

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

División de Ciencias Agronómicas



CUCBA



BIBLIOTECA GENERAL

"EFECTO DE LA DENSIDAD DE POBLACION SOBRE FLORACION,
RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA SEMILLA DE SORGO
(*Sorghum bicolor* L. Moench)"

Tesis Profesional

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P R E S E N T A N :

CARLOS JOSE ARANA DANIEL

GILDARDO MORAN VARGAS

LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JALISCO. AGOSTO DE 1997



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERO AGRONOMO
COMITE DE TITULACION

M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA
DIRECTOR DE LA DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS
PRESENTE

Con toda atención nos permitimos hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobada la modalidad de titulación: TESIS, con el título:

"EFECTO DE LA DENSIDAD DE POBLACION SOBRE FLORACION, RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA SEMILLA DE SORGO (Sorghum bicolor L. Moench)."

El cual fue presentado por él (los) pasante(s):

CARLOS JOSE ARANA DANIEL
GILDARDO MORAN VARGAS

El jefe del Departamento de Producción Agrícola, a sugerencia de los miembros de la academia de Fitogenética, designó como director y asesores, respectivamente, a los profesores:

M.C. JOSE SANCHEZ MARTINEZ
M.C. SALVADOR GONZALEZ LUNA
M.C. JUAN FRANCISCO CASAS SALAS

Una vez concluido el trabajo, el Comité de Titulación designó como sinodales a los profesores:

ING. JOSE MIGUEL PADILLA GARCIA	PRESIDENTE
M.C. ADRIANA N. AVENDAÑO LOPEZ	SECRETARIO
M.C. LUIS JAVIER ARELLANO RODRIGUEZ	VOCAL

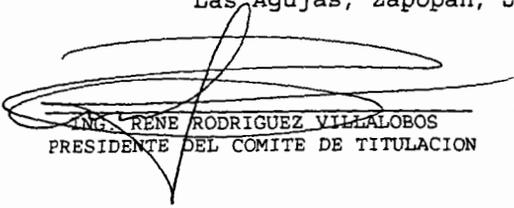
Se hace constar que se han cumplido los requisitos que establece la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara, en lo referente a la titulación, así como el Reglamento del Comité de Titulación.

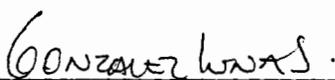
A T E N T A M E N T E

"PIENSA Y TRABAJA"

"Año del Hospital Civil de Guadalajara"

Las Agujas, Zapopan, Jal. a 25 de julio de 1997


ING. RENE RODRIGUEZ VILLALOBOS
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION


M.C. SALVADOR GONZALEZ LUNA
SRIO. DEL COMITE DE TITULACION

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guadalajara:

Con nuestro profundo agradecimiento por contribuir en gran parte de lo que hoy somos.

A la Facultad de Agronomía :

Por las facultades concedidas para la realización de mis estudios profesionales.

Al Director:

M.C. Salvador Mena Munguía

Por brindamos los medios necesarios para la realización de nuestra carrera profesional.

A nuestro Director de tesis:

M.C. José Sánchez Martínez.

Por sugerir el tema de tesis, dirigir, revisar y corregir la misma, así como por sus enseñanzas durante el desarrollo de nuestra carrera profesional.

A nuestros Asesores:

M.C. Salvador González Luna

M.C. Juan Francisco Casas Salas

Por sus valiosas sugerencias para el buen desarrollo de nuestro trabajo de tesis.

A nuestros Sinodales:

M.C. Luis Javier Arellano Rodríguez

Ing. José Miguel Padilla García

M.C. Adriana N. Avendaño López

Por sus aportaciones, apoyo, estímulos y facilidades otorgadas para el desarrollo de este trabajo.

Carlos José Arana Daniel

DEDICATORIAS

A Dios:

Por que a el le debo todo.

A mi madre:

Ma. Magdalena Daniel Torres

De manera muy especial , por que gracias a ella pude concluir esta etapa de mi formación profesional.
Gracias por tu amor y todos los sacrificios que has hecho por mi.

A mi padre:

J. Trinidad Arana Cervantes

Con respeto y cariño. Por el apoyo brindado en el transcurso de mi vida, que me sirvieron para culminar esta etapa de la vida.

A mi esposa:

Maria de los Angeles Suárez Patiño

Por el apoyo y amor que me has brindado, pues gracias a este pude concluir este trabajo. Para ti Angeles con todo mi amor.

A mi futuro hijo (a):

Por que aunque todavía no naces ya me has dado una gran alegría. A ti dedicare lo que emprenda en un futuro.

A mis hermanos:

Rodolfo

Nora

Gerardo

Paola

Claudia

Ernesto

Nancy

De ustedes he recibido alegrías, apoyo y el aliento que necesitaba para la conclusión de mi carrera. A todos gracias.

A mis sobrinos:

Rodolfo, Sofia, Erick y mi futuro sobrino.

Por la alegría que ellos transmiten con el solo hecho de existir.

A mis maestros:

Por la dedicación y amistad que recibí de ustedes en el transcurso de mi carrera profesional, ya que gracias a esto nació en mí el amor a mi profesión.

A mis compañeros:

Los que compartieron conmigo el aula de clases y me brindaron apoyo y amistad en el transcurso de la carrera. Por los momentos de alegría que compartimos, no los olvidare.

Al grupo Zapata:

A todos los compañeros y amigos que lo integran: porque infundieron en mí el espíritu de lucha con el afán de que siempre mejorara nuestra universidad y nuestra sociedad. Con respeto a todos ellos.

A mis amigos:

Ricardo López C.

José Medina S.

Por la amistad que me brindan y el apoyo que de ellos he recibido siempre.

Gildardo Morán Vargas

DEDICATORIAS

A Dios:

Por permitirme llegar al término de un ciclo más de mi preparación.

A mis Padres:

Pablo Morán López

Victoria Vargas Villalvazo

Con gran admiración y cariño por los esfuerzos y sacrificios que realizaron para lograr de mí un profesionista, mi amor eterno.

A mis Hermanos y Hermanas:

Carmen Faustino Martín Chema

Mary Juan Ruben

Ana Concepción Javier

Con afecto por su ejemplar esfuerzo y apoyo para lograr mi formación.

A mi esposa:

Esperanza Castro Guzmán

Por el apoyo moral, dedicación y cariño que me a brindado para realizar el presente trabajo.

A mis maestros:

Por su ayuda, dedicación y amistad que me brindaron en el transcurso de mi formación profesional ya que sin su ayuda no haya podido hacerlo.

A mis compañeros:

Por el sincero cariño e apoyo que me brindaron, mi eterno recuerdo.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS.....	ii
INDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	viii
INTRODUCCION.....	1
Objetivo.....	2
Hipótesis.....	2
REVISION DE LITERATURA.....	3
Estructura de la flor.....	3
Polinización y Fecundación.....	4
Efecto del Fotoperíodo Sobre la Floración.....	4
Producción de Semilla de Sorgo.....	6
Control de la floración.....	7
Densidad de Siembra.....	10
Calidad de Semilla.....	13
MATERIALES Y METODOS.....	14
Características Agroclimáticas del Area de Estudio.....	14
Materiales Físicos y/o Genéticos.....	15
Metodología Experimental	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
CONCLUSIONES.....	50
LITERATURA CITADA.....	51

Cuadro No.		Página
3.1	Características más importantes de los materiales genéticos utilizados.	15
3.2	Densidades de siembra utilizados por metro lineal y sus equivalencias en plantas por hectárea.	16
4.1	Análisis de varianza de la variable días a floración de sorgo en ocho diferentes densidades de siembra.	19
4.2	Comparación de medias de los genotipos de sorgo evaluados para días a floración.	20
4.3	Comparación de medias de los tratamientos con ocho diferentes densidades de siembra para días a floración.	20
4.4	Cuadros medios y significancia para altura de planta en ocho densidades de siembra diferentes.	22
4.5	Comparación de medias de los genotipos de sorgo evaluados para altura de planta en ocho densidades de siembra distintas.	23
4.6	Comparación de medias de los tratamientos para altura de planta con ocho densidades de siembra.	23
4.7	Cuadros medios y significancia para la variable área foliar en ocho densidades de siembra.	25
4.8	Comparación de medias de los genotipos de sorgo evaluados para área foliar en ocho densidades de siembra diferentes.	25

Cuadro No.		Página
4.9	Comparación de medias de los tratamientos con ocho densidades de siembra para área foliar.	26
4.10	Cuadrados medios y significancia para excerción en sorgo con ocho densidades de siembra distintas.	28
4.11	Comparación de medias de los genotipos evaluados para excerción con ocho densidades de siembra distintos.	29
4.12	Comparación de medias de los tratamientos de ocho densidades de siembra para la excerción.	29
4.13	Cuadrados medios y significancia de la variable longitud de panoja de sorgo en ocho diferentes densidades de siembra.	31
4.14	Comparación de medias de los genotipos de sorgo evaluados para la variable longitud de panoja en ocho densidades de siembra diferentes.	32
4.15	Comparación de medias de los tratamientos con ocho densidades de siembra para longitud de panoja en sorgo.	32
4.16	Cuadrados medios y significancia de la variable días a madurez fisiológica de sorgo en ocho densidades de siembra distintas.	34
4.17	Comparación de medias de los genotipos de sorgo evaluados para la variable días a madurez fisiológica en ocho diferentes densidades de siembra.	35

Cuadro No.	Página
4.18 Comparación de medias de los tratamientos con ocho densidades de siembra para la variable días a madurez fisiológica en sorgo.	35
4.19 Cuadrados medios y significancia para la variable peso en volumen conocido (300 ml.) en ocho densidades de siembra diferentes.	37
4.20 Comparación de medias de los genotipos de sorgo evaluados para peso en volumen conocido (300 ml.) en ocho densidades de siembra diferentes.	38
4.21 Comparación de medias de los tratamientos con ocho densidades de siembra para peso en volumen conocido de sorgo.	38
4.22 Cuadrados medios y significancia para el peso de mil semillas en ocho densidades de siembra en sorgo.	40
4.23 Comparación de medias de los genotipos de sorgo evaluados para peso de mil semillas en ocho densidades de siembra diferentes.	41
4.24 Comparación de medias de los tratamientos con ocho densidades de siembra para peso de mil semillas en sorgo.	41
4.25 Cuadrados medios y significancia para germinación estándar en ocho densidades de siembra en sorgo.	43
4.26 Comparación de medias de los genotipos de sorgo evaluados para germinación estándar en ocho densidades de siembra.	43

Cuadro No.	Página
4.27 Comparación de medias de los tratamientos con ocho densidades de siembra para germinación estándar en sorgo.	44
4.28 Cuadrados medios y significancia para el rendimiento en ocho densidades de siembra en sorgo.	46
4.29 Comparación de medias de los genotipos de sorgo evaluados para el rendimiento en ocho densidades de siembra.	47
4.30 Comparación de medias de los tratamientos con ocho densidades de siembra para rendimiento en sorgo.	47

INDICE DE FIGURAS

Figura No.		Página
4.1.	Interacción para la Variable Días a Floración en Cuatro Genotipos de Sorgo a Ocho Diferentes Densidades de siembra.	21
4.2.	Interacción para la Variable Altura de Planta en Cuatro Genotipos de Sorgo a Ocho Diferentes Densidades de siembra.	24
4.3.	Interacción para la Variable Area Foliar en Cuatro Genotipos de Sorgo a Ocho Diferentes Densidades de Siembra.	27
4.4.	Interacción para la Variable Excerción en Cuatro Genotipos de Sorgo a Ocho Diferentes Densidades de Siembra.	30
4.5.	Interacción para la Variable Longitud de Panoja en Cuatro Genotipos de Sorgo a Ocho Densidades de Siembra.	33
4.6.	Interacción para la Variable Días a Madurez Fisiológica en Cuatro Genotipos de Sorgo a Ocho Densidades de Siembra.	36
4.7	Interacción para la Variable Peso en Volumen Conocido en Cuatro Genotipos de Sorgo a Ocho Densidades de Siembra Distintos.	39
4.8	Interacción para la Variable Peso de Mil Semillas en Cuatro Genotipos de Sorgo a Ocho Diferentes Densidades de Siembra.	42
4.9	Interacción para la Variable Germinación Estándar en Cuatro Genotipos de Sorgo a Ocho Densidades de Siembra Diferentes.	45

4.10	Interacción para la Variable Rendimiento en Cuatro Genotipos de Sorgo a Ocho Diferentes Densidades de Siembra.	48
------	--	----

RESUMEN

Los problemas técnicos que se originan en la producción de semilla híbrida de sorgo derivan en un rendimiento promedio bajo con relación a las necesidades que se requieren para llegar a las 24 mil toneladas de semilla que son demandadas en nuestro país (INEGI, 1994). Dentro de los factores que limitan la calidad de semilla producida lo constituye la densidad de plantas por unidad de superficie, ya que una alta densidad de plantas produce cambios en el microclima del cultivo y disponibilidad de nutrientes para el desarrollo y crecimiento normal de las plantas. De esta manera el vigor de la planta, altura, tamaño de semilla y otras características de la misma pueden ser modificadas por este factor (Pedroza, 1993). Por otro lado la falta de coincidencia en la floración también es un factor importante en la producción de semilla, ya que provoca un escaso llenado de panoja además de exponer a la hembra a contaminación con polen extraño. Sin embargo existen algunas prácticas que se pueden utilizar con el fin de homogeneizar la floración de los progenitores, como son: flameados, podas, riegos, aplicación de productos químicos y además de diferentes densidades de siembra.

De esta manera, con el objetivo de evaluar el efecto que produce la densidad de población sobre las características de la planta de sorgo y calidad de semilla, dentro del ciclo agrícola primavera-verano 1994 en la localidad de los Belenes Municipio de Zapopan, Jalisco fue realizado el presente experimento. El diseño utilizado fue el de arreglo en parcelas divididas con distribución en campo en bloques al azar con tres repeticiones y ocho tratamientos, teniendo como parcela grande los genotipos y parcela chica las densidades.

El material genético utilizado en el trabajo fue: Dos líneas restauradoras de la fertilidad, UdeG-110 y UdeG-302, además de dos líneas androestériles, Atx-626 y Atx-627. Las densidades de siembra que se utilizaron en el experimento fueron de 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36 y 40 plantas por metro, que equivalen a 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 y 500 mil plantas por hectárea respectivamente.

Las labores culturales se efectuaron de acuerdo a las recomendadas para esa localidad, y las variables evaluadas fueron: días a floración, altura de planta, área foliar, excerción, longitud de panoja, días a madurez fisiológica, peso volumétrico, peso de mil semillas, germinación estándar y rendimiento.

Los resultados indican que las ocho densidades de siembra utilizadas fueron significativas para las variables de área foliar y peso volumétrico al responder a menor carga de semillas con una mayor área y peso.

En este experimento los genotipos utilizados marcaron diferencias significativas entre algunas de las variables estudiadas, lo que quiere decir que las características genéticas de cada variedad influyeron con mayor fuerza sobre el hecho de variar la densidad de siembra en las variables de: días a floración, altura de planta, área foliar, excerción, longitud de panoja, días a madurez fisiológica, peso volumétrico y peso de mil semillas.

Las variables de área foliar, germinación estándar y rendimiento presentaron diferencia altamente significativas en la interacción Genotipo-Densidad, lo que nos indica que cada genotipo respondió de manera particular sobre los tratamientos.

INTRODUCCION

El INEGI (1994) señala que en México se siembran alrededor de 1.2 millones de hectáreas de sorgo y la gran mayoría es cultivada con semillas híbridas, por lo que se requiere producir aproximadamente 24 mil toneladas de semilla. Para un promedio de 1.4 Ton/Ha de semilla; rendimiento considerado bajo y que se debe a problemas técnicos de producción de la semilla, siendo entre ellos la falta de coincidencia en la floración uno de los más importantes, ya que provoca un escaso llenado de panoja además de contaminación de polen extraño.

Hay muchos factores que pueden causar fallas en la coincidencia de la floración de los progenitores (latencia de alguno de ellos, baja fertilidad, lluvia en el momento de la siembra). Cuando esto sucede y es detectado a tiempo se pueden usar algunas prácticas especiales para acelerar o retrasar la floración de alguno de ellos.

Algunas de estas prácticas pueden ser: flameados, podas, riegos, aplicación de productos químicos o bien, diferentes densidades de siembra con el fin de adelantar o retrasar la floración.

Las podas o flameados se muestran eficaces retrasando la floración hasta por ocho días o más, dependiendo de la época y severidad de la poda o flameado, sin embargo, debido a que son técnicas destructivas los rendimientos se ven afectados considerablemente. Por tanto se recomienda efectuarse sólo en el progenitor macho.

Los riegos son utilizados cuando existe la necesidad de adelantar o bien retrasar la floración hasta por siete días, aunque al privar a la planta de agua pueden bajar los rendimientos del cultivo.

La aplicación de agroquímicos es una de las prácticas más utilizadas cuando se busca retrasar o aminorar el tiempo en que florece la planta, se debe tener cuidado, pues se ha señalado que la aplicación de herbicida puede provocar

esterilidad en la hembra. Al contrario de la utilización de fertilizantes que es recomendada para ambos progenitores sin que esto afecte su desarrollo .

Se busca que la presente investigación otorgue más datos en cuanto a la posible recomendación de diferentes densidades de siembra con la finalidad de adelantar o retrasar la floración en la producción de semilla de sorgo.

Objetivo

Evaluar el efecto que produce la densidad de población sobre las características de la planta de sorgo y calidad de semilla.

Hipótesis

La densidad de población influye sobre las características de la planta de sorgo y la calidad de semilla.

REVISION DE LITERATURA

Estructura de la Flor

La planta de sorgo se clasifica como monoica por tener sus órganos sexuales en la misma planta; además se le considera como una especie autógamas por tener sus órganos reproductivos en la misma estructura floral, mejor conocido como hermafrodita (House, 1982).

El sorgo a pesar de ser una especie autógama (autopolinización), se ha podido explotar en la formación de híbridos gracias al descubrimiento de plantas androestériles (sin polen) facilitando la polinización cruzada y además se evita la emasculación (Puente, 1983).

El conocimiento de las características de los órganos florales, es esencial en la producción comercial de semilla. El sorgo es un cultivo que tiene los dos sexos en la misma planta (monoica) y es considerada básicamente como una planta autógama y aunque sus estructuras masculinas y femeninas se hallan en una misma flor (hermafrodita) la proporción de polinización cruzada natural puede variar de 2 a 10 % con un promedio de 6 %. Las floraciones se asientan en racimos que a su vez constituyen ramas secundarias procedentes de un eje central o raquis formándose así la panícula o panoja generalmente en forma piramidal, esta puede variar de abierto a compacto. Las espiguillas se presentan en pares, una de las cuales carece de base o es sésil, en tanto que la otra tiene corto pedicelo, excepto la espiguilla terminal que nace en rama acompañada por dos espiguillas con pedicelo. La espiguilla sentada o sésil contiene una flor perfecta. La espiguilla con pedicelo contiene dos pistilos y tres estambres. Cada pistilo esta compuesto de un estigma plumoso unido a un estilo corto y vigoroso que se extiende hasta el ovario que contiene los óvulos. Las anteras están unidas a filamentos largos en forma de hilo. Las espiguillas sésiles también constan de dos glumas que generalmente son duras tiesas y pueden variar de muy vellosas a casi sin vello. Dos lemas que consisten de un tejido blanco delicado que fácilmente se pierde a primera vista, la lema inferior es más corta más ovalada y puede tener

una larga prolongación llamada burba o arista, por ultimo se encuentra también la palea (Williams et al., 1988).

Polinización y Fecundación

Saldivar, (1982) señala que el sorgo normalmente es una planta autógena y que tiene flores perfectas. Este autor estimó que la antesis aparece en media noche y otras hasta las 5 de la mañana, por esta causa la floración se retrasa por las bajas temperaturas, por lo que puede llegar a efectuarse hasta el medio día. El período de floración se alarga con el tiempo fresco. El polen necesita luz para germinar, se suelta en la noche y germina hasta el amanecer. El polen permanece viable pocas horas después que deja las anteras, por tal motivo el proceso de polinización se efectúa entre 5 y 9 de la mañana. En muchas ocasiones el rocío o humedad de la mañana retrasa el movimiento del polen.

Puente, (1983) menciona que el proceso de floración de una espiguilla de sorgo puede realizarse en un tiempo de 20 a 30 minutos. Las flores frecuentemente permanecen abiertas de 2 a 3 horas. Las tres anteras de una flor normal, generalmente contienen 15 mil granos de polen; una panoja de 3mil florecillas producen aproximadamente 45 millones de granos de polen.

Williams et al., (1988) mencionan que la espiga de sorgo comienza a florecer en la punta, continuando sucesivamente hacia abajo durante un período de 4 a 5 días. Como no todas las panículas de un campo florecen al mismo tiempo usualmente hay polen disponible por un período de 10 a 15 días. Al tiempo de la floración las glumas se cubren liberándose las anteras productoras de polen mientras que surgen los estigmas y que pueden ser polinizados por su propia panoja, ya que esta puede producir de 24 a 100 millones de granos de polen.

Efecto del Fotoperíodo Sobre la Floración

El sorgo es una planta de día corto, es decir la yema vegetativa permanece como tal hasta que la longitud del día se vuelve suficientemente corto.

Se conoce como fotoperíodo corto al punto en el cual la longitud del día se vuelve suficientemente corta para que se desarrolle la yema floral. Las variedades tienen diferente fotoperíodo crítico (House, 1982).

La planta de sorgo depende del fotoperíodo, ya que ciertos progenitores pueden llegar a tener floración simultánea en un ambiente determinado; pero pudiendo éstos, diferir al ser trasladados a otro lugar (Saldivar, 1982).

Generalmente las variedades tropicales no florecerán en las regiones templadas porque la longitud del día durante el período del verano nunca es suficientemente corta para que la variedad alcance un fotoperíodo crítico. Para cuando la longitud del día es suficientemente corta las variedades son muy altas y exuberantes, el tiempo es frío y las plantas generalmente mueren por heladas. La descripción de la interrelación entre los conceptos de día corto y respuesta al fotoperíodo puede ser muy compleja. Durante los meses del verano, la longitud del día es más larga en las regiones templadas que en los trópicos; en el invierno sucede lo contrario; mientras que en los equinoccios de primavera y otoño las longitudes del día tienden a ser iguales. Las variedades adaptadas al crecimiento de verano en regiones templadas tienen un fotoperíodo crítico más alto que en aquellas variedades de los trópicos; es decir florecen en días más largos o mejor que las variedades tropicales, por ejemplo, una variedad tropical puede florecer durante los días de menos de 12 horas; las variedades de regiones templadas también florecen. Cuando se movilizan las plantas a las regiones templadas la longitud del día puede ser mayor de 13 horas. Este es un día más largo que el de los trópicos y excede el fotoperíodo crítico del tipo tropical, y por tanto la planta permanece vegetativa. La variedad de una región templada puede tener un fotoperíodo crítico de 13.5 horas; una longitud del día de 13 horas es todavía más corta que el período crítico, y por tanto la variedad florece (Williams et al., 1988).

Producción de Semilla de Sorgo

Romo (1977) menciona que se requieren períodos relativamente largos para la formación de un híbrido comercial, lo cual provoca un alto costo de producción que repercute en el precio de la semilla.

Mendoza et al. (1979) señalan las causas iniciales que afectan la producción de semilla de los híbridos ecológicos son: la gran diferencia en los días a floración media de los progenitores; existe un rango de floración mayor en las hembras que en los machos, de tal manera que las panojas hembras no se alcanzan a polinizar completamente, por lo que se obtiene baja cantidad de semilla.

Mendoza et al. (1981) comentan que en México, la mayor producción comercial de sorgo para grano proviene de semilla híbrida, la cual se obtiene mediante el uso de la androesterilidad génico-citoplásmica, misma que resulta complicada y cara.

Sánchez (1994) comenta que en la producción de semilla de sorgo se presenta una serie de problemas que dificultan el proceso. Entre los más importantes se tiene la falta de sincronización en la floración de los progenitores (Línea Androestéril y progenitor macho restaurador de la fertilidad) involucrados en la formación de híbridos; lo que provoca una deficiente formación de semilla y, en casos extremos no la existe. Debido a estos, en ocasiones es imposible producir determinado híbrido o hace esto incosteable.

Manejo y Características del Lote de Producción de Semilla.

Todos los lotes destinados a la producción de semilla de sorgo, deben estar convenientemente preparados y contar, en el momento de la siembra con buena humedad la cual permita una emergencia uniforme (Puente, 1983).

El manejo del cultivo, debe ser de acuerdo a las recomendaciones regionales, cuidando la preparación del suelo, fecha de siembra, densidad de población, riegos oportunos, control de malezas, etc. (Williams *et al.*, 1988).

Para producir con buen resultado semilla híbrida de sorgo es necesario tomar en cuenta varios aspectos importantes; aunque las instrucciones para cada híbrido estén determinadas de acuerdo con el ciclo de los progenitores en cada región, es importante verificar que las instrucciones sean específicas para ese híbrido y para la época del año que se pretende sembrar (Sánchez, 1994).

Control de la Floración

Dungan y Gausman (1951) mencionan que cuando no existe coincidencia en la floración de hembra y macho, lo más recomendable es hacer siembras diferenciales y que cuando no es posible realizarlas se recomienda el uso de otras prácticas para lograr la sincronización, tales como : Diferentes densidades de siembra, podas, flameados, riegos, agroquímicos.

a) Agroquímicos.

Dungan y Gausman (1951) mencionan que una mayor cantidad de fertilizante tanto foliar como al suelo modifica la floración de las plantas de sorgo y coincide con datos de Williams *et al* (1988) quienes reportan que con la aplicación de fertilizante foliar fosforado se adelanta la floración de tres a cuatro días.

Tisdale y Nelson (1966) señalan que cantidades excesivas de nitrógeno pueden, bajo ciertas condiciones, prolongar el período de crecimiento y retrasar el de madurez, aunque este último efecto, comentan, no es tan importante como se ha considerado a veces.

Rojas (1978) menciona que los fitorreguladores se pueden aplicar para activar, acelerar, retardar, o modificar algún aspecto del desarrollo de la planta.

Además indica que los fitoreguladores actúan sobre diversos aspectos del desarrollo y no solamente sobre aquellos que se desea regular.

Bidwell (1979) menciona que el fósforo es un elemento indispensable en las funciones metabólicas de la planta, particularmente en la fase inicial y floración, y a su vez, Puente (1983) identifica al fósforo como el elemento que tiene efectos de aceleración en la floración por lo que se utiliza en la producción de semillas en alguno de los progenitores.

Batiz (1989) comenta que el fósforo se ha asociado con la pronta madurez de los cultivos, particularmente los cereales, y su carencia es acompañada de una marcada reducción del crecimiento de la planta. Se le considera esencial en la formación de semillas. Este mismo autor señala que uno de los fitoreguladores más utilizados es el ácido giberélico que se usa para acelerar o acortar el ciclo vegetativo del progenitor.

Sánchez et al. (1992) señalan que los fertilizantes foliares y los biorreguladores de crecimiento, pueden ser utilizados con mejores resultados para el control de la floración y además pueden incrementar el rendimiento en semillas, comparado con la poda y herbicidas los cuales presentaron menor rendimiento quedando limitados para ser utilizados exclusivamente en el progenitor macho. Para adelantar la floración de tres a cuatro días es recomendable la aplicación de fertilizante foliar con alto contenido de fósforo.

Zaragoza (1992) realizó un trabajo donde utilizó en sus tratamientos fertilizantes foliares para el control de la floración y obtuvo un retardo hasta de cinco días con fertilizante fosforado, mientras que aquellos que contenían los tres elementos esenciales (N, P, K) no presentaron ningún efecto en la floración, pero sí en el rendimiento y calidad de semilla.

Sánchez (1994) señala que la fertilización con fósforo en algunos genotipos retarda la floración alrededor de 1.5 días; coincidiendo con el estudio realizado por Zaragoza (1992) que al utilizar fertilizante foliar fosforado con el genotipo

U de G - 302 obtuvo un retardo en la floración hasta por cinco días difiriendo con Puente (1983) y Williams *et al.* (1988) que señalan que el fósforo acelera la floración .

Las aplicaciones de fertilizantes foliares modifican la floración en el sorgo y no afectan otras variables de interés para la producción de semillas, por lo que se puede aplicar indistintamente a cualquier progenitor (Sánchez, 1994).

b) Podas.

Dungan y Gausman (1951) realizaron podas en maíz logrando retrasar la floración hasta seis, catorce y dieciséis días, sin embargo, reportaron pérdidas en el rendimiento de 26, 44 y 90 por ciento respectivamente.

Cloniger *et al.* (1974) reportan que haciendo podas a las cuatro, seis y ocho hojas, se retardaba la floración de cinco, siete y ocho días respectivamente y se tienen pérdidas en el rendimiento de grano de maíz .

Vanderlip *et al.* (1977) y Tribom *et al.* (1978) realizaron flameado en líneas de sorgo y lograron retardar la floración de cinco a ocho días; sin embargo, existió una reducción en los rendimientos de quince a treinta por ciento aproximadamente. Por lo que se recomienda solamente realizarse en la línea macho y en casos extremos realizarlo a la hembra.

Batiz (1989) menciona que las podas en producción de semilla, principalmente de sorgo para grano, funcionan cuando existe la necesidad de alargar el ciclo vegetativo de un progenitor.

c) Otras.

Hurtado (1995) recomienda polinizaciones manuales cuando no existe la posibilidad de que ocurra en forma natural. El mismo autor señala que la disponibilidad de agua generalmente permite alargar el ciclo de los cultivos, por lo

contrario el limitar los riegos acorta el ciclo vegetativo, teniendo cuidado de partir en condiciones de campo para ambas posibilidades.

Densidad de Siembra.

Woodward (1956) observó que altas densidades de siembra con adición de fertilizante se incrementa el acame.

Una revisión de Holliday (1963) reporta algunas conclusiones de varias especies sobre el efecto de población y espaciamento. En Europa principalmente se concluye que una densidad constante y bajo condiciones más o menos óptimas, decreciendo el ancho del surco por debajo de 20 cm., en la mayoría de los casos se obtiene un incremento en el rendimiento de cereales, y con anchura mayor de 40 cm., se inicia un decremento de rendimiento. Y que el efecto de densidad por si mismo tiene un mayor efecto en aumento al rendimiento que el ancho del surco sobre el rendimiento, pero además existe la evidencia de la interacción, es decir, que las ventajas de rendimientos de surcos estrechos son más marcadas a bajas densidades. Por último encontró que no hay evidencia decisiva a sugerir una mayor eficiencia del fertilizante usado en surcos estrechos comparados con surcos normales.

Watson *et al.* (1963) mostraron la fuerte dependencia existente entre la producción de grano en cereales y el tamaño y duración del área fotosintética de la espiga y hoja bandera. Más recientemente ha sido reconocido que la capacidad de los granos para asimilar los productos de fotosíntesis también pueden ser factor limitante en la producción de grano (Thorne *et al.*, 1969). Esta capacidad depende del número de grano por metro cuadrado formados por el cultivo y de la capacidad asimiladora de cada grano, siendo un factor netamente relacionado con el genotipo.

En un trabajo con trigos híbridos Ganapathy (1968) mostró que el incremento de la densidad de población por unidad de área, y la reducción de la distancia entre surcos incrementaron el porcentaje de luz interceptada.

Vela (1970) evaluó la respuesta de cuatro genotipos semienanos de trigo (INIA F66, Sonora F64, Jori C69 y Bb No. 5). Los sembró en cuatro distancias entre surcos: 15, 30 45 y 60 cm. y en cuatro densidades: 40, 80 120 y 160 kg/Ha. Los resultados de los análisis indicaron diferencias significativas para genotipos, espaciamientos y densidades y sus interacciones para rendimientos. En la interacción genotipo por espaciamiento Jori C69, INIA F66 y Sonora F64 rindieron igual a los espaciamientos a 15, 30 y 45 cm., disminuyendo con 60 cm.; Bb No.5 que es un triple enano fue superior a 15 y 30 cm. pero su rendimiento disminuyó a 45 y 60 cm. Para interacción genotipo por densidad, Inia F66 y Sonora F64 rindieron igual en todas las densidades, pero Jori C69 y Bb No 5 fueron inferiores con 40 kg/Ha. Y finalmente para la interacción espaciamiento por densidad, el rendimiento de los genotipos a 15 y 30 cm. fue similar en todas las densidades, pero con 45 y 60 cm. a una densidad de 160 kg/ha el rendimiento aumenta contrariamente a los reportes hechos por Holliday (1963). A mayores densidades y posiblemente menores espaciamientos que les recomendamos hasta ahora.

Aguilar (1972) deduce lo siguiente:

1.-La producción de materia seca de trigo depende de la intercepción de luz por el cultivo, la cual esta íntimamente fluída por el índice foliar el cual a su vez depende de la distribución de plantas y especialmente del número de plantas. La máxima producción de materia seca, sin embargo, no necesariamente causa una máxima producción de grano.

2.- Un paso importante en la producción de grano es la producción de espigas, la cantidad de luz interceptada en el estado de espigamiento y la sobrevivencia de tallos. Estos factores además tienen influencia en el rendimiento. La completa intercepción de luz en el estado de espigamiento varía de acuerdo con el espaciamiento y especialmente con la densidad empleada, pero los efectos de estos factores en la sobrevivencia de tallos pueden ser opuestos a los efectos de intercepción de luz.

3.- La producción de grano depende no solamente de la duración del área fotosintética, de la espiga y hoja bandera, sino también del número de granos formados (granos por espiga y espigas por metro cuadrado). Una alta densidad (espaciamiento óptimo) puede aumentar la producción de materia seca, pero los efectos en el número de granos depende exclusivamente de los factores señalados en el punto dos.

Robles (1978) indica que el número de plantas/Ha es un punto fundamental para la obtención de buenos rendimientos, dependiendo de las condiciones, principalmente la humedad, bajo las cuales vaya a efectuarse el cultivo. En siembras correspondientes a temporales deficientes o en las de riego limitado, se deberá utilizar de cuatro a seis kg/Ha de semilla. Para cultivos en condiciones medias de humedad (buen temporal o mal temporal con riego de auxilio) se recomienda sembrar de ocho a diez kg/Ha de semilla. Para siembras de riego o de buen temporal uniformemente distribuido, en los cuales el cultivo de sorgo no sufrirá deficiencias de humedad, se recomienda de diez a doce kg. de semilla; sorgo (Sorghum vulgare, Pers). En sorgos forrajeros se recomienda quince kg de semilla por hectárea, pero esto es variable de acuerdo a las condiciones ecológicas y edáficas de las distintas regiones agrícolas. El mismo autor señala que cuando se siembra el sorgo sudan (Sorghum vulgare, Var. Sudanensis) en surcos de 92 cm. de separación, se siembra de 8.0 a 11.5 kg/Ha; cuando se siembra al boleó o en hileras, se recomienda de 22 a 28 kg/Ha. En un experimento se demostró que se obtenía la misma cantidad de forraje sembrando con 8 y 16 kg/Ha y obtenían un poco más que sembrando 23, 31 y 45 kg/Ha de semilla sembradas a chorrillo.

Saldívar (1982) indicó que para adelantar la floración de cinco a siete días hay que disminuir la densidad de siembra y retrasar el riego; para retrasar la floración es conveniente una densidad de siembra mayor.

Williams et al. (1988) indicaron que la población de sorgo sugerida debe ser de 250 mil plantas/Ha y que una densidad alta puede resultar en mayor número de plantas jorras, granos pequeños y menor calidad de la semilla.

Cruz (1992) menciona que el progenitor masculino tiene la tendencia de ahijar a densidades bajas de siembra, permitiendo el amacollamiento y consecuentemente un período más prolongado de producción de polen . Al reducir la densidad de producción es posible adelantar de tres a cuatro días, o bien se puede atrasar la floración varios días utilizando altas densidades de siembra.

Sánchez (1994) menciona que la población óptima por unidad de superficie estará de acuerdo con cada región agrícola con sus condiciones ecológicas y edáficas y también la variedad para producir al máximo su rendimiento.

Calidad de Semilla.

Ching (1973) señala que la calidad fisiológica de las semillas se refiere a características de viabilidad, germinación y vigor para establecer nuevas plántulas, en este aspecto encierra un fenómeno complejo por la interacción de fenómenos genéticos y ambientales.

Thomson (1979) señala por su parte que las diferencias de tamaño de semilla se debe a la influencia por la disponibilidad de nutrientes, humedad y competencia entre ellas. Por otro lado señala que el tamaño de la semilla de la misma planta depende de su posición en la inflorescencia y a la madurez al momento de la cosecha, de tal manera que se pretende producir lotes con semilla uniforme y de preferencia de tamaño grande.

Mc Donald Jr. (1984) señala que los factores que causan cambios en el nivel de vigor de la semilla, incluyen la constitución genética de esta, el medio ambiente y nutrición de la planta madre, integridad mecánica, deterioración, envejecimiento y patógenos.

Miles (1990) menciona que los parámetros de calidad de semilla de mayor interés son: calidad fisiológica (germinación y vigor), pureza genética, apariencia física, tamaño de semilla , sanidad de semilla y humedad.

MATERIALES Y METODOS

Características Agroclimáticas del Area de Estudio

El trabajo de campo se realizó en la localidad de los Belenes, Municipio de Zapopan, Jalisco en el ciclo agrícola Primavera/Verano 1994 y los datos Agroclimáticos de la localidad son los siguientes:

A.S.N.M.	1,515 mt.
LATITUD	20° 45'
LONGITUD	103° 23'
TEMPERATURA MEDIA	22 °C
PERIODO DE LLUVIAS	15 de Junio a 15 de Septiembre.

Durante el ciclo P/V se registra una precipitación pluvial según datos de el Instituto de Astronomía y Meteorológica de la Universidad de Guadalajara de 906.1 mm. como precipitación media, 1,419.2 mm. como precipitación máxima y 409.5 como mínima. El promedio de día despejados en el año es de 218.3 y los vientos dominantes son del Este con una velocidad promedio de 8 km/hr.

El clima, según la clasificación de Thornthwite, modificado por Contreras (1966), el Valle de Guadalajara tiene un clima:

C (oip) B' 1 (a')

que significa:

C = Semiseco.

(oip) = Con Otoño, Invierno y Primavera seco.

B' 1 = Semicálido.

(a') = Sin cambio térmico invernal bien definido.

El suelo en su textura se clasifica como franco - arenoso, el pH del mismo es de 5.4 considerándose ácido. La materia orgánica del terreno es menor al 2 % y se clasifica como pobre.

Materiales Físicos y/o Genéticos

- a) Material físico.-
- Determinador de humedad Steinlite.
 - Recipiente de volumen conocido (300 ml).
 - Balanza granataria.
 - Papel germinador.
 - Agua destilada.
 - Estufa germinadora.

b)Material genético.

El material genético empleado en el trabajo fueron: Dos líneas restauradoras de la fertilidad U de G - 110 y U de G - 302, y dos líneas androestériles Atx - 626 y Atx - 627. En el Cuadro 3.1 se describen las características más importantes de los materiales.

Cuadro 3.1. Características más importantes de los materiales genéticos utilizados en el experimento.

GENOTIPO	CARACTERISTICAS
UDG-110	Línea restauradora de la fertilidad presenta amplia adaptación a condiciones tropicales, subtropicales y templadas, días a floración 85, días a madurez fisiológica 135, con altura de planta de 1.60 mt. y color de grano blanco.
UDG-302	Línea restauradora de la fertilidad, presenta adaptación solo a zonas templadas, días a floración 88, días a madurez fisiológica 145, presenta 1.40 m. de altura de planta, resistente a enfermedades foliares y el color de grano es blanco.
Atx-626	Línea androestéril, presenta adaptación a regiones tropicales, subtropicales y a regiones tropicales, subtropicales y templadas, días a floración 86, días a madurez fisiológica 140, altura de planta 1.40 m. y el color de grano es jaspeado.
Atx-627	Línea androestéril, presenta amplia adaptación, días a floración 82, altura de planta 1.40 mt. y el color de grano es café.

Metodología experimental.

El diseño utilizado fue el de bloques al azar con tres repeticiones y ocho tratamientos con un arreglo de estos en parcelas divididas teniendo como parcela grande los genotipos y parcela chica las densidades.

Cuadro 3.2. Densidades de siembra utilizados por metro lineal y sus equivalencias en plantas por hectárea en los genotipos de sorgo estudiados.

Plantas por Metro	Plantas por Hectárea
12	150,000
16	200,000
20	250,000
24	300,000
28	350,000
32	400,000
36	450,000
40	500,000

La esencia de este diseño estriba, en que el material experimental se divide en grupos, cada uno de los cuales constituye una sola prueba o repetición. El objeto en todas las etapas del experimento fue el de mantener el error experimental dentro de cada grupo, tan pequeño como sea posible en la práctica. Así, cuando las unidades se asignan a los grupos sucesivos, todas las unidades que van en el mismo grupo deben ser comparables. Similarmente durante el curso del experimento se debiera emplear una técnica uniforme para todas las unidades en el mismo grupo.

La parcela experimental fue de dos surcos de 5 mt. de largo y 0.8 mt. de ancho, teniendo como parcela útil 4 mt. lineales de la parte central de cada uno de

los surcos para la medición de la mayoría de las variables y en cosecha se aprovecho solo un metro lineal de cada parcela chica.

Las variables en estudio fueron: días a floración, altura de planta, área foliar, días a madurez fisiológica, longitud de panoja, excerción, rendimiento y calidad de semilla (peso volumétrico, peso de mil semillas y germinación).

Se realizo el análisis de varianza para cada variable, asi como la prueba de medias de Tuckey al 0.01 de probabilidad.

Desarrollo del experimento.

El día 7 de Julio se sembraron las parcelas, realizándolo de manera manual a chorrillo. Se sortearon los bloques para determinar la ubicación de los materiales quedando estos al azar. Después de su germinación se sortearon también los surcos con el fin de que las densidades quedaran también al azar.

Veintisiete días después de germinada la planta se efectúo el aclareo, definiéndose con esto las diferentes densidades de población; 12, 16, 20, 24, 28, 32,36 y 40 plantas por metro lineal, que equivalen a 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 y 500 mil plantas por hectárea respectivamente.

Las aplicaciones de agroquímicos fue a la misma dosis para todos los materiales con el fin de no tener variaciones dentro de experimento.

La fertilización fue realizada de manera manual utilizando la formula 180-60-17, ésta se efectúo a los 27 días de haberla sembrado, al tapar el fertilizante con la cultivadora se controlo por un tiempo la maleza. Cuando ésta renació el control fue manual.

Se detecto una pequeña presencia de gusano cogollero (Spodoptera frugiperda) y el control que se llevo a cabo con Lorsban 480 E a una dósis de 1 lt/Ha. Aprovechando la aplicación de insecticida ese mismo día se aplico una

fertilización foliar a la dosis de 2 Kg/Ha con la formula 20-20-20, esto se realizo 48 días después de la siembra.

Para la toma de datos de la variable días a floración se inicio a los 82 días después de haber sembrado la semilla, efectuándose en el genotipo UdeG- 110 siendo esta la más precoz con un intervalo de 10 días entre esta y la más tardía, que fue la UdeG-302, para recabar estos datos la panoja debía de tener el 50% de las flores abiertas y con el polen viable, tomando en cuenta que la dehiscencia de florecillas se presenta de arriba hacia abajo.

En cuanto a la toma de datos de altura de planta, longitud de panoja, excerción y área foliar se escogieron 10 plantas al azar en cada tratamiento y cada repetición a las cuales se les midió cada una de las variables anteriores.

Se cosecho un metro lineal de cada tratamiento y esta muestra fue pesada en campo para posteriormente desgranar la muestra y pesar el grano sin rastros de la planta, ya pesado el grano se dividió la muestra de cada tratamiento tomando aproximadamente 200 gr. para que con esta cantidad medir el porcentaje de humedad, peso volumétrico y peso de mil semillas.

La última evaluación que se hizo fue la de germinación estándar con cuatro repeticiones de cada tratamiento y el procedimiento normal que se hace en las pruebas de germinación (colocar la semilla de manera correcta, humedecer el papel germinador, mantener la semilla sembrada a una temperatura adecuada y efectuarlo todo con mucha limpieza).

RESULTADOS Y DISCUSION

Se evaluaron ocho densidades de siembra diferentes con el fin de determinar el efecto de las densidades sobre los días a floración, altura de planta, longitud de panoja, excreción, área foliar, días a madurez fisiológica, peso de la semilla, germinación y rendimiento de los genotipos utilizados.

Días a floración. Los resultados plasmados en el Cuadro 4.1, indican que no existió diferencia significativa entre bloques por lo cual se señala que hubo igualdad entre ellos. Los genotipos (Factor A) manifestaron diferencia altamente significativa, lo que refleja que los materiales manifestaron las características genéticas propias. Los tratamientos (Factor B) no fueron significativos en esta variable y no afectaron los días a floración de cada genotipo. A pesar de que existen diferencias entre genotipos, la interacción no es significativa, es decir la densidad no produce ningún cambio. El coeficiente de variación es bajo (de 1.62).

Cuadro 4.1. Análisis de varianza de la variable Días a Floración de sorgo en ocho diferentes densidades de siembra.

FV	Gl	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	4.312500	2.156250	0.5625NS	0.600
GENOTIPOS (A)	3	180.375000	60.125000	15.6848 **	0.004
ERROR (A)	6	23.000000	3.833333		
DENSIDADES (B)	7	9.562500	1.366071	0.8315NS	0.567
INTERACCION A*B	21	44.687500	2.127976	1.2953NS	0.218
ERROR (B)	56	92.000000	1.642857		
C.V. %		1.620937			

NS = No Significativo; * = Significativo ($\alpha \leq 0.05$); ** = Significativo ($\alpha \leq 0.01$).

Al realizar la prueba de medias para el Factor A (Genotipos) se observa que el genotipo UdeG-302 fue el más tardío siendo estadísticamente diferente a las

demás, el UdeG-110 fue el más precos, sin embargo es estadísticamente igual a las líneas Atx-626 y Atx-627 (Cuadro 4.2).

Cuadro 4.2. Comparación de medias de los genotipos de sorgo evaluados para días a floración.

Genotipos (A)	Días a floración
UdeG-302	86.333336 a*
Atx-626	83.708336 b
Atx-627	83.208336 b
UdeG-110	82.833336 b

* = Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha \leq 0.01$).

En lo que respecta al Factor B (Densidades) el Cuadro 4.3 indica que en este experimento la densidad de siembra no interfirió en el tiempo que tarda en florecer la planta, puesto que el tratamiento uno que fue el que mas días a floración presento es estadísticamente igual al tratamiento seis que fue el que menos días a floración presento.

Cuadro 4.3. Comparación de medias de los tratamientos con ocho diferentes densidades de siembra para días a floración.

Trat.	No. Densidades (B) (Plantas/Hectárea)	Días a floración
1	150,000	84.500000*
3	250,000	84.250000 a
4	300,000	84.250000 a
5	350,000	84.250000 a
7	450,000	83.833336 a
8	500,000	83.833336 a
2	200,000	83.750000 a
6	400,000	83.500000 a

* = Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha \leq 0.01$).

La interacción no presento diferencia significativa por lo que se deduce que los genotipos estudiados no se vieron afectados por las densidades de siembra en su desarrollo normal hasta llegar a floración(Figura 4.1). Sin embargo, se puede

observar que en lo referente a la variedad UDG-110, cuando se utiliza una densidad de 200 mil plantas por hectárea presenta mayor precocidad que utilizando las demás densidades.

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

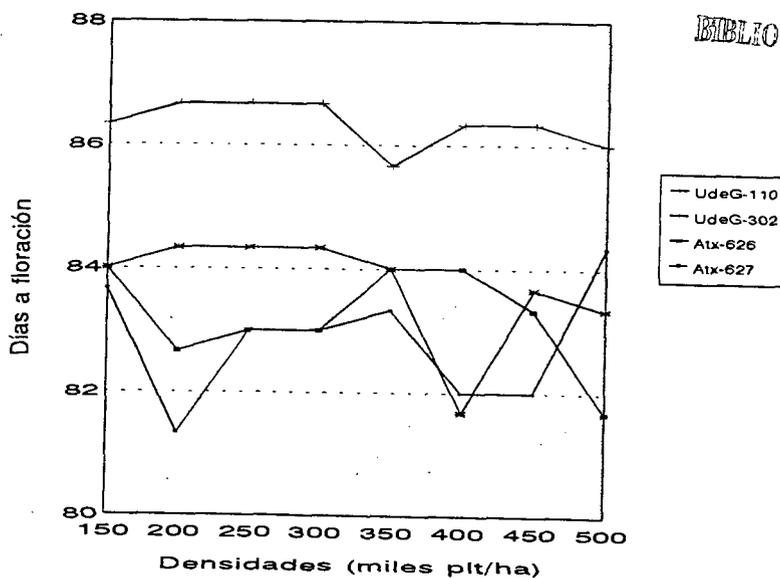


Figura 4.1. Interacción para la variable días a floración en cuatro genotipos de sorgo a ocho diferentes densidades de siembra

Altura de planta. El análisis de varianza efectuado para esta variable (Cuadro 4.4) demuestra que para repeticiones no hubo diferencia significativa, lo que indica que presentó homogeneidad entre bloques. El Factor A (Genotipos) muestra diferencia altamente significativa lo que quiere decir que la altura de planta de cada genotipo es determinada por la información genética ya que los tratamientos no fueron significativos y por tanto no afectaron a la altura de planta. No fue significativa la interacción, lo que reafirma que para esta variable las densidades no influyeron sobre los genotipos. El coeficiente de variación es bajo en esta variable (9.86).

Cuadro 4.4. Cuadrados medios y significancia para altura de planta en ocho densidades de siembra diferentes.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	115.125000	57.562500	0.2993NS	0.754
GENOTIPOS (A)	3	1855.250000	618.416687	3.2160**	0.004
ERROR (A)	6	1153.750000	192.291672		
DENSIDADES (B)	7	1408.875000	201.267853	1.8177NS	0.101
INTERACCION A*B	21	3004.875000	143.089279	1.2923NS	0.220
ERROR (B)	56	6200.750000	110.727676		
C. V. %		9.861515			

NS = No Significativo; * = Significativo ($\alpha \leq 0.05$); ** = Significativo ($\alpha \leq 0.01$).

Con respecto al Factor A (Genotipos) al realizar la prueba de comparación de medias (Cuadro 4.5) se muestra al genotipo UdeG-302 como el de más altura y este es estadísticamente diferente a los genotipos Atx-626 y UdeG-110, mientras que el genotipo Atx-627 es el que tiene el segundo valor más alto en altura de planta, los genotipos Atx-626 y UdeG-110 son estadísticamente similares y presentaron la altura de planta más baja.

Cuadro 4.5. Comparación de medias de los genotipos de sorgo evaluados para altura de planta en ocho densidades de siembra distintas.

Genotipos (A)	Altura de planta (cm)
UdeG-302	117.200005 a *
Atx-627	111.500000 ab
Atx-626	106.537498 b
UdeG-110	106.533333 b

* = Medias con la misma letra son iguales estadísticamente (Tukey $\alpha \leq 0.01$)

Para el Factor B (Densidades) el tratamiento que más altura de planta presentó fue el tercero, con 114.13 cm pero la diferencia con el de menor altura que fue el tratamiento número uno es de 13 cm. y no se les considera diferentes en lo estadístico (Cuadro 4.6).

Cuadro 4.6. Comparación de medias de los tratamientos para altura de planta con ocho densidades de siembra.

No. Trat.	Densidades (Plantas/Hectárea)	Altura de planta (cm)
3	250,000	114.133339 a*
8	500,000	113.133331 a
5	350,000	113.116669 a
6	400,000	112.750008 a
4	300,000	110.025002 a
2	200,000	109.674995 a
7	450,000	109.325005 a
1	150,000	101.383339 a

* = Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha \leq 0.01$).

En cuanto a la interacción entre genotipos y densidades para esta variable no fue significativa. En el caso del genotipo UDG-302 utilizado como línea

Restauradora (R) no se vio afectado en su altura normal al incrementar la densidad de siembra a partir de 150,000 plt/ha. En tanto que el caso de la UDG-110 al utilizarse una densidad de 150 mil plantas por hectárea se observa una altura menor a 80 cm, ya que si se compara con las demás densidades se aprecia un incremento mayor en altura de la misma. En lo referente a las líneas "A" se observa interacción aunque esta no se toma como significativa (Figura 4.2).

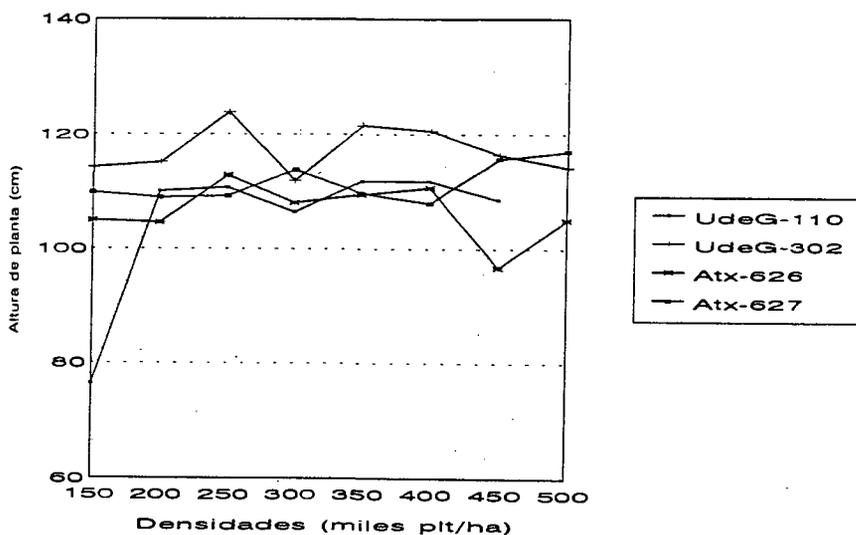


Figura 4.2 Interacción para la variable altura de planta en cuatro genotipos de sorgo a ocho diferentes densidades de siembra.

Area foliar. Para esta variable encontramos diferencia altamente significativa en genotipos (Factor A), tratamientos (Factor B) así como en la interacción genotipos-tratamientos, el coeficiente de variación se encuentra bajo (18.56) (Cuadro 4.7).

Cuadro 4.7. Cuadrados medios y significancia para la variable área foliar en ocho densidades de siembra.

FV	GL	SC	CM	F	P > F
REPETICIONES	2	1809.125000	904.562500	1.1320NS	0.384
GENOTIPOS (A)	3	169125.875000	56375.292969	70.5518**	0.000
ERROR (A)	6	4794.375000	799.062500		
DENSIDADES (B)	7	15479.125000	2211.303467	5.7991**	0.000
INTERACCION A*B	21	34390.125000	1637.625000	4.2996**	0.000
ERROR (B)	56	246952.500000	381.319183		
C. V. %		18.565968			

NS = No Significativo; * = Significativo ($\alpha \leq 0.05$); ** = Significativo ($\alpha \leq 0.01$).

En el Cuadro 4.8 se observa que para el Factor A el genotipo UdeG-110 fue el más extenso en su área foliar con 179.92 cm², el segundo valor en área foliar es el genotipo UdeG-302, el genotipo Atx-627 tiene el tercer valor con 86.62 cm² de área foliar y por último el genotipo Atx-626 es el cuarto valor estadístico en área foliar, y todos son estadísticamente diferentes.

Cuadro 4.8. Comparación de medias de los genotipos de sorgo evaluados para área foliar en ocho densidades de siembra diferentes.

Genotipos (A)	Area foliar (cm ²)
UdeG-110	179.926025 a *
UdeG-302	105.841042 b
Atx-627	86.625420 c
Atx-626	70.061241 d

* = Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha \leq 0.01$).

En lo que refiere al Factor B (Densidades) tenemos dos grupos formados, el primero formado por las densidades de 200, 250 y 300 mil plantas/hectárea las

cuales son estadísticamente similares, el segundo grupo esta integrado por las densidades de 150, 400, 500, 450 y 350 mil plantas/hectárea que son estadísticamente iguales entre sí (Cuadro 4.9).

Cuadro 4.9. Comparación de medias de los tratamientos con ocho densidades de siembra para área foliar.

No. Trat.	Densidades (Plantas/Hectárea)	Area Foliar (cm ²)
4	300,000	132.874161 a*
2	200,000	124.246246 a
3	250,000	120.552498 a
1	150,000	105.622917 b
6	400,000	104.859161 b
8	500,000	103.283333 b
7	450,000	99.259987 b
5	350,000	94.209167 b

* = Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha \leq 0.01$)

La interacción Genotipo-Densidad al hacer la comparación de medias, se encontró que para el genotipo UdeG-110 la densidad que más área foliar alcanzó fue la de 300 mil plt/ha con 244.68 cm², la densidad que menos área foliar presentó fue 450 mil plt/ha con 128.65 cm². El genotipo UdeG-302 al hacer la comparación de medias indica que los mejores tratamientos fueron los de 300, 200 150 mil plt/ha con 128.13, 118.29 y 117.77 cm², con respecto a las densidades que menos área foliar al interaccionar con este genotipo fueron las de 450 y 500 mil plt/ha con 92.49 y 77.77 cm² de área foliar.

El comportamiento de la interacción Genotipo-Densidad para el genotipo Atx-626 fue de la siguiente manera: Las densidades de 250, 300 y 450 mil plt/ha fueron las que lograron mayor área foliar con 82.14, 76.21 y 74.22 cm², en

contraste con las densidades de 350, 500 y 200 mil plt/ha con una área foliar de 64.27, 63.19 y 57.84 cm². Las densidades que mayor área foliar alcanzaron en el genotipo Atx-627 son las de 450 y 400 mil plantas/hectárea con 101.66 y 95.86 cm², y las que menos área foliar mostraron fueron las de 250 y 150 mil plantas/hectárea (Figura 4.3).

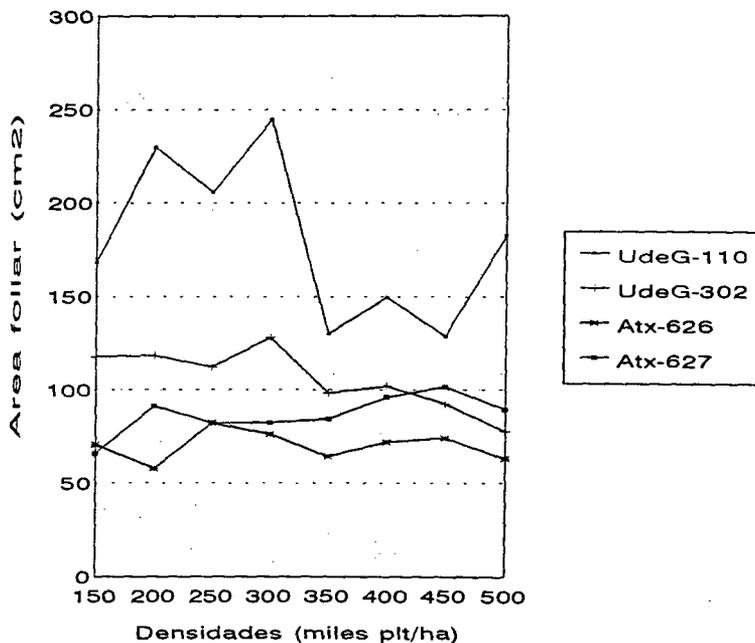


Figura 4.3 Interacción para la variable área foliar en cuatro genotipos de sorgo a ocho diferentes densidades de siembra.

Exerción. En este caso encontramos que no existe diferencia en los bloques. Los genotipos (Factor A) al igual que en las anteriores variables presento diferencia altamente significativa, lo que quiere decir que la exerción de cada genotipo se diferencia por las características genéticas. Los tratamientos (Factor B) no mostraron diferencia significativa, lo que indica que sembrar 150 o 500 mil plt/ha no afectan la exerción. No fue significativa la interacción Genotipo-Densidad y significa que los tratamientos no afectaron a los genotipos en la exerción, este coeficiente de variación es el mas alto de experimento (28.4) (Cuadro 4.10).

Cuadro 4.10. Cuadrados medios y significancia para exerción en sorgo con ocho densidades de siembra distintas.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	56.102051	28.313232	1.9952NS	0.216
GENOTIPOS (A)	3	1856.122070	618.337891	43.9121**	0.001
ERROR (A)	6	84.355957	14.059326		
DENSIDADES (B)	7	30.816895	4.355957	0.9482NS	0.522
INTERACCION A*B	21	97.927246	4.569266	1.0044NS	0.474
ERROR (B)	56	259.996094	4.642787		
C. V. %		28.435648			

NS = No Significativo; * = Significativo ($\alpha \leq 0.05$); ** = Significativo ($\alpha \leq 0.01$).

El Factor A (Genotipos) al realizar la prueba de comparación de medias dio como resultado que la línea Atx-627 presento como media el valor más alto y es estadísticamente distinto a los demás, la línea Atx-626 que tiene 11.17 cm. de exerción se situó en el segundo lugar, el tercer grupo estadístico esta formado por las líneas " R" que son la U de G-110 y U de G-302 que presentaron los valores más bajos.

Cuadro 4.11. Comparación de medias de los genotipos evaluados para excerción con ocho densidades de siembra distintos.

Genotipos (A)	Excerción (cm)
Atx-627	13.942081a*
Atx-626	11.170834 b
UdeG-110	4.100000 c
UdeG-302	3.875000 c

* = Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha \leq 0.01$).

A pesar de que esta prueba de medias para el Factor B (Densidades) presenta a las densidades más altas (500, 400 y 350 mil plt/ha) como las que alcanzaron los valores de mayor longitud en la excerción, no fueron estadísticamente diferentes a las densidades que alcanzaron los valores más bajos de excerción (300, 250 y 200 mil plt/ha) y así lo muestra el Cuadro 4.12.

Cuadro 4.12. Comparación de medias de los tratamientos de ocho densidades de siembra para la excerción en sorgo.

No. Trat.	Densidades (Plantas/Hectárea)	Excerción (cm)
8	500,000	9.333333a*
6	400,000	8.825833a
5	350,000	8.633333a
1	150,000	8.025001a
7	450,000	8.008332a
2	200,000	7.983334a
3	250,000	7.870833a
4	300,000	7.495833a

* = Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha \leq 0.01$).

La interacción genotipo-densidad encontrada en esta variable no fue significativa para que existiera variación en la excerción que cada genotipo presenta de manera ordinaria; las líneas restauradoras de la fertilidad se comportaron de manera similar y las líneas "A" tampoco fueron significativas en la interacción (Figura 4.4).

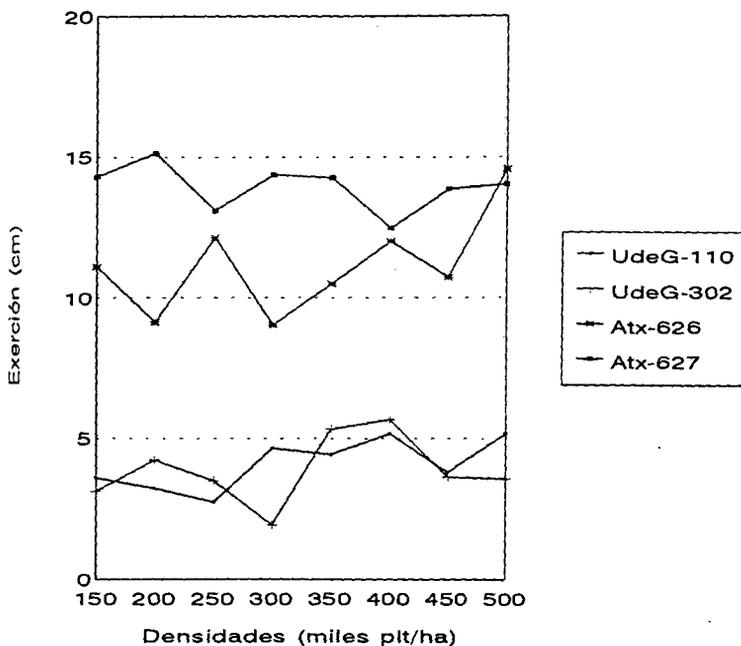


Figura 4.4 Interacción para la variable excerción en cuatro genotipos de sorgo a ocho diferentes densidades de siembra.

Longitud de panoja. El hecho de no haber encontrado diferencia entre bloques nos indica que hubo homogeneidad entre ellos. Para el Factor A (Genotipos) la diferencia fue altamente significativa, esto es que ningún genotipo vio afectadas sus características genéticas por las densidades, lo que se corrobora al no encontrar diferencias significativas entre tratamientos (Factor B), y por tanto la longitud de panoja no variara al incrementar o disminuir la densidad de siembra. La interacción no fue significativa e indica que ningún genotipo se afecto con las densidades en su longitud de panoja. El coeficiente de variación es bajo (7.9). El Cuadro 4.13 del análisis de varianza para esta variable así lo indica.

Cuadro 4.13. Cuadrados medios y significancia de la variable longitud de panoja de sorgo en ocho diferentes densidades de siembra.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	9.691406	4.845703	0.9673NS	0.565
GENOTIPOS (A)	3	456.863281	152.287766	30.3982**	0.001
ERROR (A)	6	30.058594	5.009766		
DENSIDADES (B)	7	30.535156	4.362165	1.5488NS	0.170
INTERACCION A*B	21	67.726563	3.225074	1.1451NS	0.333
ERROR (B)	56	157.722656	2.816476		
C. V. %		7.961303			

NS = No Significativo; * = Significativo ($\alpha \leq 0.05$); ** = Significativo ($\alpha \leq 0.01$).

Para el Factor A (Genotipos), al hacer la comparación de medias se observa que estos se comportaron de manera diferente estadísticamente; el genotipo con el valor más alto es el genotipo U de G-302, el segundo con un valor estadístico de 22.84 cm. de longitud de panoja es el genotipo UdeG-110, la línea Atx-627 y la línea Atx-627 tienen el valor más bajo de longitud de panoja, pero son estadísticamente iguales (Cuadro 4.14).

Cuadro 4.14. Comparación de medias de los genotipos de sorgo evaluados para la variable longitud de panoja en ocho densidades de siembra diferentes.

Genotipos (A)	Longitud de panoja (cm)
UdeG-302	24.954163 a*
UdeG-110	22.841667 b
Atx-627	20.129999 c
Atx-626	19.513330 c

* = Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha \leq 0.01$).

La prueba de medias para el Factor B (Genotipos), se observa que la diferencia entre el valor más alto que es el tratamiento cuatro y el tratamiento cinco con el valor más bajo es de un centímetro y por consecuencia son estadísticamente iguales a todos los tratamientos, por tanto se estipula que en este experimento diferentes densidades de siembra no aumentaron ni disminuyeron la longitud de la panoja en los genotipos utilizados (Cuadro 4.15).

Cuadro 4.15. Comparación de medias de los tratamientos con ocho densidades de siembra para longitud de panoja en sorgo.

No. Trat.	Densidades (Plantas/Hectárea)	Longitud de panoja (cm)
4	300,000	22.966667 a*
3	250,000	22.309999 a
2	200,000	22.158333 a
6	400,000	21.841667 a
1	150,000	21.708334 a
8	500,000	21.468332 a
7	450,000	21.299997 a
5	350,000	21.125000 a

* = Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha \leq 0.01$).

En la interacción entre los Factores AxB no se encontró diferencia significativa de tal manera la respuesta de los genotipos a las distintas densidades fue similar para las líneas utilizadas como líneas "R". En los genotipos que

fungieron como líneas "A" tampoco se encontró diferencia que fuese significativa (Figura 4.5).

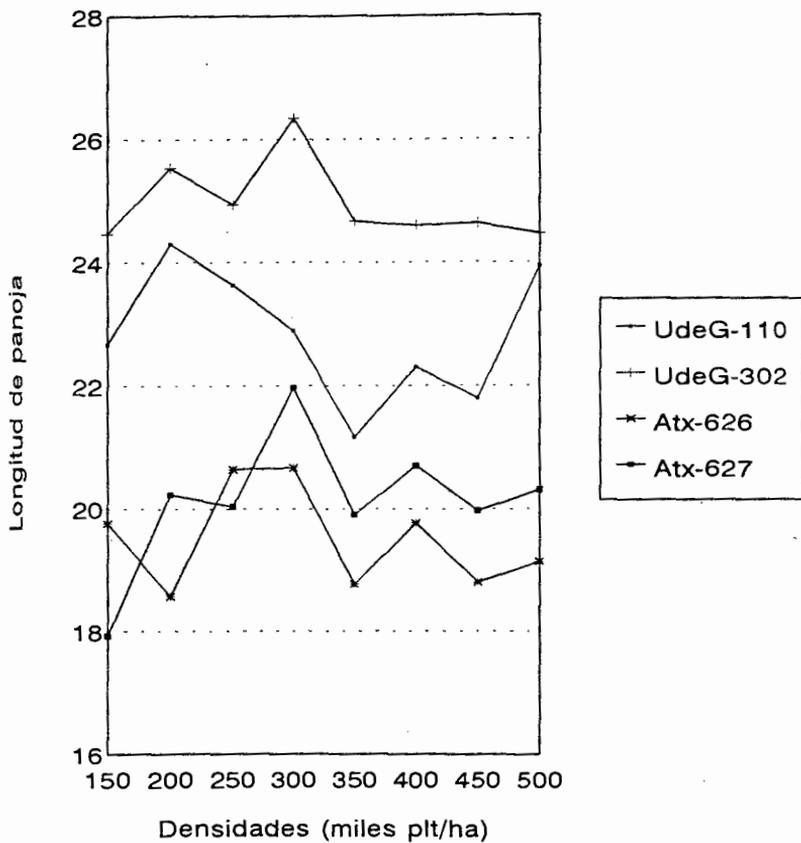


Figura 4.5 Interacción para la variable longitud de panoja en cuatro genotipos de sorgo a ocho densidades de siembra.

Días a madurez fisiológica. El análisis de varianza realizado indica que no existió diferencia entre bloques. Como en anteriores variables los genotipos (Factor A) reflejaron diferencia altamente significativa y los días a madurez fisiológica fueron determinados por las características genéticas de cada uno. Los tratamientos (Factor B) no influyeron para que se afectaran los días a madurez fisiológica pues la diferencia al sembrar 150 o 500 mil plt/ha fue de menos de un día. Los genotipos no interaccionaron con las densidades, es decir que los tratamientos no incitaron ningún cambio en los genotipos. El coeficiente de variación es muy bajo en esta variable (1.2) (Cuadro 4.16).

Cuadro 4.16. Cuadrados medios y significancia de la variable días a madurez fisiológica de sorgo en ocho densidades de siembra distintas.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	43.625000	21.812500	2.5413NS	0.158
GENOTIPOS (A)	3	2830.000000	943.333313	109.9029**	0.000
ERROR (A)	6	51.500000	8.583333		
DENSIDADES (B)	7	8.750000	1.250000	0.7235NS	0.654
INTERACCION A*B	21	31.875000	1.517857	0.8786NS	0.617
ERROR (B)	56	96.750000	2.391129		
C. V. %		1.210531			

NS = No Significativo; * = Significativo ($\alpha \leq 0.05$); ** = Significativo ($\alpha \leq 0.01$).

Para la misma variable el Cuadro 4.17 nos muestra que para el Factor A (Genotipos), los materiales están conformados de la siguiente manera: El primero es el genotipo U de G-302 con el valor más alto en días a madurez fisiológica, lo que lo hace estadísticamente distinto a los demás, el segundo valor estadístico lo forman los genotipos Atx-627 y Atx-626, el tercer genotipo U de G-110 con el valor más bajo en días a madurez fisiológica es el más precoz en esta variable.

Cuadro 4.17. Comparación de medias de los genotipos de sorgo evaluados para la variable días a madurez fisiológica en ocho diferentes densidades de siembra.

Genotipos (A)	Días a madurez fisiológica
UdeG-302	136.000000 a*
Atx-627	127.208336 b
Atx-626	127.000000 b
UdeG-110	120.750000 c

* = Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha \leq 0.01$).

El Factor B (Densidades) en el Cuadro 4.18 se plasma un solo grupo, ya que la densidad de mayor valor es la de 400 mil plt/ha y la diferencia con la de menor valor que es la de 200 mil plt/ha es de solo un día, por tanto se observa homogeneidad en todas las densidades por lo que para esta variable al densidad de plantas por hectárea no afectan en cuanto al incremento o bien disminución de los días a madurez fisiológica.

Cuadro 4.18. Comparación de medias de los tratamientos con ocho densidades de siembra para la variable días a madurez fisiológica en sorgo.

No. Trat.	Densidades (Plantas/Hectárea)	Días a madurez fisiológica
6	400,000	128.083328 a*
8	500,000	128.083328 a
7	450,000	127.916664 a
1	150,000	127.916664 a
5	350,000	127.750000 a
4	300,000	127.583336 a
3	250,000	127.333336 a
2	200,000	127.250000 a

* = Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha \leq 0.01$).

Para la interacción genotipos - densidades no se presento diferencia significativa por lo que se deduce que para esta variable los genotipos UdeG-110 y UdeG-302 presentaron la misma tendencia o respuesta a las diferentes densidades de siembra utilizadas en este experimento, La única interacción que se presento

fue entre los genotipos Atx-626 y Atx-627 pero esta no fue estadísticamente significativa (Figura 4.6).

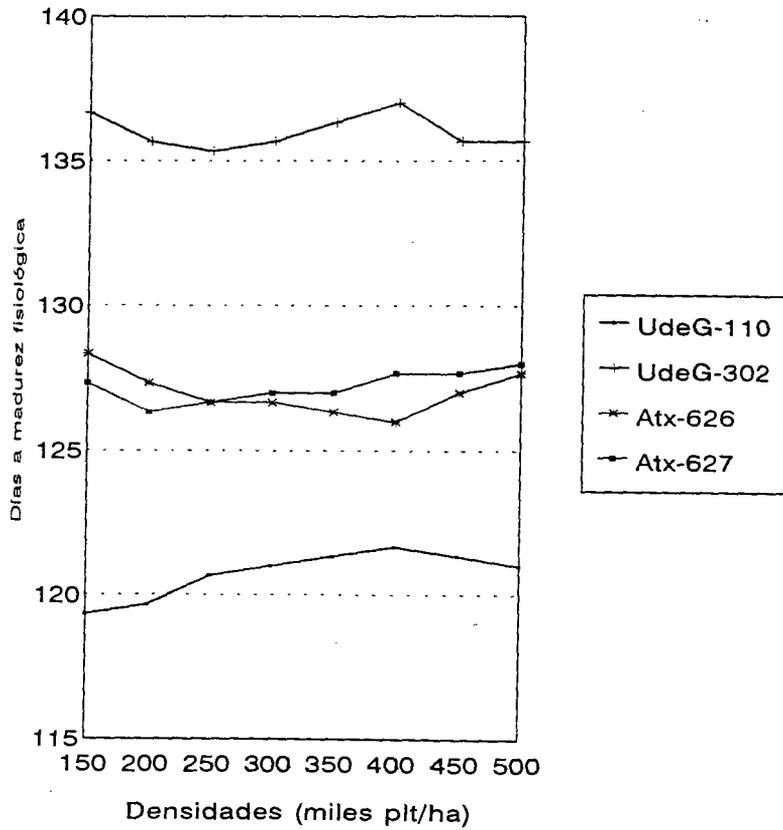


Figura 4.6 Interacción para la variable días a madurez fisiológica en cuatro genotipos de sorgo a ocho densidades de siembra.

Peso en volumen conocido 300 ml. Diferencia altamente significativa entre bloques es lo que nos muestra el Cuadro 4.19 del análisis de varianza para esta variable. Este mismo análisis nos muestra diferencia altamente significativa entre genotipos (Factor A) lo que quiere decir que la mayor diferencia es por las características genéticas de cada línea, más no en su totalidad para esta variable puesto que los tratamientos (Factor B) se mostraron significativos, por tanto si afecto la densidad de siembra al peso volumétrico. El hecho de que no fue significativa la interacción Genotipo-Densidad, indica que los genotipos se vieron afectados de manera similar disminuyendo su peso a densidades altas e incrementándolo a densidades bajas. El coeficiente de variación es muy bajo en esta variable (2.3).

Cuadro 4.19. Cuadrados medios y significancia para la variable peso en volumen conocido (300 ml.) en ocho densidades de siembra diferentes.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	139.000000	69.500000	24.8030**	0.002
GENOTIPOS (A)	3	203.187500	67.729164	24.1710**	0.002
ERROR (A)	6	16.812500	2.802083		
DENSIDADES (B)	7	60.750000	8.678572	2.6315*	0.020
INTERACCION A*B	21	82.125000	3.910714	1.1858NS	0.298
ERROR (B)	56	184.687500	3.297991		
C. V. %		2.38			

NS = No Significativo; * = Significativo ($\alpha \leq 0.05$); ** = Significativo ($\alpha \leq 0.01$).

Al hacer la prueba de comparación de medias para el Factor A (Genotipos), se observa que el genotipo U de G-302 presento el valor más alto y es estadísticamente diferente a las demás, el genotipo UdeG-110 presento el valor más bajo pero es estadísticamente igual a las líneas Atx-627 y Atx-626 pues solo existe un gramo que las diferencia (Cuadro 4.20).

Cuadro 4.20. Comparación de medias de los genotipos de sorgo evaluados para peso en volumen conocido (300 ml.) en ocho densidades de siembra diferentes.

Genotipos (A)	Peso en volumen conocido (300 ml.)
UdeG-302	78.770836 a*
Atx-627	76.012497 b
Atx-626	75.258339 b
UdeG-110	75.204163 b

* = Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha \leq 0.01$).

En la prueba de medias del Factor B (Densidades), localizada en el Cuadro 4.21 se observa que la densidad de siembra de 200 mil plantas por hectárea es el valor más alto y es estadísticamente diferente a las otras, en la densidad de siembra de 500 mil plantas por hectárea al ser el valor más bajo se diferencia estadísticamente de las demás, observamos igualdad estadística con las densidades de 150, 250, 300, 350, 400 y 450 mil plantas por hectárea.

Cuadro 4.21. Comparación de medias de los tratamientos con ocho densidades de siembra para peso en volumen conocido de sorgo.

No. Trat.	Densidades (Plantas/Hectárea)	Peso en volumen conocido (300 ml.)
2	200,000	77.125000 a
3	250,000	76.991669 a b
4	300,000	76.741661 a b
1	150,000	76.691666 a b
5	350,000	76.649994 a b
7	450,000	76.174995 a b
6	400,000	75.474998 a b
8	500,000	74.641663 b

* = Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha \leq 0.01$).

La interacción en esta variable no fue significativa en los genotipos de sorgo utilizados en el experimento, ya que todos respondieron de manera similar, a menor densidad mayor peso y al incrementar la densidad el peso volumétrico disminuyó (Figura 4.7).

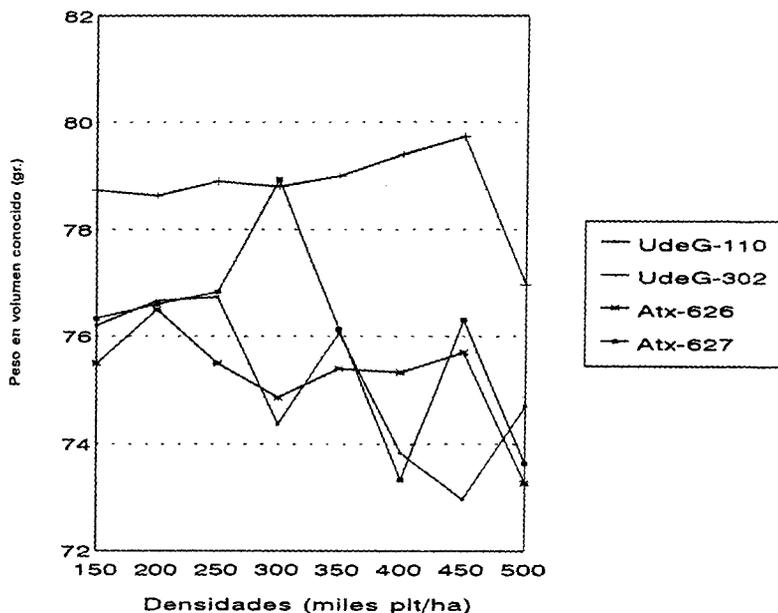


Figura 4.7 Interacción para la variable peso en volumen conocido en cuatro genotipos de sorgo a ocho densidades de siembra distintos.

Peso de 1000 semillas. El peso de mil semillas en su análisis de varianza arroja diferencia altamente significativa en bloques lo que se constata en el Cuadro 4.22. En este mismo cuadro se encontró que el Factor A (Genotipos), muestra diferencia altamente significativa y viene a reafirmar que en este experimento las mayores diferencias fueron causadas por la información genética de cada genotipo. Por su parte los tratamientos (Factor B) en esta variable no influyeron en el aumento o disminución del peso en la semilla. No fue significativa la

interacción, pues no influyeron las densidades en la variación del peso en los genotipos. El coeficiente de variación es bajo en esta variable (10.81).

Cuadro 4.22. Cuadrados medios y significancia para el peso de mil semillas en ocho densidades de siembra en sorgo.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	115.750000	57.875000	12.5719**	0.008
GENOTIPOS (A)	3	1069.066406	356.354669	77.4094**	0.000
ERROR (A)	6	27.621094	4.603516		
DENSIDADES (B)	7	21.957031	3.136719	0.4336NS	0.877
INTERACCION A*B	21	252.464844	12.022136	1.6617NS	0.067
ERROR (B)	56	405.140625	7.234654		
C. V. %		10.81			

NS = No Significativo; * = Significativo ($\alpha \leq 0.05$); ** = Significativo ($\alpha \leq 0.01$).

Los Genotipos (Factor A), al realizar la prueba de medias indican que el Genotipo que mayor peso en mil semillas presento fue el UdeG-302 y eso lo ubica de manera diferente estadísticamente a las demás, el genotipo Atx-627 obtuvo el segundo valor mas alto lo que la sitúa dentro de la prueba de manera diferente a las demás, el genotipo Atx-626 presento el tercer valor en cuanto a peso de mil semillas se refiere y también es diferente estadísticamente a las demás, la UdeG-110 se ubica como el cuarto valor y esto la diferencia en cuanto a estadística se refiere de las demás (Cuadro 4.23).

Al hacer la prueba de comparación de medias para el Factor B (Densidades) en la variable peso de mil semillas se encontró que el valor más alto lo presento la densidad de 450 mil plt/ha pero esto no la hace diferente estadísticamente a las demás pues su diferencia con la de menor peso fue de poco más de un gramo, lo

Cuadro 4.23. Comparación de medias de los genotipos de sorgo evaluados para peso de mil semillas en ocho densidades de siembra diferentes.

Genotipos (A)	Peso de mil semillas (gr.)
UdeG-302	28.979166 a*
Atx-626	23.812500 b
Atx-627	26.666666 c
UdeG-110	20.041666 d

* = Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha \leq 0.01$).

que indica que las distintas densidades no fueron determinantes para que esta variable incrementara o disminuyera su valor.

Cuadro 4.24. Comparación de medias de los tratamientos con ocho densidades de siembra para peso de mil semillas en sorgo.

No. Trat.	Densidades (Plantas/Hectárea)	Peso de mil semillas (gr.)
7	450,000	25.625000 a*
2	200,000	25.291666 a
4	300,000	25.125000 a
8	500,000	25.083334 a
5	350,000	24.916666 a
1	150,000	24.458334 a
6	400,000	24.375000 a
3	250,000	24.125000 a

* = Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha \leq 0.01$).

Al no encontrar interacción de manera significativa entre los factores AxB pudimos confirmar que en este experimento las distintas densidades de siembra utilizadas no influyeron en el aumento o bien en la disminución del peso de la semilla (Figura 4.8).

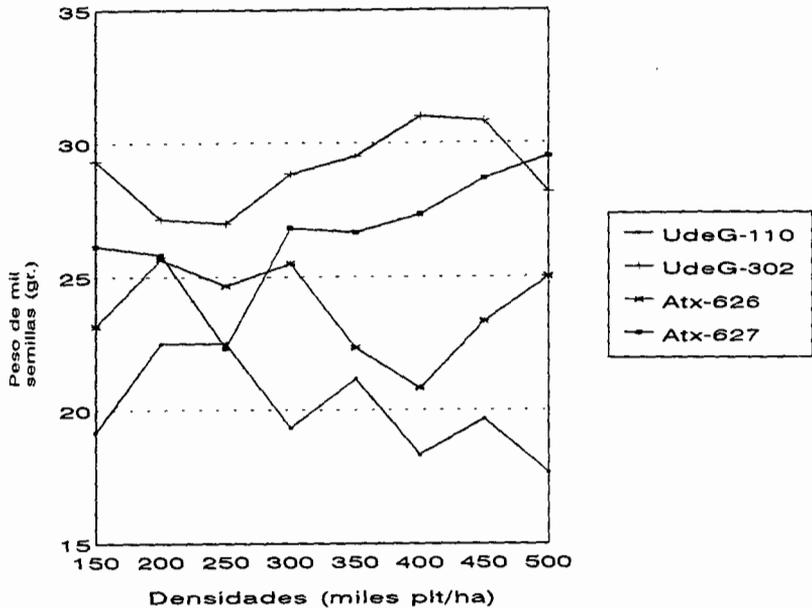


Figura 4.8 Interacción para la variable peso de mil semillas en cuatro genotipos de sorgo a ocho diferentes densidades de siembra.

Germinación Estándar. Esta variable al realizar el análisis de varianza, mostró un resultado no significativo en los bloques, esto se debe a que el manejo al sembrar los cuatro genotipos en igual número de repeticiones fue similar en cuanto a asepsia, número de semillas, posición de estas en el papel germinador, etc. Los genotipos (Factor A) no fueron significativos para que fuera distinto estadísticamente el porcentaje de germinación entre un genotipo y otro. Los tratamientos (Factor B) por sí solos no representaron diferencia estadística por lo que es lo mismo sembrar 150 y 500 mil plt/ha y no se encontrará variación en el porcentaje de germinación. Al interaccionar los genotipos con las densidades se observó que los tratamientos afectaron a los genotipos en su germinación. El

coeficiente de variación una vez más en este experimento es bajo (8.2) (Cuadro 4.25).

Cuadro 4.25. Cuadrados medios y significancia para germinación estándar en ocho densidades de siembra en sorgo.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	267.250000	133.625000	2.3853NS	0.173
GENOTIPOS (A)	3	279.687500	93.229164	1.6642NS	0.272
ERROR (A)	6	336.125000	56.020832		
DENSIDADES (B)	7	315.312500	45.044643	1.1799NS	0.329
INTERACCION A*B	21	2530.750000	120.511902	3.1567**	0.000
ERROR (B)	56	2137.875000	38.176338		
C.V. %	8.23				

NS= No Significativo; * = Significativo ($\alpha \leq 0.05$); ** = Significativo ($\alpha \leq 0.01$).

En el Factor A (Genotipos) al elaborar la prueba de medias, el Cuadro 4.26, refleja el comportamiento de los cuatro genotipos con respecto a su porcentaje de germinación mostrando que son estadísticamente iguales, debido a que el genotipo UdeG-110 se presenta como el de más alto porcentaje, el genotipo Atx-627 le continua en porcentaje de germinación con 73%, el genotipo UdeG-302 es el siguiente en el porcentaje de germinación y la variedad Atx-626 tiene el porcentaje más bajo. Debido a que la diferencia entre el porcentaje mas alto y el porcentaje más bajo es de 4% ningún genotipo es diferente estadísticamente.

Cuadro 4.26. Comparación de medias de los genotipos de sorgo evaluados para germinación estándar en ocho densidades de siembra.

Genotipos (A)	Germinación %
UdeG-110	77.690010 a*
Atx-627	75.489174 a
UdeG-302	73.739174 a
Atx-626	73.386246 a

* = Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha \leq 0.01$).

Los tratamientos (Factor B) se comportaron estadísticamente iguales por lo que conformaron un solo grupo estadístico, lo que quiere decir que para éste experimento no existió ninguna diferencia entre sembrar con 150 mil y 500 mil plantas por hectárea con la finalidad de que se afectara el porcentaje de germinación (Cuadro 4.27).

Cuadro 4.27. Comparación de medias de los tratamientos con ocho densidades de siembra para germinación en sorgo.

No. Trat.	Densidades (Plantas/Hectárea)	Germinación %
4	300,000	77.903328 a*
3	250,000	76.743332 a
7	450,000	75.562500 a
6	400,000	75.468330 a
5	350,000	75.229996 a
8	500,000	74.163338 a
2	200,000	74.111664 a
1	150,000	71.426666 a

* = Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha \leq 0.01$).

En esta variable la interacción presento diferencia altamente significativa, lo que indica que los genotipos reaccionaron cada uno de diferente manera con las distintas densidades de siembra. En primer lugar el genotipo UdeG-110 alcanzo el máximo porcentaje de germinación con 83.15 % en la densidad de siembra de 250 mil plantas por hectárea, continuando la densidad de 150 mil plt/ha con un porcentaje de germinación de 81.77 %; las densidades que menos porcentaje alcanzaron fueron las de 500 y 200 mil plantas por hectárea con 72.44 y 70.99 % de germinación. En lo que respecta al genotipo UdeG-302, las densidades que lograron el máximo de germinación que fueron: 500, 450 y 400 mil plantas por hectárea con 82.40, 79.34 y 77.40 % respectivamente, en contraste con las densidades de 250, 200 y 150 mil plantas por hectárea con 72.04, 64.91 y 59.67 % de germinación respectivamente. Las densidades de 200, 350 y 450 mil plantas por hectárea fueron las que mayor porcentaje germinador obtuvieron en el genotipo Atx-626 con 80.08, 78.96 y 77.54 %, y con 70.11, 68.84 y 64.11 %,

las densidades de 500, 400 y 150 mil plantas por hectárea fueron las que menos porcentaje de germinación alcanzaron para este genotipo. Para el genotipo Atx-627, las densidades que mayor porcentaje germinador obtuvieron fueron: 300, 200 y 150 mil plantas por hectárea con 80.59, 80.46 y 80.15 %, al contrario de las densidades de 500, 350 y 450 mil plantas por hectárea con 71.69, 70.64 y 68.75 % de germinación (Figura 4.9).

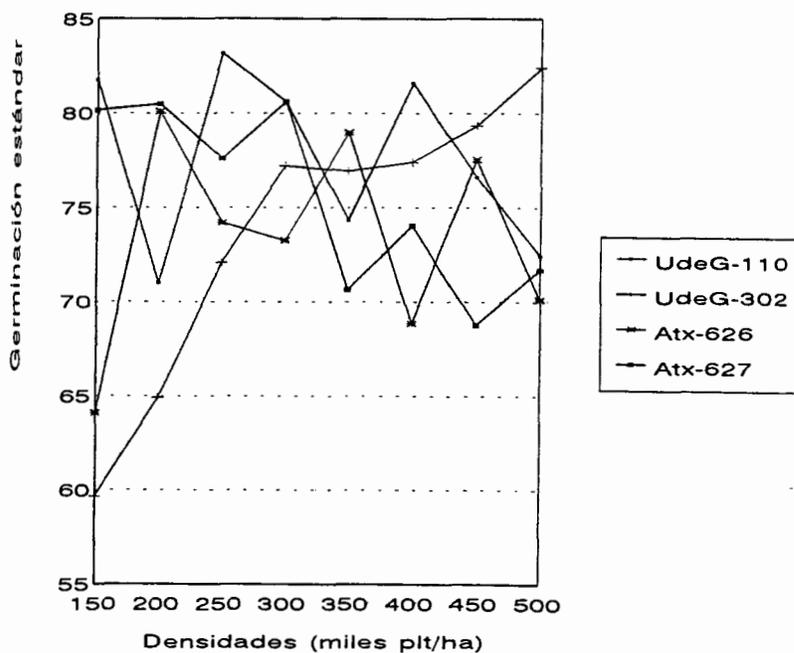


Figura 4.9 Interacción para la variable germinación estándar en cuatro genotipos de sorgo a ocho densidades de siembra diferentes.

Rendimiento. El hecho de no haber encontrado diferencia entre bloques en el análisis de varianza nos indica que fue homogéneo el manejo otorgado a las tres repeticiones por variedad respectivamente. Este mismo análisis no refleja diferencia estadística en los genotipos (Factor A), esto quiere decir que los cuatro genotipos tuvieron un comportamiento similar en el rendimiento. Los tratamientos (Factor B) no fueron significativos, pues no existió un gran diferencia en el rendimiento entre las densidades altas y las densidades de menor numero de plantas. Pero al interaccionar los genotipos y las densidades se observa que cada genotipo responde de manera diferente a las densidades de siembra aplicados en el experimento. El coeficiente de variación es el segundo más alto del experimento, pero aun así no se le considera muy alto (19.3).

Cuadro 4.28. Cuadrados medios y significancia para el rendimiento en ocho densidades de siembra en sorgo.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	8.152344	4.076172	0.4442NS	0.664
GENOTIPOS (A)	3	72.431641	24.143881	2.6309NS	0.145
ERROR (A)	6	55.062500	9.177083		
DENSIDADES (B)	7	34.247070	4.892438	1.3148NS	0.260
INTERACCION A*B	21	208.332031	9.920573	2.6660**	0.002
ERROR (B)	56	208.380859	3.721087		
C.V. %	19.31				

NS = No Significativo; * = Significativo ($\alpha \leq 0.05$); ** = Significativo ($\alpha \leq 0.01$).

En relación con el Factor A (Genotipos) la prueba de medias reflejo un solo grupo estadístico, el genotipo que alcanzó el mayor rendimiento fue la UdeG-302 y la diferencia con el genotipo Atx-627 fue de 2.13 toneladas y esto no las hace estadísticamente diferentes, (Cuadro 4.29).

Cuadro 4.29. Comparación de medias de los genotipos de sorgo evaluados para rendimiento en ocho densidades de siembra distintos.

Genotipos (A)	Rendimiento (ton.)
U de G-302	11.354167 a*
U de G-110	10.125000 a
Atx-626	9.241668 a
Atx-627	9.229166 a

* = Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha \leq 0.01$).

Tomando en cuenta que el Factor B (Densidades) no presentó diferencia estadística entre ninguna densidad, nos hace determinar que la competencia entre plantas en mayor o menor escala para este experimento no tuvo influencia en el rendimiento, lo que se observa en el Cuadro 4.30, que muestra la comparación de medias de este factor, en el cual se presenta a la densidad de 250 mil plt/ha con el rendimiento máximo y a la densidad de 500 mil plt/ha con el rendimiento mínimo cuya diferencia entre las dos es de 1.98 ton.

Cuadro 4.30. Comparación de medias de los tratamientos con ocho densidades de siembra para rendimiento en sorgo.

No. Trat.	Densidades (Plantas/Hectárea)	Rendimiento (ton.)
3	250,000	11.208333 a*
2	200,000	10.599999 a
5	350,000	9.966666 a
4	300,000	9.925000 a
6	400,000	9.866667 a
1	150,000	9.633333 a
7	450,000	9.474999 a
8	500,000	9.224999 a

* = Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha \leq 0.01$).

Desde el análisis de varianza se observó que existía diferencia altamente significativa en la interacción Genotipos-Densidades, por tanto las comparaciones

de medias esclarecen y particularizan cada genotipo y su comportamiento con cada densidad. El genotipo UdeG-110 nos indica que en este experimento alcanzó su máximo rendimiento con las densidades de 200, 250 y 150 mil plantas por hectárea con 13.83, 12.36 y 10.53 mil Kg/Ha, y el mínimo rendimiento en este genotipo fue alcanzado con las densidades de 300, 500 y 450 mil plt/ha con 8.93, 8.26 y 8.23 mil kg/ha. El genotipo UdeG-302 encontró en las densidades de 450 y 500 mil plantas por hectárea con 14.16 y 13.36 mil kg/ha el mayor rendimiento, en cambio las densidades de 200 y 150 mil plt/ha fueron en este genotipo las de menos rendimiento con 9.66 y 8.36 mil kg/ha (Figura 4.10).

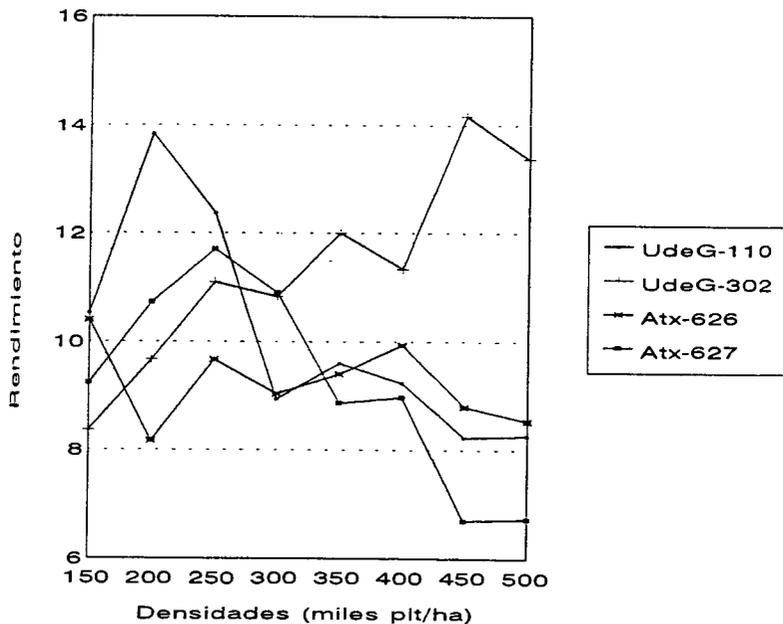


Figura 4.10 Interacción para la variable rendimiento en cuatro genotipos de sorgo a ocho diferentes densidades de siembra.

En lo relacionado con las líneas androestériles, la línea Atx-626 dentro de la variable de rendimiento; con las densidades de 150, 400 y 250 mil plantas por hectárea alcanzó el máximo rendimiento con 10.4, 9.93 y 9.66 mil kg/ha, en contraste de las densidades de 450, 500 y 200 mil plt/ha con 8.8, 8.53 y 8.16 mil kg/ha respectivamente. La segunda línea androestéril se comportó de la siguiente manera: el máximo rendimiento fue con las densidades de 250, 300 y 200 mil plt/ha, los rendimientos alcanzados por éstas densidades fueron de 11.7, 10.9 y 10.73 mil kg/ha, y el mínimo rendimiento alcanzado fue con las densidades de 350, 500 y 450 mil plt/ha, con un rendimiento estimado de 8.86, 6.73 y 6.7 mil kg/ha respectivamente (Figura 4.10).

CONCLUSIONES

- La densidad de siembra modifica el comportamiento de los materiales en las variables área foliar, peso volumétrico, germinación estándar y rendimiento.

- Los cuatro genotipos estudiados (Atx626, Atx627, UDG-110 y UDG-302) mostraron una respuesta similar en cuanto a la variable peso volumétrico, ya que al utilizar densidades bajas presentaron el mayor valor de peso volumétrico, en tanto que en densidades altas se presentó una disminución del mismo.

- Los genotipos UdeG-110 y Atx-626, presentaron valores altos para las variables área foliar, germinación estándar y rendimiento en densidades bajas (150, 200 y 250 mil plt/ha.).

- El genotipo Atx-627 presento valores mas altos para la variable área foliar en densidades altas (400 y 450 mil plt/ha.).

- El genotipo UdeG-302 presento mayor rendimiento y porcentaje de germinación en densidades altas.

- Las diferencias que se presentaron en las variables días a floración, altura de planta, área foliar, excerción, longitud de panoja, días a madurez fisiológica, peso volumétrico y peso de mil semillas, se deben principalmente a la constitución genética de los genotipos utilizados.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, M. I., 1972. Influencia del espaciamiento entre surcos y densidades de población sobre el rendimiento y aspectos fisiológicos del trigo. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
- Batiz, G. J. P., 1989. Control químico de la floración en la producción de la semilla de maíz (Zea mays, L.). Tesis profesional de Licenciatura, Facultad de Agronomía, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México.
- Bidwell, R. G. S., 1979. Fisiología Vegetal, 2da. Edición. (t. i. Guadalupe Gerónimo Cano y Cano) AGT Editor, S. A., México, D. F.
- Contreras, A. 1966. Boletín Meteorológico No.1. P.L.A.T.
- Ching, T. M. 1973. Biochemical aspects of seed vigor. Seed Sci. Technol. 1 (1): 73-88.
- Cloniger, F. D., Zumber, M. S and Horrocks, R. D. 1974. Sincronization of flowering in corn (Zea mays L.) by clipping young plants. Agron. J. 66: 270-272. U.S.A.
- Cruz, F. M. 1992. Métodos para sincronizar la floración en híbridos. Seminario presentado en la maestría de tecnología de semillas en el Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Dungan, G. A. and Gausman, H. W. 1951. Clipping corn plants to delay their development. Agron. J. 43: 90-93. U.S.A.

Ganapathy, M. Ch., 1968. Influence of population density on light interception and grain yield involving wheat hybrids. Oregon State University. Dissertation Abstracts Vol. XXIX, 1236-B.

Holliday, R., 1963. The effect of row width on the yield of cereals. Department of Agriculture, Leeds University. Field Crop. Abstracts. May 1963. 71- 81.

House, L. R., 1982. El sorgo. 1a. Ed. Gaceta, Universidad Autónoma de Chapingo, México.

Hurtado, de la P. A. S., 1995. I Ciclo de Seminarios Técnicos, Departamento de Producción Agrícola, de la División de Ciencias Agronómicas del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la UdeG. Guadalajara, Jalisco. México.

INEGI, 1994., Boletín de Información Oportuna del Sector Alimentario. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Aguascalientes, México.

MC. Donald Jr. 1984. Evaluación del vigor en la semilla. En :Memorias del III Curso de Actualización de Semillas. Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.

Mendoza, C. M., Mendoza R. M. y A Carballo C. 1981. Producción de semilla de híbridos ecológicos de sorgo (Sorghum bicolor L. Moench.). Chapingo, Revista Bimestral de la Universidad Autónoma de Chapingo; Edo. de México. México.

Mendoza, R., Liviera M. M. y Carballo C. A. 1979. Híbridos ecológicos de sorgo. En : Revista Chapingo No. 20. UACH. Chapingo, México.

- Miles, D. 1990. Programa de seguridad en la calidad para una compañía internacional de semillas. En : Memorias, VI Curso de Actualización en Tecnología de Semillas. Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Pedroza, S.A. 1993. Efecto de variedades, densidad de plantas, dosis y fuentes de nitrógeno en la incidencia y severidad de las enfermedades del frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis de Doctorado en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
- Puente, B. H. M. 1983. Producción de semilla híbrida de sorgo. En : Memorias del Curso de Actualización en Tecnología de Semillas. UAAAN. Buenavista, Saltillo, México.
- Robles, S. R., 1978. Producción de granos y forrajes. Segunda Edición. México.
- Rojas, G. M. 1978. Manual Teórico - Práctico de Herbicidas y Fitorreguladores. LIMUSA. México D.F.
- Romo, C. E. 1977. Obtención de variedades de sorgo (Sorghum bicolor L. Moench) a partir de Compuestos Integrados con Generaciones Avanzadas de Híbridos. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Saldívar, L. R. 1982. Memorias del Curso de Actualización Sobre Tecnología de Semillas. Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Sánchez, M. J. 1994. Control de la floración con fertilizantes foliares en la producción de semilla híbrida de sorgo (Sorghum bicolor L. Moench). Tesis de Maestría en Ciencias. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

- Sánchez, M. J., Sandoval I. y A. Zaragoza. 1992. Efectos de productos químicos y poda en sorgo (Sorghum bicolor L. Moench.), para el control de la floración. En : Resultados y Avances de Investigación. Coordinación de Investigación Postgrado del Area de Ciencias Biológicas, Agropecuarias y Ecológicas. Facultad de Agronomía. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México.
- Thomson, J. R. 1979. Introducción a la Tecnología de Semillas. Traducido por Paloma Melgarejo de Nardiz. Acribia. Zaragoza.
- Thorne, G. N., Wellbank, P. J. and Blackwood, G. C. 1969. Growth and yield of six short varieties of spring wheat derived from Norin 10 and of two European varieties. *Ann. Appl. Biol.* 63:241-251.
- Tisdale, L. S. and Nelson, W. L. 1966. Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. Editado por UTEHA. México.
- Tribom, L. R. Vanderlip and Moore, W. A. 1978. Delaying flowering of grain sorghum lines for hybrid seed production. *Corp. Sci.* 18: 712-174. U.S.A.
- Vanderlip, R. L., Ball, J. D., Banks, P. J., Reece, F. N. and Clark, S. J. 1977. Flaming grain sorghum to delay flowering. *Corp. Sci.* 17:902-904. U.S.A.
- Vela, C. M., 1970. Evaluación de cuatro genotipos de trigo en varios espaciamientos y densidad de siembra. XI Sesión del ciclo de conferencias 1970-71 del CIANO. Cd. Obregón, Sonora, México.
- Watson, D. J., Thorne, G. N. and French, S. A. 1963. Analysis of growth and yield of winter and spring wheats. *Ann. Bot. Lond. N. S.* 27:1-22.

Williams, A. H., Torres, M. H. y Barza, S. P. 1988. Producción y manejo de semillas. Patronato para la Investigación, Fomento y Sanidad Vegetal. Tamaulipas, Norte (SARH), México.

Woodward, R. W. 1956. The effect of rate and date of seeding of small grains on yield. Agr. J. 48:160-162.

Zaragoza, A. 1992. Efecto de productos químicos y poda en sorgo (Sorghum bicolor L. Moench.) para el control de la floración. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agronomía. UdeG. Guadalajara, Jalisco, México.