algunas variables mediante el análisis de varianza combinado para cada carácter, indican que dichas variables son afectadas por el medio ambiente.

Comstock y Moll (1963), mencionan que el desarrollo del genotipo es influenciado por causas genéticas y no genéticas, y que estos dos factores no actúan independientemente, esto es lo que se conoce como interacción genotipo medio ambiente.

La expresión fenotípica depende de los efectos genéticos de los ambientales y de su interacción; por lo tanto, es importante estudiar el efecto de los factores ambientales en las respuestas de las plantas. (Livera, 1992).

III. MATERIALES Y METODOS.

Área de Trabajo

El presente trabajo se realizó en el 2000 en la región agrícola de la Comarca Lagunera, como parte de la generación de una mejor tecnología de producción para los genotipos de maíz desarrollados por las diferentes empresas semilleras y por el programa de mejoramiento genético de maíz de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna. Esta región se localiza geográficamente entre los paralelos 24° 30' y 27° de latitud Norte y los 102° 40' de longitud Oeste, a una altura de 1200 msnm. Tiene una temperatura y una precipitación media anual de 21 °C y de 200 mm, respectivamente.

Materiales Evaluados

De los nueve genotipos que se evaluaron en el presente trabajo seis son propiedad de diferentes empresas semilleras establecidas en la Comarca Lagunera, y tres son propiedad de la UAAAN UL.

En el cuadro 3.1 se mencionan los nombres, origen y tipos de híbridos que se utilizaron en el experimento. Cabe mencionar que estos híbridos son los que en la actualidad se están ofertando en el mercado con buena aceptación por parte de los agricultores de la Comarca Lagunera.

Cuadro 3.1 Nombre del Genotipo, Origen y Tipo de Híbrido de Maíz

Numero de Tratamiento	Genotipo	Origen	Tipo de Híbrido
1	AN-130	UAAAN UL.	SIMPLE
2	AN-132	UAAAN UL.	SIMPLE
3	AN-TLAHUA-100	UAAAN UL.	VARIEDAD
4	P-3025 W	PIONEER	SIMPLE
5	C-908	CARGIL	SIMPLE
6	C-922	CARGIL	SIMPLE
7	PANTERA	ASGROW	TRIPLE
8	ALCE	ASGROW	TRIPLE
9	A-7573	ASGROW	TRIPLE

Diseño Experimental.

El material genético constituido por ocho híbridos y una variedad, se evaluó en cuatro arreglos de siembras y en dos localidades de la Comarca Lagunera (campo experimental de la UAAAN UL, en Torreón Coahuila y en San Pedro de las Colonias Coahuila). En los arreglos de siembra la distancia entre surcos fue la misma (.76 m) y el arreglo consistió en 1).- Dejar una planta cada 20 cm. 2).- Dejar dos plantas cada 40 cm. 3).- Dejar tres plantas cada 60 cm. y 4).- Dejar cuatro plantas cada 80 cm.

Los tratamientos se evaluaron con un arreglo factorial en diseño de bloques al azar con dos repeticiones. En todos los tratamientos las parcelas constaron de cuatro surcos de cinco metros de largo. La parcela útil consto de dos surcos centrales de cuatro metros de largo cada uno.

Manejo del Lote Experimental

Preparación del terreno

La preparación del terreno se llevo a cabo siguiendo el paquete tecnológico regional propuesto por el campo experimental la Laguna (INIFAP) y consistió en barbecho. Rastreo, nivelación, surcado y bordeo y riego de presiembra.

Siembra

En la UAAAN UL, la siembra se realizo el 30 de marzo (primavera), y en San Pedro Coahuila el 29 de junio (verano). La cual se estableció de la siguiente manera: en el arreglo uno se sembraron dos granos por punto y a los 25 días se aclaro a una planta, en el segundo arreglo se sembraron tres granos por punto y a los 25 días se aclareo a dos plantas, en el tercer arreglo se sembraron cuatro granos por punto y a los 25 días se aclaro a tres plantas, en el cuarto arreglo se sembraron cinco granos por punto y a los 25 días se aclaro a cuatro plantas, lo que resulta en una población de 66,000 plantas por hectárea en cada uno de los arreglos.

Fertilización

En los dos experimentos la fertilización se llevo a cabo con la formula 120-60-00 en forma fraccionada: La mitad del nitrógeno y todo el fósforo en la siembra y el resto en el primer cultivo.

Labores Culturales

Los experimentos se mantuvieron en lo posible libres de maleza. Para lograrlo se realizaron dos limpiezas manuales, un cultivo y el aporque. Además, se realizó una aplicación de herbicida 2,4 D a razón de 2 litros por hectárea, para controlar correhuela (*Ipomoea purpurea L*)

Combate de Plagas

En ambas localidades se aplicó insecticida Clorpirofos 33.8 % + permetrina 4.8 % a razón de 1 litro por hectárea para controlar gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). La aplicación fue necesaria en ambas localidades.

Variables Evaluadas

En las dos localidades experimentales se evaluaron las siguientes variables:

- a. Altura de planta: Se obtuvieron los datos tomando como base la superficie del suelo y hasta la punta de la espiga una vez que la planta alcanzó su máximo desarrollo.
- b. Altura de mazorca: Distancia en metros de la superficie del suelo al nudo de inserción de la mazorca principal.
- c. Periodo de floración: Expresado como el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % de las plantas estaban en el periodo de antésis.

- d. Diámetro de mazorca. Se tomó el dato una vez que se cosechó el material.
- e. Índice de área foliar: Se tomaron dos lecturas por parcela útil a los 75 y a los 95 días después de la siembra (DDS). Para esto se utilizó el LAI 2000
- f. Índice de cosecha. Para calcularlo se tomaron cinco plantas al azar por parcela. Se determinó dividiendo el peso total de la planta entre el peso de la mazorca.
- g. Peso volumétrico: Se determinó con una balanza de peso volumétrico en el laboratorio del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de semillas.
- h. Rendimiento: La cosecha se realizó en forma manual determinando humedad, peso y número de mazorcas cosechadas además de plantas cosechadas, se realizó el ajuste utilizando la corrección denominada metodología de Iowa (Callejas 1986)

$$pcf = pcx \frac{H - 0.3M}{H - M}$$

En donde:

Pcf = peso corregido por fallas

Pc = peso de campo

H = número de plantas por parcela útil

M = número de fallas por parcela

0.3 = Coeficiente de corrección de la sobreproducción registrada en las plantas debida a la menor competencia causada por fallas.

Una vez que se organizaron los datos de todas las variables evaluadas se procedió a realizar los análisis de varianza para cada una de las variables para posteriormente observar la significancia y realizar una comparación de medias utilizando diferencia mínima significativa (DMS), $p < 0.05$

El modelo que se utilizó en el presente trabajo fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + g_i + a_j + r_k / l_l + l_l + (lg)_{li} + (la)_{lj} + (ga)_{ij} + (lga)_{lij} + \varepsilon_{ijkl}$$

$i = 1, 2, 3, \dots, 10$ Genotipos

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

$k = 1, 2$ Repeticiones

$l = 1, 2$ Localidades

donde :

Y_{ijkl} = Es la observación del genotipo i, del arreglo j, de la repetición k en la localidad l.

μ = Es el efecto verdadero de la media general

g_i = Es el efecto del i-esimo genotipo

a_j = Es el efecto del j- esimo arreglo

r_k / l_l = Es el efecto de la k-esima repetición dentro de la l-esima localidad

l_l = Es el efecto de la l-esima localidad

$(lg)_{li}$ = Es la interacción l-esima localidad en el i-esimo genotipo

$(la)_{lj}$ = Es la interacción l-esima localidad en el j-esimo arreglo

$(ga)_{ij}$ = Es la interacción del i - esimo genotipo en j- esimo arreglo

$(lga)_{lij}$ = Es la interacción de la l-esima localidad en el i-esimo genotipo en el i-esimo arreglo

ϵ_{ijkl} = Es el error experimental

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los objetivos del presente trabajo se analizaron ocho características en las dos localidades, las cuales fueron: rendimiento (REN), diámetro de mazorca (DM), índice de área foliar (IAF), días a floración (floración femenina (FF) y floración masculina (FM)), índice de cosecha (IC), altura de planta (AP), altura de mazorca (AM), peso volumétrico (PV). Los análisis de varianza se muestran en el Cuadro 4.1 donde se observa que la fuente de variación localidad no afectó al IAF mientras que para el resto de las variables, existe alta significancia lo cual indica que las condiciones ambientales de las dos localidades son diferentes. Lo cual coincide con lo que menciona Hallahuer (1988).menciona que las diferencias estadísticas detectadas entre localidades para algunas variables mediante el análisis de varianza combinado para cada carácter, indican que dichas variables son afectadas por el medio ambiente. Se observa diferencia significativa en genotipos en la mayoría de las variables a excepción del IC y PV e IAF. Lo cual no concuerda con lo encontrado con Cox *et al.* (1994) quién trabajando con doce híbridos de maíz con diferentes características de crecimiento encontró diferencias altamente significativas para el IC por el efecto del factor genotipo. Mientras que Reta estableció dos experimentos uno en primavera de 1993 y el segundo en verano de 1998 donde no encontró diferencias significativas para IC trabajando con cuatro métodos de siembra de maíz. Por otro lado Cox (1996) trabajando con cuatro híbridos y tres densidades de población no encontró diferencias significativas para el IAF por efecto del genotipo. También este resultado coincide con los encontrados por Pinter *et al.* (1994) quién trabajando con dos híbridos y cuatro densidades de población no encontró significancia para el IAF por efecto del genotipo. Estos resultados indican una marcada diferencia entre los genotipos debido muy probablemente a su diferente constitución genética. En lo referente a los arreglos únicamente se observó diferencia en el DM, que

es uno de los factores que influye en el rendimiento. En la interacción localidad por arreglo se observó diferencia en las variables de FF y FM y esto se puede deber a que los trabajos se establecieron en ciclos de producción diferentes (primavera en la UAAAN UL. y verano en San Pedro). Lo cual coincide con Reta quien estableció dos experimentos uno en primavera de 1993 y un segundo en 1998 en verano donde manejo métodos de siembra y densidades de población para maíz. Márquez (1992) define a la interacción genotipo - ambiente como: El comportamiento relativo diferencial que exhiben los genotipos cuando se les somete a diferentes medios ambientes. En el resto de las variables evaluadas no se encontró diferencia significativa para ninguna de las fuentes de variación, lo cual significa que los genotipos tienen un comportamiento semejante no importando la forma como se establecieron los arreglos en la siembra.

Cuadro 4.1 Variables evaluadas y significancia estadística.

FUENTES DE VARIACION	GL	REN	DM	AM	IC	PV	AP	FF	FM	IAF
Localidad	1	**	**	**	**	*	**	**	**	NS
Repetición/localidad	2	NS	NS	NS	*	NS	*	NS	NS	NS
Genotipo	8	*	*	*	NS	NS	*	*	*	NS
Arreglo	3	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Localidad X Genotipo	8	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Localidad X Arreglo	3	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	*	NS
Genotipo X Arreglo	24	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Localidad X Genotipo X Arreglo	24	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Error	70									
Coeficiente de Variación		21.98	5.8	10.1	8.9	3.89	9.52	3.0	2.9	11.1

GL: Grados De libertad, * Significancia al 5%, ** Significancia al 1 %, NS : No significancia.

En el Cuadro 4.2 se presentan las medias de las variables por localidad que resultaron con diferencia significativa. Dentro de este mismo cuadro se puede apreciar que los resultados con valores más altos corresponden a la localidad de la UAAAN UL, a

excepción del DM. El hecho de que en esta localidad se hayan obtenido los mejores rendimientos muy probablemente se debe a que se estableció en época de primavera que es donde los híbridos expresan mejor sus características fenotípicas y su potencial productivo. Lo cual coincide con Reta(1993-1998) quién obtuvo mejores rendimientos de maíz en siembras de primavera que en verano. En lo que respecta al DM este fue más alto en la localidad de San Pedro lo que indica que no es una variable determinante para la obtención de altos rendimientos. En lo referente a la AM los valores obtenidos se encuentran dentro de los promedios obtenidos por investigadores de INIFAP-Laguna. En lo referente al IC los valores más altos los presentó la localidad de la UAAAN UL. Así como también el PV y AP. Es importante señalar que en esta localidad los genotipos en general florecieron 10 días más tarde que en la localidad de San Pedro.

Cuadro 4.2 Comparación de medias de los valores significativos de las variables evaluadas en las localidades de la UAAAN UL: y San Pedro utilizando DMS con una alfa de 0.5

VARIABLES	LOCALIDADES	
	UAAAN UL	SAN PEDRO
REN (Kg)	14,548.5 a	10,729.9 b
DM (cm)	4.56 b	4.86 a
AM (m)	1.12 a	.82 b
IC	0.51 a	0.42 b
PV (gr)	80.71 a	78.99 b
AP (m)	2.78 a	2.02 b
FF (DDS)	72.85 a	64.38 b
FM (DDS)	71.47 a	63.25 b

En el Cuadro 4.3 se presentan los valores promedio obtenidos por cada genotipo para las variables evaluadas. En este cuadro se puede observar a un grupo de tres genotipos que presentan rendimientos en grano estadísticamente similares entre los cuales destacan los híbridos A-7573, C-908 y ALCE con producciones de 15,323 14,624 y

13,496 kilogramos de grano por hectárea respectivamente. En el mismo Cuadro se puede observar que los híbridos y la variedad desarrollada por la UAAAN UL, ocupan el último lugar en rendimiento. El híbrido ALCE fue el que presentó un DM mayor con 4.91 cm. y el menor DM; Con un grosor de 4.5 cm. Lo presentó el híbrido P-3025 W. los tres mejores genotipos presentan un DM superior a 4.71 cm lo que indica que es una característica relacionada con el rendimiento. El híbrido C- 922 aunque su DM fue inferior a 4.70 cm (4.52 cm) su alto nivel productivo lo debe muy probablemente a su alto IC (0.50). Tollener (1977) señala que los valores de índice de cosecha típicos para los maíces mexicanos son entre 0.30 y 0.37. Por lo que se tiene en este trabajo una mayor amplitud en esta característica. La AM más alta fue la variedad AN-TLAHUA-100 con 1.16 metros y la mas baja la presentó el híbrido AN-130. El genotipo que presentó el valor mas alto de AP fue la variedad AN-TLAHUA-100 con 2.64 metros y el valor más bajo lo presentó el híbrido AN-130. los genotipos mas precoces fueron el P-3025W y el AN-TLAHUA-100 con una FF de 67 días después de la siembra (DDS), y los mas tardíos fueron los híbridos PANTERA y ALCE con 70 DDS. Respectivamente.

Cuadro 4.3 Comparación de medias de los valores significativos de las variables evaluadas para cada uno de los genotipos utilizando DMS. Con una alfa de 0.5

GENOTIPOS	VARIABLES						
	REN	DM	AM	IC	AP	FF	FM
A-7573	15323 a	4.90 ab	0.93 d	0.47 abc	2.42 b	69 ab	68 ab
C-908	14624 ab	4.71 cd	0.98 bcd	0.48 ab	2.46 b	69 ab	67 bc
ALCE	13496 abc	4.91 a	0.97cd	0.47 abc	2.48 ab	70 a	69 a
C-922	13297 bcd	4.52 de	0.95 d	0.50 a	2.28 cd	68 bc	67 bc
PANTERA	12435 cde	4.70 cd	1.04 b	0.43 bc	2.60 ab	70 a	68 ab
P-3025W	12172 cde	4.45 e	0.86 ef	0.48 ab	2.28 cd	67 cd	66 cd
AN-130	11358 def	4.52 de	0.84 f	0.48 ab	2.21 d	68 bc	67 bc
AN-132	10990 ef	4.69 cd	1.04 bc	0.45 abc	2.48 ab	68 bc	67 bc
AN-TLAHUA-100	10059 f	4.65 cd	1.16 a	0.44 bc	2.64 a	67 cd	66 cd

En el cuadro 4.4 se presentan los rendimientos obtenidos por cada genotipo en cada localidad donde los rendimientos que se obtienen comparando por localidad existen diferencias estadísticas entre genotipos haciendo la comparación en la misma localidad. Donde se destacan los híbridos C-908 y A-7573 de la localidad de la UAAAN UL, que obtuvieron los rendimientos mas altos de 17,944 y 17,146 kilogramos por hectárea respectivamente, y al AN-TLAHUA-100 y AN-132 con los rendimientos más bajos; por lo que respecta a la localidad de San Pedro los híbridos más rendidores fueron el A7573 y el ALCE con 12,898 y 12,927 kilogramos por hectárea; y los rendimientos más bajos fueron para la variedad AN-TLAHUA-100 y para el híbrido AN-132 con rendimientos de 8,952 y 8,917 kilogramos para cada genotipo, para el resto de los híbridos su comportamiento se puede considerar normal con buenos rendimientos en siembras de primavera y con tendencia a disminuir los rendimientos en siembras de verano. En la misma tabla se realizó un combinado de las dos localidades y comparándola con DMS al .05 encontrando diferencia estadística en el total de los genotipos.

Cuadro 4.4 Comparación de medias de los valores significativos de la variable rendimiento en localidad por genotipo utilizando DMS con una alfa de 0.5

GENOTIPOS	LOCALIDADES		
	UAAAN UL	SAN PEDRO	COMBINADO
C-908	17944 a	11303 ab	14623 ab
A-7573	17146 a	12898 a	15022 a
C-922	15096 b	11497 abc	13296 bcd
P-3025 W	14394 b	9948 abc	12171 cde
PANTERA	14343 b	10526 abc	12434 cde
ALCE	14065 b	12927 ab	13496 abc
AN-130	13117 b c	9598 abc	11357 def
AN-TLAHUA-100	13062 bc	8952 c	11007 ef
AN-132	11166 bc	8917 c	10041 f

El Cuadro 4.5 muestra la comparación de medias del DM por arreglo donde se puede observar que el DM tiende a disminuir a medida que se incrementa el número de planta por punto y la distribución entre mata, lo que es una consecuencia generada al incrementar el número de plantas por punto. Lo cual coincide con Espino (1972), que menciona que al aumentar la densidad de plantas el número de mazorcas por planta disminuye así como el tamaño de la mazorca decrece.

Cuadro 4.5 Comparación de medias de los valores significativos de la variable diámetro de mazorca por arreglo utilizando DMS con una alfa del .50

ARREGLO	DIÁMETRO DE MAZORCA	GRUPO
1	4.81	A
2	4.77	AB
3	4.68	BC
4	4.57	C

El Cuadro 4.6 muestra la interacción localidad por arreglo de la FF y FM donde se observa que los valores más altos en días después de la siembra (DDS) los presenta la localidad de la UAAAN UL. Con el arreglo uno y dos respectivamente, sin que se observe diferencia estadística con los arreglos tres y cuatro. En lo referente a la localidad de San Pedro los arreglos 4 y 1 se comportaron mas precoces con 62 y 63 DDS a FF. Aldaco (1999) mencionan que la fase vegetativa del maíz o fase productiva se produce mas temprano, cuando el periodo de cultivo coincide con días cortos, y durante días largos el maíz es tardío en su floración.

Cuadro 4.6 Comparación de medias de los valores significativos de la variable floración femenina y floración masculina de localidad por arreglo en DDS utilizando DMS con una alfa del .05

LOCALIDAD	ARREGLO	FF	FM
UAAAA UL	1	73.9 A	72.45 A
UAAAN UL	2	73.3 A	71.85 A
UAAAN UL	4	72.45 A	70.10 A
UAAAN UL	3	71.75 A	70.50 A
SAN PEDRO	2	64.55 B	64.35 B
SAN PEDRO	3	64.1 B	63.40 B
SAN PEDRO	1	63.35 B	62.00 B
SAN PEDRO	4	62.55 B	62.25 B

V. CONCLUSIONES

La parte medular del presente trabajo se basó en la evaluación de genotipos en diferentes arreglos de siembra pero los resultados que se obtuvieron indican que no existió diferencia estadística entre los arreglos lo cual indica que todos los híbridos se comportan de una manera semejante no importando como estuvieran arreglados en el terreno por lo que la solución para el incremento de producción no son los arreglos de siembra, al menos los utilizados en este trabajo.

Los altos rendimientos que se obtuvieron se debieron principalmente al buen manejo del cultivo durante el desarrollo del mismo y a la constitución genética de los genotipos, de los cuales podemos destacar al A-7573, C-908 y ALCE con producciones de 15,323 14,624 y 13,496 kilogramos de grano por hectárea respectivamente. Pues ya que se trata de híbridos de alto rendimiento adaptados a las condiciones climáticas de la Comarca Lagunera.

Es importante concluir que las variables evaluadas en el experimento proporcionan información importante del comportamiento de los genotipos a los diferentes ambientes destacando una falta de respuesta fisiológica de la planta a condiciones diversas de siembra.

El colocar mas plantas por punto o golpe no incrementa el IAF que es uno de los factores que influyen directamente en el rendimiento de las plantas.

El diámetro de mazorca es un componente del rendimiento pero no es determinante para obtener buenos rendimientos, por consiguiente la diferencia existente en los arreglos en esta característica no es de gran relevancia.

VI. LITERATURA CITADA

- Aldaco G. Cecilio. 1999 Maíz y su nutrición Monografía Licenciatura. UAAAN. Saltillo Coah. P. 18
- Carlone, M.R. and W. A. Russell. 1987. Response to plant densities and nitrogen levels four maize cultivars from different eras of breeding. *Crop.Sci.* 27:465-470.
- Callejas, M. J. 1986. Mejoramiento genético de maíz (*Zea Mays L.*) utilizando la selección recurrente de hermanos completos y medios hermanos. Tesis Licenciatura. UG. Irapuato, Gto. p. 38-39.
- Cox, W.J. , J.H. Cherney , D..J.R. Cherney and W.D.Pardee. 1994. Forrage quality and harvest index of corn hybrids under different growing conditions. *Agron. J.*86:277-282.
- Cox, R.W. 1996. Whole plant physiological and yield response of maize to plant density. *Agron. J.* 88:489-496.
- Comstock, R. E. y R. N. Moll, 1963. Genotype environment interactions. Symposium on statistical genetics and plant breeding. *Was-NPCpub.* 982, pp. 164-165.
- Donald, C.M. 1963. Competition among crop and pasture plants. *Adv.Agron.* 15:1-118.
- Espino, O.D.A. 1972. Efecto de la densidad de siembra sobre rendimiento, cuateo y características agronómicas en cuatro variedades de maíz en Apodaca N.L. Tesis ITESM, Monterrey N L. México
- Enríquez R., S.A. 1996. Análisis de crecimiento de las plantas. Apuntes del curso de nutrición vegetal. CIGA-ITA-10. Torreón, Coahuila.
- Evans, G.C., M.J. Ottman and L.F. Welch. 1989. Planting patterns and radiation interception, plant nutrient concentration, and yield in corn. *Agron. J.* 81: 167-174.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce and R.L. Mitchell. 1990. *Physiology of crop plants.* Iowa State Univ. Press. Ames, Iowa. 327 p.

- Gaytan A. y D. Reta S. 1988. Rendimiento agronómico y componentes del rendimiento de la variedad de frijol Lagunero 87 en función de la densidad de población. CAELALA. INF. INV. fríjol y soya 1984-1989: 239-250.
- Gifford, F.M. , J.H. Thorne, W.D.Hitz and R.T. Guiaquinta 1984. Crop productivity and photoassimilate partitioning Science. 225 : 801-806.
- Hallauer, A. R. 1988. Quantitative genetics in maize breeding. ISU Press/Ames. USA. 468
- Karlen, D.L., and C.R. Camp. 1985. Plant density, distribution and fertilizer effects on yield and quality of irrigated corn silage. Common Soil Sci.Plant Anal. 16:55-70.
- Livera, M. M. 1992. Micrometeorología aplicada al fitomejoramiento: su enseñanza en el C.P XIV Congreso Nacional de Fitogenética. Tuxtla Gutiérrez, Chis. P. 50.
- Langer M, R. M., y G. D. Hill. 1987. Plantas de interés agrícola. Introducción a la botánica agrícola. Editorial acribia, S.A. Zaragoza España.
- Márquez, S., F. 1992. La interacción genético - ambiental en genotecnia vegetal. Memorias. Simposio internacional genotipo - ambiente en genotecnia vegetal. Guadalajara, JAL., México. 1-27.
- Pinter, L., Z.Alfoid , Z. Burucs and E. Paldi. 1994 Feed value of forage maize hybrids varying in tolerance to plant density. Agron. J.86:799-804.
- Pons H., J. L., Q. A. Carballo., H. V. González. y A. H. Angeles. 1991. Modificaciones al índice de cosecha. Agrociencia Serie Fitociencia. Vol. 2 Num. 3. 35-49.
- Reta S, DG., A Gaytan y J.S. Carrillo A. 1993. Efecto del método de siembra y densidad de población sobre el rendimiento y productividad del maíz en la Comarca Lagunera. CAELALA. INF. INV. no Púb. 16 p.
- Reta S, DG., A Gaytan y J.S. Carrillo A. 2000. Respuesta del maíz para ensilaje a métodos de siembra y densidades de población. Revista Fitotecnia Mexicana vol.23 pp 37-47
- Secretaria de Agricultura Ganadería Y Desarrollo Rural. 1999. Anuario estadístico de la producción Agropecuaria y Forestal. Patronato para la investigación, fomento y Sanidad Vegetal de la Comarca Lagunera. México pp. 130-131.

- Secretaría de Agricultura Ganadería Y Desarrollo Rural. 1998. Anuario estadístico de la producción agropecuaria y forestal. Patronato para la investigación, fomento y Sanidad Vegetal de la Comarca Lagunera. México Pág.29, 30 y 31
- Singh, I. D., and N. C. Stoskopf. 1971. Harvest index in cereals. *Agron. J.* 63:224-226.
- Tollenaar, M. 1989. Genetic improvement in grain yield of commercial maize hybrids grown in Ontario from 1959 to 1988. *Crop Sci.* 29:1365-1371.
- Wells, R. 1991. Soybean growth response to plant density: relationship among canopy photosynthesis, leaf area, and light interception. *Crop Sci.* 31: 755-761.