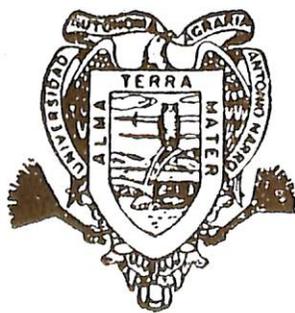


CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA Y FENOLOGICA
EN BASE A UNIDADES CALOR DE PROGENITORES
DE HÍBRIDOS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) PARA
PRODUCCIÓN DE SEMILLA EN EL BAJIO MEXICANO

JOSE GUADALUPE BOLAÑOS JUAREZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS



Universidad Autónoma Agraria

Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

AGOSTO DE 1993

CARACTERIZACION AGRONOMICA Y FENOLOGICA EN BASE A UNIDADES
CALOR DE PROGENITORES DE HIBRIDOS DE MAIZ (*Zea mays* L.) PARA
PRODUCCION DE SEMILLA EN EL BAJIO MEXICANO

JOSE GUADALUPE BOLAÑOS JUAREZ

T E S I S

Presentada como requisito parcial
para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Agosto de 1993

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial para optar al grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS**

C O M I T E P A R T I C U L A R

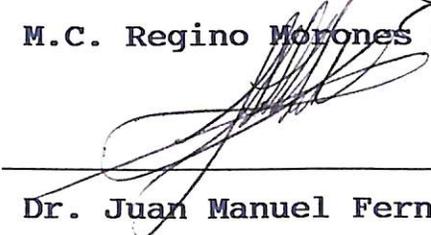
Asesor principal:


M.C. Ma. Cristina Vega Sánchez

Asesor:

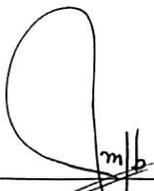

M.C. Regino Morones Reza

Asesor:


Dr. Juan Manuel Fernando Narváez M.

Asesor:


Dr. Sergio Rodríguez Herrera


Dr. José Manuel Fernández Brondo
Subdirector de Postgrado

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



BIBLIOTECA

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Agosto de 1993

AGRADECIMIENTOS

A la Ing. M.C. Cristina Vega Sánchez por su gran dedicación y esfuerzo para que los pasantes logremos obtener el Diploma de Grado, así como por su valiosa participación y apoyo para que este estudio se llevara a cabo.

Al Ing. M.C. Regino Morones Reza por su colaboración en la realización de los análisis estadísticos, así como en la revisión y corrección del escrito.

Al Ing. M.C. Juan Francisco Avalos Martínez por su desinteresado apoyo en la estimación de las unidades calor.

Al Dr. Sergio Rodríguez Herrera por la revisión y corrección del escrito.

Al Dr. Juan Manuel Fernando Narváez Melo por las sugerencias e ideas aportadas al presente estudio.

Al Sr. Carlos Bolaños Juárez por sus acertadas opiniones y consejos sobre la toma de datos agronómicos, así como al tiempo dedicado a la toma de dichos datos y finalmente por su gran esfuerzo de superación haciendo eco

en mi persona.

A mis maestros de maestria por los conocimientos transmitidos, que mucho me servirán para mi desempeño profesional.

Al Colegio de Posgraduados por permitirme escalar un nivel más en mi vida profesional.

A mis compañeros de generación.

A quienes involuntariamente he omitido pero que de alguna forma participaron en la realización de este estudio.

A mi Alma Mater.

DEDICATORIA

Dedico este esfuerzo más de mi vida profesional a mi gran hijo J. Guadalupe Yunuen Bolaños Facheo, a quien quiero mucho y le doy las gracias por prestarme el tiempo que más necesité durante este ejercicio profesional.

A mi querida esposa Martha, con todo mi amor y cariño que le tengo por brindarme su apoyo para que esta meta se cumpliera y así tener un grado mayor profesionalmente.

A mis padres J. Guadalupe Bolaños García y María Luisa Juárez Sánchez, por el gran cariño y respeto que les tengo, les doy las gracias por la gran familia que formaron y por permanecer unidos en los momentos más difíciles.

A mis hermanos: Carlos, Francisco, Minerva, Martín Juana, Rosalba, Teresa y Gustavo. Doy las gracias a Carlos y a Rosalba, por el apoyo que me brindaron para que este objetivo se cumpliera.

A mis hermanas y hermanos políticos en especial a Emilia y Ema, por la unión que siempre han mostrado.

A todos mis sobrinos les doy las gracias por la alegría que trajeron a sus padres, abuelos y tíos, en espera que triunfen en su vida y cumplan sus nobles propósitos.

Con mucho cariño y respeto a Doña Angelita, gracias por su apoyo.

Finalmente y de una manera especial a mi hermana Minerva, por poner de manifiesto que solamente luchando se logra vencer al enemigo ya que cada esfuerzo tiene su recompensa, sobre todo cuando se ha formado una familia hermosa y se desea estar a su lado.

COMPENDIO

Caracterización Agronómica y Fenológica en Base a Unidades Calor de Progenitores de Híbridos de Maíz (*Zea mays* L.) para Producción de semilla en el Bajío Mexicano

Por:

JOSE GUADALUPE BOLAÑOS JUAREZ

MAESTRIA EN

TECNOLOGIA DE SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, AGOSTO DE 1993

M.C. Cristina Vega Sánchez -Asesor-

Palabras clave: Unidades calor, semilla, maíz, progenitores, etapas fenológicas.

Entre los factores climáticos se menciona a la temperatura como el factor principal que afecta el crecimiento y desarrollo de los cultivos agrícolas. Estos procesos fisiológicos de la planta ocurren dentro de ciertos límites de temperatura y fuera de los cuales son suspendidos. Este efecto de la temperatura tiene gran importancia en el área de producción de semilla mejorada dado que con el empleo del método tradicional (días a

floración) no hay seguridad de conocer con precisión en que tiempo los progenitores alcanzarán la etapa reproductiva para que se de la sincronización floral produciéndose suficiente cantidad de semilla de alta calidad.

Diversa literatura reporta que el empleo de métodos de índices de unidades calor ofrecen una mayor seguridad y exactitud para la medición del desarrollo fenológico de las plantas con respecto al método tradicional.

Con el objeto de clasificar a los progenitores de tres híbridos de maíz en cuanto a su requerimiento térmico principalmente para alcanzar la etapa reproductiva y tratar de eficientar el proceso de producción de semilla, así como identificar el mejor método de unidades calor. La presente investigación se realizó en tres localidades del Bajío Mexicano, evaluándose los progenitores bajo tres densidades de población con tres repeticiones por localidad bajo el diseño de parcelas subdivididas en bloques al azar. Empleándose seis métodos para la estimación de las unidades calor.

Los resultados señalaron que la localidad de Celaya, Gto. resultó ser la mejor en cuanto al comportamiento agronómico y rendimiento de los genotipos estudiados, sobresaliendo las densidades alta e intermedia respecto de

la baja, principalmente en cuanto a la producción de mazorca por hectárea. Los diferenciales de floración entre los progenitores para la producción de semilla de cada híbrido resultaron ser ligeramente menores en la densidad intermedia respecto de la alta.

La clasificación de genotipos respecto a su requerimiento térmico para completar una etapa dada de su desarrollo varió entre localidades, no así para densidades.

Pese a que no existieron diferencias muy marcadas en los coeficientes de variación para los diferentes métodos de medición, al parecer el más adecuado fue el de unidades fototérmicas, ya que resultó con la menor variación en este valor para las etapas de días a flor masculina y femenina, así como para madurez fisiológica.

ABSTRACT

**Agronomic and Phenologic Characterization of the Progenitors
of Hybrid Maiz (*Zea mays* L.) Based an Heat Unit for the Seed
Production in the "Mexican Bajio" Area**

By

JOSE GUADALUPE BOLAÑOS JUAREZ

MASTER DEGREE

IN SEED TECHNOLOGY

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. AUGUST 1993

M.C. Cristina Vega Sánchez -Advisor-

**Key words: Heat units, seed, maize, progenitors,
phenological stages.**

Between all the climatic factors, temperature is mentioned as the main factor that affects the growth and development of cultivars. The physiological process of plants occurs between a range of temperatures out of this limits the processes are suspended. This effect of temperature is of great importance in the seed production due to the fact that the use of traditional production methods cannot assure the flowering, nicking and production of high quality seed.

Diverse literature reports that use of heat units index methods offers a more secure and exact way to measure the plant phenological development with respect to the traditional method.

With the objectives of clasifying the progenitors of three maize hibrids during the reproductive and seed production stages, based on thermic requierments, as well as identifiyng the best heat unit method, the following research was developed under three locations of the Mexican Bajio area, under three densities with three replications per locations. Six heat units methods were evaluated.

The results indicated that the genotypes at the Celaya, Gto. location demostrated the best agronomic behavior and yield. On ear corn production per hectare, high and intermediate densities trait were superior to low densities. The flowering differentials between the progenitors were slighty lower on intermediate densities, with respect to high densities.

Although the coeficient variations differences were small between the different methods, it seems that the most adecuate one was the photothermic unit method, which resulted with the lowest value on days to male and female flowering and seed physiological maturity.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS.....	xiv
INDICE DE FIGURAS.....	xvii
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	7
Zonas de Producción.....	8
Fechas de Siembra.....	10
Temperatura.....	11
Fotoperíodo.....	14
Densidad de Población.....	16
Umbrales de Temperaturas para Crecimiento y Desarrollo de la Planta.....	19
Punto Crítico de Temperatura para el Desarro- llo de la Planta.....	21
Unidades Calor.....	22
Métodos de Cuantificación de Unidades Calor.....	27
MATERIALES Y METODOS.....	30
Descripción del Area de Estudio.....	30
Material Genético.....	32
Procedimiento Experimental.....	34
Análisis Estadísticos.....	46
RESULTADOS Y DISCUSION.....	55
CONCLUSIONES.....	112

RECOMENDACIONES.....	115
RESUMEN.....	117
LITERATURA CITADA.....	121

Cuadro No.		Página
	en la localidad de Juventino Rosas, Gto.....	63
4.7.	Numero de días a alcanzar la etapa de madurez fisiológica para 11 genotipos y unidades calor requeridas para alcanzar dichas etapas por seis métodos en la localidad de Celaya, Gto.....	64
4.8.	Coefficientes de correlación entre métodos de unidades calor y días de calendario para el carácter días a flor masculina, Juventino Rosas, Gto..	67
4.9.	Coefficiente de correlación entre métodos de unidades calor y días de calendario para el carácter días a flor femenina, Juventino, Rosas, Gto..	67
4.10.	Coefficiente de correlación entre método de unidades calor y días del calendario para el carácter días a flor masculina, Celaya, Gto.....	68
4.11.	Coefficientes de correlación entre métodos de unidades calor y días del calendario para el carácter días a flor femenina, Celaya, Gto.....	68
4.12.	Cuadrados medios de rendimiento y otras características agronómicas de importancia de progenitores, evaluados entre localidades representativas del Bajío Mexicano.....	88
4.13.	Cuadrados medios de rendimiento para la descomposición de la interacción localidades por densidades en densidades a través de localidades y densidades dentro de localidades por medio de contrastes ortogonales.....	92
4.14.	Cuadrados medios del rendimiento para la descomposición de la interacción localidades por genotipos a través de localidades y genotipos dentro de localidades por medio contrastes ortogonales.....	93
4.15.	Cuadrados medios de rendimiento para la descomposición de la interacción	

Cuadro No.		Página
	densidades por genotipos en genotipos dentro de densidades y genotipos a través de densidades por medio de contrastes ortogonales.....	95
4.16.	Comparación de promedios de rendimiento para localidades mediante el método de Duncan al nivel del 0.05 de probabilidad.....	96
4.17.	Comparación de promedios de rendimiento para densidades mediante el método de Duncan al nivel de 0.05 de probabilidad.....	97
4.18.	Comparación de promedios de rendimiento para genotipos mediante el método de Duncan al nivel del 0.05 de probabilidad.....	99
4.19.	Comparación de promedios de rendimiento para la interacción localidades por genotipos mediante el método de Duncan al nivel de 0.05 de probabilidad.....	103
4.20.	Comparación de promedios de rendimiento para la interacción densidad por genotipos mediante el método de Duncan al nivel de 0.05 de probabilidad.....	106
4.21.	Medias generales de características agronómicas de 11 genotipos de acuerdo a localidades y densidades de población.....	109
5.1.	Número de unidades calor requeridas para cada material para alcanzar la etapa reproductiva.....	114
5.2.	Diferenciales de siembra sugeridos para la producción de semilla certificada de acuerdo a los resultados obtenidos.....	115

INDICE DE FIGURAS

Figura No.		Página
4.1.	Diferencial de siembra en días y unidades calor bajo tres densidades de siembra para la producción del híbrido AN-444, Juventino Rosas, Gto.....	70
4.2.	Diferencial de siembra en días y unidades calor bajo tres densidades de siembra para la producción del híbrido AN-444 en Celaya, Gto.....	70
4.3.	Diferencial de siembra en días y unidades calor bajo tres densidades de siembra para la producción del híbrido AN-388 en Juventino Rosas, Gto.....	72
4.4.	Diferencial de siembra en días y unidades calor bajo tres densidades de siembra para la producción del híbrido AN-388 en Celaya, Gto.....	72
4.5.	Diferencial de siembra en días y unidades calor bajo tres densidades de siembra para la producción del híbrido AN-447 en Juventino Rosas, Gto.....	74
4.6.	Diferencial de siembra en días y unidades calor bajo tres densidades de siembra para la producción del híbrido AN-447 en Celaya, Gto.....	74
4.7.	Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades foto-térmicas para la línea SSE-232M en Juventino Rosas, Gto.....	75
4.8.	Numero de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades foto-térmicas para la línea SSE-232M en Celaya, Gto.....	75
4.9.	Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades foto-térmicas para la línea SSE-255M en Juventino Rosas, Gto.....	76

4.10.	Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades foto-térmicas para la línea SSE-255M en Celaya, Gto.....	76
4.11.	Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades foto-térmicas para la línea Mazorca Larga S4-1 en Juventino Rosas, Gto.....	77
4.12.	Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades foto-térmicas para la línea Mazorca Larga S4-1 en Celaya, Gto.....	77
4.13.	Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades foto-térmicas para la línea Zap. Chico Br2-211-1-1 en Juventino Rosas, Gto.....	78
4.14.	Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades foto-térmicas para la línea Zap. Chico Br2-211-1-1 en Celaya, Gto.....	78
4.15.	Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades foto-térmicas para la línea AN ₁ en Celaya, Gto..	79
4.16.	Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades foto-térmicas para la línea AN ₂ en Juventino Rosas, Gto.....	79
4.17.	Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades foto-térmicas para la línea AN ₂ en Celaya, Gto..	80
4.18.	Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades foto-térmicas para la línea AN ₇ en Juventino Rosas, Gto.....	80
4.19.	Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades foto-térmicas para la línea AN ₇ en Celaya, Gto..	81
4.20.	Numero de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades foto-térmicas para la cruza SSE-232MxSSE-255M en Juventino Rosas, Gto.....	81

Figura No.		Página
4.21.	Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades foto-térmicas para la cruza SSE-232MxSSE-255M en Celaya, Gto.....	82
4.22.	Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades foto-térmicas para la cruza SSE-255-18-19xMaz. Larga S4-1 en Juventino Rosas, Gto.....	83
4.23.	Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades foto-térmicas para la cruza SSE-255-18-19xMaz. Larga S4-1 en Celaya, Gto.....	83
4.24.	Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades foto-térmicas para la cruza SSE-255-18-19xZap. Chico Br2-211-1-1 en Juventino Rosas, Gto..	84
4.25.	Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades foto-térmicas para la cruza SSE-255-18-19xZap. Chico Br2-211-1-1 en Celaya, Gto.....	84
4.26.	Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades foto-térmicas para la cruza AN1xAN2 en Juventino Rosas, Gto.....	85
4.27.	Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades foto-térmicas para la cruza AN1xAN2 en Celaya, Gto.....	85
4.28.	Comportamiento de la variable densidades a través de localidades para el carácter de rendimiento.....	99

INTRODUCCION

Desde épocas remotas se han venido empleando los tradicionales días del calendario para clasificar las etapas de desarrollo y la madurez de los diversos cultivos agrícolas, sin embargo, se ha visto que esta medición no ha sido muy fiel, debido a que varía de acuerdo con las condiciones ambientales de la estación de desarrollo del cultivo.

En el cultivo de maíz estas variaciones ambientales han repercutido tanto en la producción de grano, como en la producción de semilla híbrida, al no haber una seguridad en la sincronización de la fertilización o fecundación para la producción de semilla así como en que tiempo los materiales alcanzarán su ciclo biológico, para la evasión de factores climáticos que les pudieran causar daño alguno, cuando aún no han llegado a alcanzar su madurez de cosecha.

En la producción de semilla híbrida de maíz estas variaciones ocasionan que no se alcance una sincronización perfecta en los tiempos de emergencia de estigmas (progenitor hembra) y la fuente de polen (progenitor masculino) sobre todo cuando se manejan materiales con

diferente tasa de maduración, lo que ha dado lugar a sincronizaciones parciales en muchos de los casos, ocasionando poca producción de semilla que además resulta de baja calidad.

Esta poca producción de semilla híbrida en México además de ser debida a lo anterior, entre otro tipo de problemas, en ocasiones es también por falta de materiales sobresalientes. En este sentido la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", a través del Instituto Mexicano del Maíz por medio de los diferentes programas de mejoramiento realizados en las principales áreas maiceras del país, se ha dado a la tarea de generar materiales mejorados sobresalientes, logrando excelentes resultados para la región del Bajío Mexicano, mediante la aportación de varios híbridos experimentales con buenas perspectivas, además de diversos híbridos comerciales, destacando entre estos últimos el AN-388, AN-444 y el AN-447, los cuales mediante convenios realizados por la Universidad con diferentes asociaciones de productores, se han venido produciendo, teniendo una gran demanda por los agricultores de la región del Bajío, pero además dado que cuentan con una gran plasticidad genética tienen un excelente comportamiento en la Comarca Lagunera, principalmente el AN-447 en donde ha dejado complacidos a los agricultores de esta región por sus buenos resultados.

Sin embargo la producción de semilla de éstos y demás híbridos comerciales no se ha alcanzado en el nivel óptimo de producción, dado que el método tradicional para estimar la sincronización floral como se mencionó en un inicio varía de acuerdo a las condiciones ambientales de cada zona de producción así como del manejo de los materiales por lo que ha sido difícil que se alcance una sincronización perfecta entre los progenitores macho y hembra. En el área de producción de semillas éste es un problema general por lo que ha llevado con el tiempo a realizar una serie de investigaciones que han arrojado varios métodos cada vez más precisos y que prometen ser más fieles en la medición de las etapas de floración de este cultivo para tratar de hacer más eficiente el proceso de producción de semilla mejorada.

Los métodos de medición de índices de acumulación de unidades de calor, se han venido empleando a partir de 1730 (Wang, 1960) principalmente en los Estados Unidos en donde han cobrado importancia en la industria procesadora de vegetales principalmente en la determinación de la cosecha de chícharo, sin embargo en otros cultivos como el maíz tuvieron poco auge debido a que había factores que hacían ineficiente su medición. Pero a través del tiempo se han venido perfeccionando contando en la actualidad con varios métodos exclusivos para maíz que estiman con una mayor exactitud el ciclo biológico a través de las diferentes

etapas fenológicas del cultivo con respecto al uso tradicionalmente.

Con el propósito de clasificar a los progenitores de los híbridos mencionados anteriormente respecto a las etapas reproductivas de sus progenitores y tratar de eficientar su proceso de producción de semilla, se planteó el presente trabajo bajo los siguientes objetivos.

Objetivos

1. Identificar el método de medición que garantice una mayor confiabilidad en la estimación de las unidades calor para la etapa reproductiva (masculina y femenina) de los progenitores bajo estudio, así como para madurez de cosecha.
2. Determinar el grado de correlación entre métodos de unidades calor así como con respecto al método tradicional.
3. Determinar el número de unidades calor requeridas por cada progenitor para alcanzar la etapa reproductiva por el método que mejor resultado muestre en base a su coeficiente de variación.

4. En base al número de días y unidades calor por el método de cuantificación que resulte con el menor coeficiente de variación determinar los diferenciales de siembra de los progenitores para la producción de los híbridos AN-338, AN-444 y AN-447 en cada localidad y densidad de siembra.
5. Identificar cual localidad y bajo que densidad de población es más conveniente para la explotación de los progenitores en base a rendimiento y comportamiento agronómico.

Hipótesis

1. Los diferentes fundamentos científicos entre métodos para medir el desarrollo de progenitores de maíz, determinan que existen diferencias entre ellos.
2. No existe correlación entre métodos para medir el desarrollo fenológico de progenitores de híbridos de maíz.
3. El número de unidades calor para alcanzar la etapa reproductiva varía para cada progenitor entre y dentro de los métodos.

4. Los diferenciales en base a días y unidades calor para producción de los híbridos AN-338, AN-444 y AN-442 no cambian a través de localidades ni densidades de población.

5. No existe variación entre localidades así como entre densidades para la explotación de los progenitores bajo estudio.

REVISION DE LITERATURA

La producción moderna del maíz puede representarse por la utilización de semilla híbrida de cruza doble, cruza simple o cruza triple. Hasta cerca de los años 1960's los híbridos dobles fueron los tipos principales en la producción comercial de semilla, ya que ofrecían algunas ventajas:

1. Son más variables que las cruza simples y triples (por su constitución genética), por lo tanto son más tolerantes a las condiciones ambientales desfavorables.
2. Tienen grandes periodos de polinización que otras cruza, lo cual puede proveer un mejor llenado de la mazorca resultando en mayores rendimientos.
3. El bajo costo de la semilla es una ventaja obvia cuando el rendimiento de una cruza doble es igual o mejor que el mejor híbrido simple o triple.

4. Las cruizas dobles generalmente tienen mayor calidad de semilla que los híbridos simples (Copeland y McDonald, 1985).

Algunos Factores que Afectan el Crecimiento y Desarrollo del Cultivo de Maíz que Inciden en el Rendimiento y Calidad de Semilla

Zona de Producción

Delouche (1981) menciona algunos factores que tienen gran influencia en el desarrollo y la calidad de las semillas, destacando que en muchos países del mundo se han especializado las áreas de producción debido a sus condiciones climáticas favorables, las cuales tienen estaciones de verano secos, inviernos benignos, alta precipitación pluvial durante la estación de crecimiento del cultivo y gran variedad de tipos de suelo, lo cual se traduce en altos rendimientos, excelentes condiciones de cosecha y alta calidad de semilla.

Algunos aspectos no climáticos en los ambientes de producción deben ser considerados, como son: aislamiento, insectos polinizadores, mano de obra. Cuando las condiciones climáticas no son apropiadas para el buen desarrollo de las plantas en el lote de producción, la calidad de la semilla se ve afectada, obteniendo poca semilla y de baja calidad.

La elección de la zona de producción de semilla de una determinada especie, ha de hacerse teniendo en cuenta algunas condicionantes principales y numerosos criterios. La importancia de cada uno de estos criterios dependerá de la especie incluso del tipo de variedad de que se trate. Besnier (1990) menciona que dentro de las principales condicionantes se encuentran el método previsto para la producción de semilla comercial y el ciclo vegetativo normal para este tipo de producción, además señala que los criterios de elección se agrupan según se refieran a los factores ecológicos, técnicos o económicos que caracterizan a la zona en cuestión.

Los estudios en Agroclimatología según Casale (1981) pueden beneficiar a la agricultura de muchas maneras, una de ellas sería, la de seleccionar los sitios adecuados para la producción de un cultivar determinado, o seleccionar un cultivo para un sitio dado. El lugar de producción de semilla debe reunir un conjunto de factores de modo que faciliten el proceso de producción; como son climáticos, agronómicos, biológicos, sociales y económicos (Thomson, 1979 y Ferguson y Burbano, 1979) que en conjunto promueven consistentemente un alto rendimiento y calidad, con costos razonables por kilo, manteniendo así buena disponibilidad de semilla a precios razonables en el mercado. (Ferguson y Burbano, 1979). Por su parte FIRA (1983) menciona los siguientes factores a considerar para determinar las zonas

de producción de semilla:

- a) Latitud: por su influencia directa con el fotoperíodo.
- b) Altitud: dada la interrelación con temperatura y humedad.
- c) Precipitación: Para satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos considerando la evapotranspiración.
- d) Temperatura: por los requerimientos específicos de calor para cada cultivo.
- e) Humedad relativa: por su efecto en el consumo de agua de las plantas y su relación con la presencia de enfermedades.
- f) Suelos: textura, estructura, pH que para cada cultivo tienen un rango de variación.
- g) Insolación: de acuerdo a los requerimientos diferenciales de los cultivos.

Fechas de Siembra

La fecha de siembra pone a caminar el reloj biológico de las plantas, determinando las influencias meteorológicas bajo las cuales estará sujeto el cultivo (Villalpando *et al.*, 1991).

Thomson (1979) menciona que los principales factores climáticos que afectan el desarrollo de un cultivo

son la temperatura y el agua, así los cultivos son sembrados hasta que éstos son favorables para su buen desarrollo, por ejemplo en regiones templadas, la humedad es usualmente suficiente, por lo que el factor limitante es la temperatura, luego entonces la fecha de siembra se retrasa hasta que ésta es adecuada.

El mismo autor señala que existe relativamente poca variación en las fechas de siembra dentro de una estación en cultivos anuales, lo cual fue confirmado por Bolaños (1986) al trabajar con tres fechas de siembra en diferente lugar en la región del Bajío Mexicano no encontrando variaciones en cuanto a rendimiento.

Benoit *et al.* (1965) señalan que los rendimientos finales en maíz decrecen con las siembras tardías, independientemente del nivel de humedad del suelo, agregando que este fenómeno es mostrado al estar asociado con el decremento de temperaturas durante la etapa de formación de la mazorca por las siembras tardías.

Temperatura

La temperatura juega un papel muy importante en la producción agrícola dada la influencia que tiene este factor en correlación con otros en el desarrollo y crecimiento de las plantas, la cual es capturada e interceptada por medio

de sus estructuras como son hojas, tallo y raíz para convertirla en energía que luego es almacenada para posteriormente ser usada en la etapa de formación y maduración del fruto. Además es uno de los elementos meteorológicos que en mayor medida condicionan la adaptabilidad y desarrollo de los cultivos (Villalpando *et al.*, 1991 y Abrami, 1972).

La respuesta a la temperatura depende de las especies, variedades, región de desarrollo y duración del tiempo de cosecha (Copeland y McDonald, 1985). De la siembra a la emergencia la planta es afectada por la temperatura del suelo, más que por la temperatura del aire (Hayhoe y Dwyer, 1990). Después de la emergencia, sin embargo la planta es afectada mayormente por la temperatura del aire, sobre todo cuando el meristemo apical está por encima del suelo (Singh y Dhaliwal, 1972 y Villalpando *et al.*, 1991). Las plantas requieren energía para su crecimiento y uno de los factores que contribuyen con la energía es el calor (Casale, 1981). Este factor afecta marcadamente los índices de los procesos biológicos, asimismo el crecimiento y desarrollo de todo organismo muestran una respuesta a la temperatura (Pusselle *et al.*, 1984) a través de su influencia sobre la velocidad de los procesos metabólicos. Temperaturas bajas retardan el desarrollo, mientras que altas temperaturas hasta cierto límite lo aceleran y por lo tanto acortan el ciclo vegetativo de las plantas (Villalpando, 1985) influenciando

esto el rendimiento y calidad de semilla (Thomson, 1979).

Ciertamente el crecimiento y desarrollo de las plantas son afectados por otros factores, además de la temperatura, tales como flujo y duración de la radiación fotosintéticamente activa, disponibilidad de nutrientes y agua y pérdida del tejido fotosintético (Russelle *et al.*, 1984). Aunque la maduración del maíz es determinada genéticamente, es influenciada en gran medida por los factores ambientales tales como tipo y humedad del suelo, nutrición del cultivo, pero especialmente por la temperatura del aire (Eckert y Hicks, 1986).

Beauchamp y Lathwell (1967) observaron que los incrementos en los niveles de radiación solar y en la temperatura del aire, incrementaron los índices de desarrollo de brotes y raíces en plantas de maíz, particularmente durante el intervalo de la cuarta a la sexta hoja, sin embargo los niveles de radiación solar parecieron tener una influencia mayor sobre el índice de desarrollo que las temperaturas del aire.

Por su parte Warrington y Kanemasu (1983) estudiaron dos híbridos de maíz en ambientes controlados con diferentes temperaturas y fotoperíodos, encontrando que el índice de iniciación foliar, determinado de diferentes disecciones, fue constante desde emergencia de plántula hasta iniciación

de espiga en todos los tratamientos. Así como también el índice de aparición de las primeras 12 hojas fue constante desde emergencia de plántula hacia adelante, pero después de las 12 hojas el índice pareció incrementarse presumiblemente como consecuencia de la elongación del tallo y porque las hojas superiores fueron más pequeñas y requirieron menos tiempo a expandirse.

Benoit *et al.* (1990) como resultado de su estudio encontraron que en suelos con niveles de humedad cercana a la capacidad de campo (30-32 por ciento), los índices de desarrollo del maíz se incrementaron conforme se incrementó el promedio diario de temperatura del aire desde 18 a 26°C. En cambio en suelos con niveles bajos de humedad (20-22 por ciento), los índices de desarrollo se incrementaron con temperatura cercana a 21°C y gradualmente decrecieron con temperaturas altas.

Fotoperíodo

El fotoperíodo es el factor que mayor influencia tiene en el desarrollo de la producción agrícola y por esta razón, en la adaptación de las plantas cultivadas (Rood y Major, 1980). Su influencia estriba principalmente en la floración, la cual es la respuesta más importante del cultivo hacia este factor (Villalpando *et al.*, 1991); también mencionan que se ha demostrado que la duración del

día influencia no sólo a la formación de flores, frutos y semillas, sino también el carácter y extensión de la ramificación, abscisión de hojas, pubescencia, desarrollo de raíces, dormancia, maduración de frutos, senescencia y otros fenómenos morfológicos.

Como resultado de sus investigaciones Francis (1971) y Coligado y Brown (1975) encontraron que la temperatura y fotoperíodo son dos factores que mayor papel juegan en el desarrollo del cultivo del maíz. La respuesta de este cultivo al fotoperíodo depende fuertemente del nivel de temperatura en que las plantas se desarrollen (Roberts y Struckmeyer, 1938 y Hunter *et al.*, 1974) además señalan que hay pérdidas de sensibilidad al fotoperíodo a temperaturas altas; sin embargo, Warrington y Kanemasu (1983) encontraron lo contrario en su estudio.

Como la planta de maíz es de día corto Martín y Leonard (1957) señalan que la floración rápida y el desarrollo vegetativo es acortado por una longitud corta del día, además de que los días largos prolongan su ciclo vegetativo incrementando el número de hojas, tamaño de la planta y el período de crecimiento (Francis, 1971). Las plantas de día corto no florecen en un medio donde la duración del día excede del período de horas luz pero continúan vegetando (Kernick, 1978).

La asimilación para el llenado del grano de maíz; indican Allison y Daynard (1979) es acumulada en gran parte después de la floración y una disminución en la longitud de la fase vegetativa podría permitir un período mayor asimilable después de la floración y de esta manera incrementar el potencial de rendimiento de grano.

Por su parte Warrington y Kanemasu (1983) en un estudio de ambiente controlado con dos híbridos de maíz y usando un amplio régimen de temperaturas encontraron que el número de hojas se incrementó conforme se aumentó el fotoperíodo.

Densidad de Población

Muchos trabajos se han realizado con respecto al efecto de las densidades de población en el rendimiento de grano en la mayoría de los híbridos experimentales y comerciales a nivel mundial, sin embargo pocos trabajos reportan ese efecto en la producción de semilla híbrida, lo que a menudo resulta ser una limitante en los programas de producción de semillas (Rutger, 1971). Esta falta de información se debe principalmente a que la mayoría de estudios encaminados a la producción de semilla sólo se hacen una sola vez, no teniendo continuidad para sostener con bases firmes los resultados encontrados, además debido a que el promedio de vida de los híbridos de maíz oscila entre

los 6-7 años, entonces si no se tiene información acerca de la producción de determinado híbrido en los primeros 3-4 años más adelante resultará obsoleta.

En un reporte de Iowa State University (1986) se señala que los productores normalmente necesitan sembrar entre un 10 a 15 por ciento más de semilla respecto a la densidad de población recomendada ya que el por ciento de semillas sembradas a producir plantas puede variar dependiendo de la germinación, condición del suelo y problemas de maleza. Además menciona que cada productor puede ajustar las poblaciones ligeramente de acuerdo a factores como el híbrido a producir, niveles de fertilidad del suelo (especialmente nitrógeno), reservas de humedad del suelo, rendimiento y condiciones de clima.

Rutger (1971) al trabajar con tres densidades de población (37, 62 y 86 mil pts/ha) en siete cruzas simples y sus progenitores, detectó que las líneas responden más al incremento de la densidad que las cruzas simples, puesto que al variar de 37 a 86 mil pts/ha el rendimiento se elevó un 48 por ciento en las primeras, mientras que en las segundas fue de un 37 por ciento. Sin embargo a la densidad de 86 mil pts/ha el tamaño de la mazorca y del grano fueron muy pequeños, así una densidad de 62 mil pts/ha puede ser suficientemente alta para la producción de semilla.

Por otro lado Johnson y Tanner (1972) al comparar híbridos de cruza simple con sus líneas progenitoras a una densidad de 78,283 pts/ha, encontraron que las cruza simples fueron superiores en rendimiento vegetativo y de grano, así como en la longitud del período de llenado de grano, entre otros caracteres. Diversos autores han reportado resultados similares (Jurgenson y Brewbaker, 1927 y Avery *et al.*, 1942, entre otros).

La calidad física del grano se ve afectada por la influencia de muchos factores, entre ellos se menciona a los agronómicos (Paulsen *et al.*, 1983) en especial la fecha y densidad de siembra afectan el ambiente bajo el cual el grano se desarrolla, ocasionando una merma en su calidad, si éstos no son óptimos (Brauer y Carter, 1986).

Por su parte Colville (1962) y Cloninger *et al.* (1975) mencionan que el peso de 1000 granos de maíz decrece linealmente con el incremento de la densidad de población en promedio de 8 y 9 gramos por cada 10,000 plantas respectivamente. Sin embargo en el mismo año Cloninger *et al.* encontraron que esta tendencia se mantiene sólo en el rango de 40 a 60 mil pts/ha, ya que de 60 a 80 mil pts/ha la pérdida en peso fue de sólo 4 g, por lo que el peso hectolítrico no fue afectado por la densidad, concluyendo que el ambiente y el genotipo tienen un efecto importante en el peso de 1000 granos, sin embargo el ambiente parece ser

más importante.

Umbrales de Temperatura para Crecimiento y Desarrollo de la Planta

Las plantas tienen bien definidos sus puntos críticos de temperatura, inferior y superior entre los cuales se desarrollan normalmente, a estos puntos se les ha llamado punto crítico inferior y punto crítico superior (Kanemasu *et al.*, 1975) también se conoce a estos puntos como umbral mínimo y umbral máximo de temperatura, fuera de los cuales se tiene una tasa de desarrollo igual a cero, además poseen una temperatura o un rango de temperaturas óptimas en donde la tasa de desarrollo es máxima (Villalpando *et al.*, 1991). Tales temperaturas son usualmente denominadas como temperaturas cardinales (Kanemasu *et al.*, 1975; Copeland, 1985 y Villalpando *et al.*, 1991).

Cuando la temperatura mínima alcanza el punto crítico inferior, la planta detiene todas sus funciones y suspende su crecimiento, igualmente cuando la temperatura máxima es tal que rebasa el punto crítico superior, la transpiración es tan fuerte que el cultivo detiene su crecimiento (Casale, 1981).

La planta de maíz puede sobrevivir a exposiciones adversas de temperatura del rango de cerca de 0°C o sobre

4°C, sin embargo sus límites de crecimiento son un poco menores, ascendiendo a cerca de los 35°C con temperaturas cercanas a 5°C (Neild y Newman, 1987). En cambio Singh y Dhaliwal (1972) encontraron que la temperatura mínima para emergencia de plántulas fue arriba de los 10°C en el caso del maíz y otros cultivos, en cambio fue grandemente reducida a los 40°C, además mencionan que los incrementos en la tasa o índice de respiración y el fracaso metabólico son debidos a las altas temperaturas, resultando en una emergencia reducida.

Aldrich y Leng (1974) recomiendan el uso de una temperatura de 12.8°C como punto de partida, ya que la planta de maíz difícilmente crece a temperaturas inferiores. Por su parte Warrington y Kanemasu (1983) como resultado de su estudio encontraron una temperatura mínima de 9°C predicha para la germinación y emergencia de maíz, así como una temperatura óptima de aproximadamente 30°C. También encontraron temperaturas mínimas de 8 y 7°C para iniciación de espiga y antesis respectivamente, siendo la temperatura óptima para ambos procesos de 28°C arriba de la cual el desarrollo disminuyó.

Coligado y Brown (1975) trabajando con diferentes temperaturas y fotoperíodos con dos híbridos de maíz, encontraron que temperaturas de 15, 20 y 25°C tuvieron un pequeño efecto sobre el cambio en el número de hojas, sin

embargo la temperatura de 30°C resultó en un apreciable incremento en el número de hojas, que las temperaturas anteriores.

Punto Crítico de Temperatura para el Desarrollo de la Planta

La temperatura base para el desarrollo de las plantas es un importante elemento en los modelos de desarrollo que utilizan métodos de acumulación de calor (Lawlor *et al.*, 1990) además mencionan que errores en el uso de esta temperatura base en los modelos puede llevar a estimaciones erróneas de etapas fenológicas, así como en el rendimiento de los cultivos, particularmente en áreas frías.

Varias temperaturas base han sido probadas para el cultivo del maíz, sin embargo 10°C ha sido la más satisfactoria (Schmidlin y Dethier, 1987; Neild y Newman, 1987; Eckert y Hicks 1986; Newman *et al.*, 1969; Lana y Haber, 1952 y Neild, 1981, entre otros). La temperatura base es la temperatura abajo de la cual el cultivo no se desarrolla (Newman *et al.*, 1969). Los grados de desarrollo en días (GDD) con una temperatura base de 10°C han sido usados con éxito a cuantificar la influencia de la temperatura sobre la emergencia del maíz y del desarrollo fenológico (Hayhoe y Dwyer, 1990).

En cultivos de estación cálida se ha venido usando una temperatura base de 10°C , entre tales cultivos se encuentra el maíz dulce, sorgo para grano y maíz (Neild y Smith, 1983).

Andrew *et al.* (1956) evaluaron diferentes materiales de maíz en dos localidades encontrando que para el éxito en la cosecha de los mismos, hubo una correlación cercanamente perfecta de -0.984 entre unidades térmicas basadas sobre 50°F como temperatura base y un contenido de humedad, cuando la correlación entre unidades térmicas basadas sobre 45°F como temperatura base y contenido de humedad fue de -0.553 .

Unidades Calor

Históricamente el número de días desde siembra a cosecha ha sido usado a clasificar la maduración del maíz híbrido, pero en años recientes la madurez comercial es a menudo determinada por los grados de desarrollo en días (GDD) o unidades calor (HU) (Neild y Newman, 1987), las cuales pueden ser definidas como la diferencia entre la temperatura media diaria y una temperatura base selecta, sometida a ciertas restricciones (Eckert y Hicks, 1986). Este sistema asume que hay una relación lineal directa entre el desarrollo del cultivo y el promedio diario de temperatura acumulada hasta el final de la estación, (Newman *et al.*, 1969).

Desde 1730 se ha venido empleando la acumulación de calor expresada actualmente como "días-grado" (D°) para describir el efecto de la temperatura en los procesos biológicos de los organismos (Wang, 1960). El "día-grado" es una estimación numérica del desarrollo de los organismos basado en la relación de la temperatura ambiental y las temperaturas umbrales inferior y superior, definidas como los límites en que la tasa de desarrollo es cero (Allen, 1976). Con la gran variedad de métodos de computación, las unidades calor o índices de acumulación de calor han sido llamadas de diferentes maneras como grados de desarrollo en unidades, unidades de desarrollo, unidades calor efectivas y grados de desarrollo en días (Schmidlin y Dethier, 1987). También se conocen como constante térmica o constante varietal (Newman *et al.*, 1969).

Sin embargo el nombre más común es grados de desarrollo en días, siendo mayormente usado en los Estados Unidos por representar un medio de medición rápido en el desarrollo y maduración de un cultivo.

Villalpando *et al.* (1991) mencionan a estos índices de acumulación de calor como medios para la posible determinación de la adaptación y zonificación de los cultivos agrícolas, entre los cuales señala a las unidades térmicas, unidades fototérmicas, y a la amplitud térmica. Los primeros usos comerciales de las unidades calor ocurrieron

en los 40's en la industria procesadora de vegetales, en la programación de siembra y cosecha de chícharos (Schmidlin y Dethier, 1987).

Los métodos de suma calor o unidades calor además de ser ampliamente usados para la clasificación de la maduración de los maíces híbridos comerciales, también son usados para determinar la conveniencia de los mismos para localidades geográficas específicas. En particular son usados para predecir la ontogenia de este cultivo, especialmente los tiempos de floración y madurez de la cosecha (Warrington y Kanemasu, 1983).

Algunas de las aplicaciones de las unidades calor en la agricultura de acuerdo a Villalpando *et al.* (1991) y Neild (1986) son las siguientes: a) Zonificación de variedades de cultivo, de acuerdo a las unidades calor disponibles en una región y a las unidades calor requeridas por un cultivo desde la siembra a la maduración. b) Pronóstico de fases fisiológicas de los cultivos, tales como emergencia, floración y madurez. c) Programación de actividades agrícolas tales como fecha de siembra, aplicación de insecticidas para el control de plagas y fechas de cosecha. d) Programación de fechas de siembra de progenitores de maíz y sorgo en programas de producción de semillas. e) Clasificación de especies y variedades con unidades calor como una medida estándar en lugar de días,

para evitar las diferencias que se presentan para un mismo cultivar de una región a otra.

Los grados de desarrollo en días (GDD) son menos eficientes para la predicción de maduración si hay demasiada maleza, inadecuada fertilidad y especialmente baja humedad en el suelo (Newman *et al.*, 1969). También se menciona como factores que influyen la acumulación de GDD al tipo de suelo, pendiente, drenaje, profundidad de siembra, población de plantas, vigor de semilla y sequía (Phillips, 1950).

Los GDD para el cultivo de maíz según Eckert y Hicks (1986) se basan en dos hechos: primero, una planta debe acumular una cierta cantidad de calor en orden a completar su ciclo de vida y segundo, la cantidad total de calor necesario puede ser relativamente constante para un híbrido dado.

Neild y Dreier (1975) al igual que Neild y Newman (1987) coinciden en que el concepto de GDD resulta de las observaciones siguientes: 1) Hay o existe un valor o temperatura base por debajo de la cual las plantas no se desarrollan o se desarrollan muy lentamente. 2) El índice o tasa de desarrollo se incrementa conforme la temperatura aumenta arriba de esta temperatura base. 3) El crecimiento y desarrollo están más estrechamente relacionados con la acumulación de la temperatura media arriba de un valor base

en la ausencia de otras condiciones limitantes que sólo con el tiempo.

A pesar de las muchas aplicaciones e intensivas investigaciones conducidas por dos siglos, el sistema de unidades calor (UC) ha sido sometido a serias críticas particularmente en los años recientes, siendo sus desventajas las siguientes: 1. Las plantas responden de diferente manera a los mismos factores ambientales durante varias etapas de su ciclo de vida. 2. El umbral de temperatura que se ha empleado en la computación de UC, es considerado como una constante, aplicada a todo el ciclo de vida de una planta. 3. Algunos investigadores cuestionan que cuando todos los valores posibles del umbral de 32° a 50°F se probaron en forma sistemática se encontró que ninguno pudo dar alguna mejora en el sistema de UC. 4. Otros señalan que las UC requeridas para un proceso determinado es constante sólo para un rango dentro del cual existe una proporcionalidad directa entre el índice de desarrollo y temperatura. 5. El sistema de UC no toma en cuenta muchos factores que influyen el crecimiento y desarrollo de la planta, tal como humedad del suelo, déficit de presión de vapor, entre otros. 6. Finalmente con respecto a los problemas de microclima, la calidad representativa de la temperatura registrada usada para evaluaciones de UC es entre los problemas más complicados por resolver (Wang, 1960).

Una ideal medición de la longitud del tiempo entre la siembra y maduración puede mostrar diferencias entre genotipos, pero puede ser constante en las diferentes condiciones ambientales. Neild y Smith (1983) señalan que la suma de días puede variar entre localidades, años y fechas de siembra a causa de las condiciones ambientales y otras diferencias, en cambio los GDD calculados de la temperatura diaria favorable para crecimiento puede ser menos variable que la suma de días para ciertos periodos de crecimiento (Robinson, 1971).

Métodos de Cuantificación de Unidades Calor

Para el cálculo de unidades calor se han propuesto varios métodos como son: el directo, el residual, el fisiológico, el exponencial, entre otros, teniendo cada uno diferente fundamento científico, sin embargo a través de evaluaciones se ha llegado a la conclusión de que los métodos residual y fisiológico son los que mejores resultados han dado (Villalpando *et al.*, 1991).

En un intento a encontrar mejores caminos para estimar las relativas diferencias de madurez en el maíz Cross y Zuber (1972) utilizaron varias fórmulas para el cálculo de unidades calor, encontrando que la mejor ecuación para predicción de fechas de floración fue la que usó una temperatura base de 10°C y una óptima de 30°C lo cual

concuenda con lo encontrado por Gilmore y Rogers (1958). Estas temperaturas son recomendadas para el cálculo de unidades calor en maíz por Neild y Newman (1987); Eckert y Hicks, (1986) e Iowa State University (1986) entre otros.

En un estudio llevado a cabo por Flores *et al.* (1985) utilizando cuatro métodos para clasificar la madurez en los cultivos de maíz y frijol, encontraron que los métodos usados para estimar la acumulación de unidades calor fueron igualmente eficientes para relacionar el desarrollo fenológico con la cuantificación térmica, pues los coeficientes de determinación oscilaron entre 0.95 y 0.99 dependiendo del método y especie evaluada.

Gilmore y Rogers (1958) emplearon 15 diferentes métodos para estimar las UC requeridas para la floración en diferentes genotipos de maíz y bajo diferentes fechas de siembra encontrando que las UC tendieron a ser constantes a pesar de las fechas de siembra.

Cuatro diferentes métodos de cálculo de UC y el número de días del calendario fueron comparados por Tollenaar *et al.* (1979) desde siembra a madurez fisiológica en 22 híbridos de maíz, encontrando que los coeficientes de variación para los cuatro métodos fueron menores que los asociados con el número de días del calendario a madurez siendo de 5.2, 4.3, 4.6 y 5.2 por ciento para los métodos

mientras que para los días del calendario fue de 8.0 por ciento, por lo tanto los métodos son más precisos en la medición de la madurez; estos resultados concuerdan con los encontrados por Mederski *et al.* (1973) y Lana y Haber (1952).

MATERIALES Y METODOS

Descripción del Area de Estudio

El presente trabajo fue establecido en el ciclo primavera-verano de 1991, en tres localidades representativas del Bajío Mexicano en los alrededores de los municipios de Dolores, Hgo., Juventino Rosas y Celaya, pertenecientes al estado de Guanajuato, por considerarse como zonas potenciales para la producción de semilla de maíz, debido a que cuentan con condiciones climáticas que permiten en forma eficiente la realización de esta actividad, además porque los híbridos a producir fueron formados y seleccionados para este ambiente y porque se considera como una de las principales zonas productoras de grano de este cereal.

A continuación se describe la localización geográfica y las principales características climáticas del estado y de los municipios donde se estableció la evaluación (Los Municipios de Guanajuato, 1988).

Guanajuato

Está situado a los $101^{\circ}15' 20''$ al oeste del meridiano de Greenwich y a los $20^{\circ}01'01''$ de latitud norte, la altura sobre el nivel del mar es de 2000 metros. El clima es templado y variable a causa de la accidentada topografía. La temperatura media anual es de 17.9°C , con una temperatura máxima de 36°C y con una mínima de 3°C .

Dolores Hidalgo

Se encuentra ubicado entre las coordenadas $100^{\circ}38.9'$ y $101^{\circ}11.3'$ de longitud oeste y $21^{\circ}21.3'$ y $20^{\circ}50'$ de latitud norte, teniendo una altura promedio sobre el nivel del mar de 1980 metros. La temperatura máxima es de 36.5°C en el verano y la mínima de 3.8°C en el invierno, con una temperatura media anual de 17.4°C . La precipitación media anual es de 564.1 mm.

Santa Cruz de Juventino Rosas

Su localización geográfica es a los $100^{\circ}59'50''$ de longitud, al oeste del meridiano de Greenwich y a los $20^{\circ}37'35''$ de latitud norte. Su altura sobre el nivel del mar es de 1740 m. Predomina el clima templado, con una temperatura máxima de 36.6°C y una mínima de 0.8°C , siendo la temperatura media anual de 18.8°C y la precipitación pluvial media anual de 725 mm.

Celaya

Este municipio está situado a los $100^{\circ}48'55''$ de longitud oeste del Meridiano de Greenwich y a los $20^{\circ}31'24''$ de latitud norte, su altura sobre el nivel del mar es de 1800 m. El clima es templado, con una temperatura media anual de 18.8°C y una mínima de 0.5°C , cuenta con una precipitación pluvial promedio de 683 mm anuales.

A continuación se describe el lugar específico donde se estableció cada evaluación.

- a) Dolores Hgo., en el Rancho El Fresno, situado a un costado de la carretera Dolores -San Miguel de Allende.
- b) Juventino Rosas, aquí se estableció a un costado del poblado Tavera, el cual se encuentra situado en la carretera Celaya-Juventino Rosas.
- c) Celaya, en el Rancho Lacano, situado atrás de la colonia Las Insurgentes del mismo lugar.

Material Genético

El material genético que se empleó en este estudio consistió de siete líneas y cuatro cruces simples élite, mismas que se han generado de los diferentes programas de

mejoramiento que el Instituto Mexicano del Maíz (IMM) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), realiza en las diferentes áreas ecológicas del país.

Del grupo de líneas, tres de ellas se obtuvieron de los Programas de Mejoramiento que se realizan en el Bajío, caracterizándose por ser de porte bajo e intermedio. Las restantes fueron obtenidas de los Programas de Trópico Seco y Trópico Húmedo, siendo de porte normal las de Trópico Seco y bajo la de Trópico Húmedo.

Por lo que respecta al grupo de cruzas simples, dos se formaron con líneas de Bajío x Bajío, una de Bajío x Trópico Húmedo y la otra de Trópico Seco x Trópico Seco.

Estas líneas y cruzas simples además de intervenir en la formación de diversos híbridos experimentales y comerciales, son progenitores de tres híbridos sobresalientes con que cuenta el IMM para esa región, estos son el AN-388, AN-444 y AN-447 y que actualmente se encuentran en la etapa de producción comercial.

En el Cuadro 3.1 se enlista el material genético empleado, así como también se muestran los progenitores que se involucran en la formación de cada híbrido.

Cuadro 3.1. Material genético utilizado en la presente investigación y conformación de híbridos bajo estudio.

Bajo	LINEAS	
	Trópico Seco	Trópico Húmedo
SSE-232 M	AN ₁	Zap. Chico Br2-211-1-1
SSE-255 M	AN ₂	
MAZ. LARGA S ₄ -1	AN ₇	

CRUZAS SIMPLES

Bajo x Bajo	Tróp.seco x Tróp.seco	Bajo x Tróp.Húmedo
SSE-232M x SSE-255M	AN ₁ x AN ₂	SSE-255M x Zap. Chico Br2-211-1-1
SSE-255M x Maz. Larga S ₄ -1		

Los híbridos que se generan con la semilla básica y registrada bajo estudio son los siguientes:

HIBRIDOS

<u>Híbrido</u>	<u>Progenitores</u>
AN-388	(SSE-255M x Zap. Chico br2-211-1-1) (Maz. Larga) S ₄ -1
AN-444	(SSE-232M x SSE-255M) (AN ₁ x AN ₂)
AN-447	(SSE-255M x Maz. Larga S ₄ -1) (AN ₇)

Procedimiento Experimental

Se ensayaron los progenitores citados bajo el diseño de bloques al azar con arreglo de parcelas subdivididas

explorando tres localidades y tres densidades de siembra.

Siembra

Se realizó en seco, en surcos de aproximadamente 5 m de longitud por 77 cm de ancho, depositando dos semillas por golpe para posteriormente aclarar a una plántula. La distancia entre plántulas varió de acuerdo con la densidad, así para la D₁ se tuvo una distancia de 29 cm, entre plantas, para la D₂ fue de 22 cm y para la D₃ de 18 cm.

Las parcelas experimentales estuvieron conformadas de tres surcos y el número de plantas por parcela fue de acuerdo con la densidad de siembra manejada, así para la D₁, D₂ y D₃, se tuvieron 51, 66 y 81 plantas respectivamente.

A continuación (Cuadro 3.2) se explica el establecimiento y conformación de las unidades experimentales, así como el diseño empleado para la realización de los análisis estadísticos.

Durante el desarrollo del cultivo se tomaron los siguientes datos:

Desde el momento que la humedad del suelo entró en contacto con la semilla, a partir de esta fecha se procedió al cálculo y cuantificación de las unidades calor para el

Cuadro 3.2. Especificaciones de las parcelas experimentales

Localidades	Dolores, Hidalgo			Juventino Rosas			Celaya		
Fecha de siembra	21/IV/91			18/V/91			27/V/91		
Rep. x Loc.	III			III			III		
No. surcos x Rep.	3			3			3		
Long. surcos (m)	5			5			5		
Distancia entre surcos (m)	.77			.77			.77		
Matas/surco	18 ¹ 24 ² 30 ³			18 ¹ 24 ² 30 ³			18 ¹ 24 ² 30 ³		
Distancia entre matas (m)	0.29	0.22	0.175	0.29	0.22	0.175	0.29	0.22	0.175
Pltas/mata:									
sembrar	2			2			2		
Aclarar	1			1			1		
Pltas/parcela útil	28 21 16			28 21 16			28 21 16		
Area parcela útil (m ²)	4.02	4.07	4.04	4.02	4.07	4.04	4.02	4.07	4.04
Area parcela Exptal. (m ²)	12.06	12.20	12.13	12.06	12.20	12.13	12.06	12.20	12.13
Surcos de bordo	2			2			2		
Fertilización:									
Inicial	100-90-60			100-90-60			105-92-60		
Complementaria	100- 0- 0			100- 0- 0			100-0-0		

1/ corresponde a 45,000 plts/ha

2/ corresponde a 60,000 plts/ha

3/ corresponde a 75,000 plts/ha

cultivo y requeridas por las plantas para completar cada una de sus fases de desarrollo, tanto de la planta como del fruto, dando mayor importancia a la etapa reproductiva por representar el objeto principal del trabajo.

Una vez establecido y emergido el cultivo se inició el conteo del número de hojas completas en ocho plantas tomadas al azar del surco central de cada parcela, realizándose esta actividad sólo en las localidades de Juventino Rosas y Celaya, llevándose a cabo en una sola repetición de cada localidad.

Para el conteo de hojas completas se consideró como hoja completa a aquella que presentaba el collar (lígula) visible que une a la hoja con la vaina que envuelve el entrenudo del tallo. Esta operación se llevó a cabo hasta la formación de la última hoja de cada planta muestreada, conocida generalmente como hoja bandera.

El conteo de las hojas se hizo en forma semanal o sea el mismo día de cada semana, en base a que la plántula requiere, en sus primeras etapas de desarrollo de más o menos siete días para la emisión de una hoja completa.

Labores Culturales

El manejo del cultivo se realizó de la mejor manera, aplicando las fórmulas recomendadas de fertilización para cada región, el control de malezas se hizo primero en forma química y posteriormente en forma mecánica.

El número de riegos fue mínimo para cada localidad debido a que durante la mayor parte del ciclo agrícola existió bastante humedad en el suelo a causa de la precipitación pluvial, siendo mayor en los meses de junio, julio y agosto, con 231.6, 300.1 y 87.7 mm respectivamente, según datos proporcionados por la Estación Meteorológica del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) de Roque, Gto., 1991.

La constante humedad en el suelo dificultó la realización de algunas prácticas culturales al cultivo, como aereación y segunda fertilización así como también hizo ineficiente la aplicación de insecticidas debido a que la lluvia lavaba el producto después de aplicado, esto sucedió en las localidades de Dolores, Hgo., y Juventino Rosas, principalmente.

Además de los datos mencionados anteriormente, también se tomaron los siguientes caracteres agronómicos.

a. Días a floración masculina: se define como el intervalo que existe en días como su nombre lo dice, desde el momento de la siembra hasta cuando el 50 por ciento de las anteras son dehiscentes.

b. Días a floración femenina: es el número de días que existen, a partir de la siembra hasta cuando el 50 por ciento de los estigmas estuvieron receptivos.

c. Estado lechoso del grano*: número de días desde la siembra hasta cuando el grano estuvo en este punto. Esta práctica se hizo en forma manual.

d. Estado masoso del grano*: determinado en días desde el momento de la siembra hasta que el grano llegó a este punto, también se determinó en forma manual.

e. Madurez fisiológica*: punto en el cual se forma la llamada capa negra en el grano, generalmente se determina en base a número de días, al igual que las dos anteriores fue determinada manualmente.

f. Altura de planta**: distancia media en centímetros desde la base del tallo hasta donde se localiza la hoja bandera.

*Características tomadas en 5 plantas tomadas al azar del surco central de cada parcela.

**Se determinaron en 10 plantas tomadas al azar del surco central de cada parcela

g. Altura de mazorca** : medida también en centímetros desde la base del tallo hasta el nudo donde se encuentra insertada la mazorca principal.

h. Acame de raíz : número de plantas que presentaron una inclinación de 30° respecto a la vertical.

i. Acame de tallo : número de plantas con el tallo quebrado abajo de la mazorca.

j. Mala cobertura : número de plantas con la punta de la mazorca descubierta.

k. *Fusarium* spp en planta : número de plantas afectadas por esta enfermedad, las cuales si no estaban completamente secas, se iban secando gradualmente empezando desde la raíz.

Cosecha

Se cosecharon sólo las plantas del surco central de cada parcela, eliminando las plantas de la orilla y contando las plantas restantes, es decir se cosechó la parcela útil solamente. Posteriormente se procedió a pesar el número total de mazorcas obtenidas, usando para ello una báscula de reloj, expresando el peso en kilogramos, esta operación recibe el nombre de peso de campo.

**Se determinó en 10 plantas tomadas al azar del surco central de cada parcela.

Una vez cosechado y pesado se procedió a desgranar una muestra representativa del total de mazorcas cosechadas, consistiendo esta muestra de aproximadamente 250 g, la cual fue llevada a un aparato determinador de humedad tipo manual.

Determinado el porcentaje de humedad en cada una de las muestras, se calculó el porcentaje de materia seca la cual resulta de restarle a 100 el por ciento de humedad. Posteriormente y multiplicando el porcentaje de materia seca por el peso de campo se obtiene el peso seco.

Finalmente este peso seco se multiplicó por un factor constante para convertir a toneladas por hectárea en mazorca al 15.5 por ciento de humedad.

Factor de Conversión

$$FC = \frac{10,000 \text{ m}^2}{[APU(\text{m}^2) \times (0.845) \times (1000 \text{ kg})]}$$

donde:

FC = factor para convertir a tons/ha de mazorca al 15.5 por ciento de humedad.

10,000 = factor para reportar el dato por hectárea.

APU = (Area de parcela útil) = (distancia entre surcos

x distancia entre plantas x número de plantas cosechadas) en base a las densidades de prueba respectivas.

0.845 = factor constante para estandarizar la humedad del grano hasta un 15.5 por ciento.

1000 = factor para reportar el peso en tonelada.

Una vez terminado el ciclo agrícola se procedió al cálculo de las unidades calor, usando para ello las temperaturas máximas y mínimas diarias, mismas que fueron proporcionadas por la Estación Meteorológica del INIFAP de Roque, Gto., 1991.

La estimación de las unidades calor fue realizada mediante seis métodos, mismos que se exponen a continuación con la colaboración del personal del Departamento de Agrometeorología de la UAAAN.

Método Directo

Consiste en estimar la temperatura media diaria mediante la fórmula propuesta por Reaumur (1730).

$$UC = \frac{T \text{ max} + T \text{ min}}{2}$$

donde:

T Max = temperatura máxima diaria

T Min = temperatura mínima diaria

Método Residual

El índice residual acumula unidades calor arriba de una cierta temperatura base, siendo la fórmula básica la siguiente: (Mederski *et al.*, 1973).

$$UC = \frac{T. Max + T. Min}{2} - T Base$$

Sin embargo este método presenta diferentes versiones, las cuales fueron empleadas en este estudio. Algunas de estas versiones han sido propuestas para maíz mencionándose a continuación.

$$UC = \frac{T Max + T min}{2} - Tb (10^{\circ}C)$$

donde:

T Max = temperatura máxima diaria

T Min = temperatura mínima diaria

Tb = temperatura base (10^oC) (Gilmore y Rogers, 1958)

$$UC = \frac{T max + T min}{2} - Tb (10^{\circ} C)$$

Restricciones a la fórmula:

Si : T max \geq 30^o C = 30^o C

: T min \leq 10^o C = 10^o C (Neild y Newman, 1987)

Método Exponencial

Este método supone que para un incremento de 10° C en la temperatura, la tasa de crecimiento se duplica, sin embargo tiene la deficiencia de que asigna una alta eficiencia para crecimiento óptimo a temperaturas muy altas, lo cual puede no ser correcto.

$$UC = \sum_{i=1}^n 2^{\frac{(t_i - 4.5)}{10}}$$

donde:

UC = unidades calor

T_i = temperatura media diaria

4.5 = temperatura mínima para crecimiento (Flores *et al.*, 1985)

Método Fisiológico

Este tipo de índice está basado en la respuesta fisiológica de las plantas a la temperatura, los cuales han sido desarrolladas tanto bajo condiciones controladas en cámaras de crecimiento, como bajo condiciones de campo. Para maíz bajo condiciones de campo Villalpando *et al.* (1985) menciona el modelo propuesto por Brown (1976).

$$UC = \frac{Y_{\max} + Y_{\min}}{2}$$

donde:

$$Y_{\max} = [1.85 (T_{\max} - 10)] - [0.026 (T_{\max} - 10)^2]$$

$$Y \text{ min} = T \text{ min} - 4.4$$

$$1.85 = \text{constante}$$

$$0.026 = \text{constante}$$

Método de Unidades Fototérmicas o Método Residual Modificado

El concepto de unidades calor supone que el fotoperíodo no afecta la tasa de desarrollo de las plantas. Sin embargo para ciertas plantas o variedades de una misma especie se han observado efectos muy marcados por fotoperíodo durante ciertas etapas de desarrollo (Villalpando *et al.*, 1991).

El cálculo de las unidades fotocolor se hace mediante la siguiente fórmula básica:

$$UFT = \sum_{i=1}^n \frac{UT \times F}{10}$$

donde:

UFT = unidades fotocolor acumuladas

UT = unidades calor las cuales pueden ser calculadas por un método adecuado al cultivo y variedad específicos, en este caso se usaron las calculadas por el método residual.

F = fotoperíodo (duración del día)

10 = constante (para reducir la cifra total a un tamaño manejable).

i = días, semanas, decenas, meses

1, 2, 3...n. Las UC se calcularon en forma diaria.

Para evaluar la bondad o precisión de los métodos con respecto a ellos mismos o con el tradicional se reporta mediante la desviación estandar (σ) o el coeficiente de variación (cv)., en este caso se hará mediante este último.

Análisis Estadísticos

Caracteres Agronómicos

Para los análisis estadísticos se empleó el diseño de arreglo en parcelas subdivididas en bloques al azar para las características de días a flor masculina y femenina, altura de planta y mazorca, número de plantas, acame de raíz y tallo, incidencia de *Fusarium* spp en planta y finalmente en el carácter de rendimiento.

Antes de iniciar los análisis estadísticos es importante resaltar que para los caracteres expresados en porcentaje los valores fueron transformados a unidades angulares o arco seno, para tener así una distribución normal de dichos valores, ya que según Reyes (1983) y Little y Hills (1983) los valores dados en por ciento no muestran una distribución normal.

Fórmula de Transformación

$$\hat{X} = \text{Arco seno } \sqrt{\frac{X+0.5}{100}}$$

donde:

\hat{X} = valor transformado

X = porcentaje observado experimentalmente

0.5 = constante

100 = constante

También se efectuó un análisis de covarianza entre las variables número de plantas y peso seco, ésto con el fin de ajustar este último dado que el número de plantas de cada parcela a cosechar no fue siempre el mismo, ya que existieron fallas en la germinación y emergencia de las plántulas, esto ocurrió más marcadamente en las líneas.

Para la realización de los análisis se tomó como parcela mayor las localidades, como mediana las densidades y como parcela menor los genotipos, para ello se empleó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijklm} = \mu + R_m + L_i + \theta_{im} + D_j + (LD)_{ij} + \pi_{ijm} + G_k + (LG)_{ik} + (DG)_{jk} + (LDG)_{ijk} + \epsilon_{ijklm}$$

donde:

i = 1, 2, 3 localidades

j = 1, 2, 3 densidades

$j = 1, 2, 3$ densidades

$k = 1, 2, \dots, 11$ genotipos

$m = 1, 2, 3$ repeticiones

$\theta_{im} \sim \text{NI}(0, \sigma^2\theta)$

$\pi_{ijm} \sim \text{NI}(0, \sigma^2\pi)$

$\varepsilon_{ijkm} \sim \text{NI}(0, \sigma^2\varepsilon)$

Y_{ijkm} = valor observado en el i -ésima localidad en la j -ésima densidad en el k -ésimo genotipo y en la m -ésima repetición

μ = efecto de la media poblacional

R_m = efecto de la m -ésima repetición

L_i = efecto de la i -ésima localidad

θ_{im} = efecto de la m -ésima repetición dentro de la i -ésima localidad.

D_j = efecto de la j -ésima densidad.

$(LD)_{ij}$ = efecto de la interacción de la i -ésima localidad por la j -ésima densidad.

π_{ijm} = efecto de la j -ésima densidad dentro de la m -ésima repetición dentro de la i -ésima localidad.

G_k = efecto del k -ésimo genotipo

$(LG)_{ik}$ = efecto de la interacción de la i -ésima localidad por el k -ésimo genotipo.

$(DG)_{jk}$ = efecto del k -ésimo genotipo por la j -ésima densidad.

$(LDG)_{ijk}$ = efecto de la triple interacción del k -ésimo genotipo por la j -ésima densidad por la i -ésima localidad.

ε = efecto del error experimental.

Una vez realizado el análisis de varianza para cada uno de los caracteres sometidos a evaluación se calcularon además tres diferentes coeficientes de variación, uno para la parcela mayor (localidades), otro para la mediana (densidades) y el último para la parcela menor (genotipos). Estos coeficientes nos dan información acerca de la confiabilidad que se puede tener en los datos debidos al buen manejo en la conducción de las unidades experimentales, ya que un valor alto en porcentaje indica escasa confianza en los datos, en cambio un bajo valor sugiere un buen manejo de las unidades experimentales.

Coeficientes de Variación

1. Parcela mayor

$$CV_A = \frac{\sqrt{CMEEa \times 100}}{\bar{X}}$$

2. Parcela mediana

$$CV_B = \frac{\sqrt{CMEEb \times 100}}{\bar{X}}$$

3. Parcela Menor

$$CV_C = \frac{\sqrt{CMEEc \times 100}}{\bar{X}}$$

donde:

CV = coeficiente de variación de la fuente respectiva

CMEE = cuadrado medio del error experimental respectivo

\bar{X} = media general del carácter respectivo

Para tener un panorama más claro acerca del comportamiento de los genotipos a través de localidades y densidades y poder dar una explicación más profunda de sus interacciones al presentarse éstas, se realizó la prueba de efectos simples mejor conocida como contrastes ortogonales.

Esta prueba fue hecha solamente para el carácter de rendimiento debido a que se apega más con los objetivos del trabajo.

Con el fin de discriminar variables y clasificar los tratamientos para elegir el mejor en caso necesario, se realizó la prueba de medias en cada una de las fuentes de variación que mostraron significancia, aquí también se realizó sólo para rendimiento debido a lo mencionado anteriormente. Las pruebas de medias empleadas fueron primeramente la de diferencia mínima significativa (DMS) al nivel 0.05 de probabilidad de acuerdo al modelo, así como también la de Duncan al mismo nivel de probabilidad, siendo esta última la mejor debido a que permite comparar todas las medias contra todas.

Las fórmulas de cada prueba son indicadas a continuación:

Diferencia mínima significativa (DMS)

1. Parcela mayor
2. Parcela mediana
3. Parcela menor

$$1. \text{ DMS} = t_{\alpha} \text{ (gl del error)} \sqrt{\frac{2S^2}{rdg}}$$

$$2. \text{ DMS} = t_{\alpha} \text{ (gl del error)} \sqrt{\frac{2S^2}{rlg}}$$

$$3. \text{ DMS} = t_{\alpha} \text{ (gl del error)} \sqrt{\frac{2S^2}{rld}}$$

donde:

t_{α} (g.l.del error) indica el valor de t

S^2 = varianza o cuadrado medio del error experimental

r = repeticiones

l = localidades

d = densidades

g = genotipos

Prueba de Duncan

Esta prueba se conoce como prueba de Student o de t modificada y permite hacer las comparaciones multiples posibles usándose cuando el número de tratamientos es considerable. Tiene un valor límite de significancia el cual se calcula de la siguiente forma.

$$\text{Límite de Significancia (L.S.)} = T_{\alpha} \bar{S}_X$$

donde:

t_{α} = t multiple obtenido de las tablas de Duncan para

$\alpha = 0.05$ y $\alpha = 0.01$.

$$SX = \text{error estándar de la media} = \sqrt{\frac{S^2}{n}}$$

S^2 = varianza del error experimental

n = número de repeticiones.

Para observar la tendencia de respuesta de la variable densidades se realizó una prueba de polinomios ortogonales para darnos cuenta si la respuesta de esta variable sigue una tendencia lineal o cuadrática, para ello se usaron los valores medios totales de cada densidad.

Para apoyar la discusión de los genotipos, dado que se manejaron dentro de ellos líneas y cruzas simples se realizó una prueba de contrastes ortogonales para encontrar las posibles diferencias entre grupos y dentro de grupos.

Finalmente, en lo referente a caracteres agronómicos se realizó un cuadro que enlista los promedios generales de los caracteres evaluados en cada una de las localidades consideradas para este estudio.

Unidades Calor

La evaluación de métodos se realizó mediante el diseño usado en los caracteres agronómicos, considerándose para ello solamente los caracteres de días a flor masculina y femenina y madurez fisiológica. Para determinar el mejor

método ello se evaluó mediante el coeficiente de variación como se ha venido reportando en los estudios realizados al respecto.

Con los valores medios de días a flor y las unidades calor, calculadas por los diferentes métodos mencionados anteriormente desde la siembra hasta alcanzar la floración tanto masculina como femenina de cada genotipo evaluado se calculó el coeficiente de variación tanto de los días del calendario como de los métodos para las localidades de Juventino Rosas y Celaya, Gto. También se determinó el coeficiente de correlación para conocer el grado de asociación entre estos métodos con el método tradicional.

Con los pares de progenitores de cada híbrido se realizaron gráficas (4.1 a 4.6) para indicar como se debiera de producir su semilla certificada en cada densidad, en base a la diferencia en días y en unidades calor de cada par de progenitores en dos de las tres localidades sometidas a evaluación.

Con los datos de número de hojas dado que solamente se tomaron en dos localidades y en sólo una repetición no fue posible realizar un análisis de varianza, pero se realizaron gráficas (4.7 a 4.27) de cada material en cada localidad. Estas gráficas se realizaron usando el número de hojas y las unidades calor calculadas por el mejor método de

unidades calor o sea aquel que arrojó el coeficiente de variación más pequeño.

RESULTADOS Y DISCUSION

Unidades Calor

Los Cuadros 4.1, 4.2 y 4.3 presentan los cuadrados medios de seis métodos de unidades calor, además del tradicional para los caracteres de días a flor masculina, femenina y madurez fisiológica de progenitores evaluados en localidades del Bajío Mexicano.

En los Cuadros 4.1 y 4.2 se tiene que existe alta significancia para la fuente de genotipos, lo cual se debió a los diferentes materiales genéticos que se involucraron en el estudio, habiendo materiales con diferente grado de maduración, lo que permitió detectar diferencial en la acumulación de calor para alcanzar estas etapas entre ellos para cada método. En las demás fuentes no se registró significancia.

En lo referente a los coeficientes de variación como puede apreciarse son muy semejantes entre sí, siendo ligeramente el mayor valor para el método tradicional con 3.12 y 3.26 por ciento y el menor valor para el método de unidades fototérmicas con 2.82 y 2.97 por ciento, resultando

Cuadro 4.1. Cuadrados medios de dias a flor masculina y seis metodos de unidades calor de progenitores evaluados en dos localidades representativas del Bajío Mexicano.

Fuente de variación	gl	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Locs (A)	2	15.46	6553.67	1733.58	1923.71	145.36	4367.17	1739.97
Error I	2	21.25	8706.27	2229.02	2500.79	188.30	5770.51	2235.60
Dens (B)	2	1.84	782.46	207.76	231.66	17.33	519.31	207.51
Locs x Dens (AB)	4	0.95	398.96	104.41	117.59	8.66	265.26	104.81
Error II	6	1.03	421.24	108.16	119.96	9.19	278.12	107.96
Gen (C)	10	** 617.25	** 257924.08	** 67299.55	** 75081.84	** 5634.25	** 170956.43	** 67332.65
Locs x Gen (AC)	20	4.09	1702.66	442.47	489.82	37.21	11286.26	442.36
Dens x Gen (BC)	20	0.71	293.64	76.42	85.17	6.43	194.66	76.46
Locs x Dens x Gen (ABC)	40	0.79	330.05	85.75	96.21	7.18	219.29	85.76
Error III	90	6.96	2906.99	757.86	844.12	63.52	1929.83	758.95
CV (%)		3.12	3.01	2.92	2.82	2.95	3.01	3.01

M1= Metodo tradicional
M2= Metodo directo
M3= Metodo residual
M4= Metodo de unidades fototermicas
M5= Metodo exponencial
M6= Metodo fisiologico
M7= Metodo residual con restricciones
* = Significativo al 0.05 de probabilidad
**= Significativo al 0.01 de probabilidad

Cuadro 4.2. Cuadrados medios de días a flor femenina y sesis metodos de unidades calor de progenitores evaluados en dos localidades representativas del Bajío Mexicano.

Fuente de variación	gl	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Locs (A)	2	13.40	5718.75	1523.44	1673.06	125.96	3810.35	1524.14
Error I	2	13.07	5562.10	1477.96	1648.63	123.43	3716.35	1477.80
Dens (B)	2	1.35	555.09	142.25	157.78	12.02	365.45	141.81
Locs x Dens (AB)	4	2.05	838.79	214.45	240.47	18.25	556.59	214.60
Error II	6	0.99	422.53	112.57	124.49	9.28	281.69	112.75
Gen (C)	10	613.44	259101.67	68304.11	75749.71	5688.67	171965.04	68316.11
Locs x Gen (AC)	20	5.36	2320.97	627.49	693.63	51.68	1553.40	629.01
Dens x Gen (BC)	20	1.19	500.75	131.36	145.41	10.96	332.35	131.39
Locs x Dens x Gen (ABC)	40	1.13	463.88	119.00	133.34	10.02	306.72	118.96
Error III	90	7.94	3343.56	879.70	973.53	73.52	2223.28	880.59
CV (%)		3.26	3.17	3.08	2.97	3.11	3.17	3.18

M1= Metodo tradicional
M2= Metodo directo
M3= Metodo residual
M4= Metodo de unidades fototeramicas
M5= Metodo exponencial
M6= Metodo fisiologico
M7= Metodo residual con restricciones
* = Significativo al 0.05 de probabilidad
**= Significativo al 0.01 de probabilidad

Cuadro 4.3. Cuadrados medios de madurez fisiologica y seis metodos de unidades calor de pro-
genitores evaluados en dos localidades representativas del Bajío Mexicano.

Fuente de variación	gl	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Locs (A)	2	2.34	736.40	142.92	218.58	14.88	455.23	153.20
Error I	2	14.91	4519.45	821.61	1014.63	90.14	2742.03	946.95
Dens (B)	2	21.76 *	6331.86 *	1084.73 *	810.23	124.75 *	3813.74 *	1328.81 *
Locs x Dens (AB)	4	19.73 *	5580.87 *	918.88 *	697.60	109.83 *	3350.96 *	1213.63 *
Error II	6	3.19	916.13	157.11	178.24	18.27	551.55	204.82
Gen (C)	10	387.79 **	111360.19 **	18725.44 **	17539.85 **	2200.16 **	66856.36 **	23922.36 **
Locs x Gen (AC)	20	17.76 **	4963.72 **	809.36 **	805.78 **	97.64 **	2958.79 **	1049.69 **
Dens x Gen (BC)	20	8.87	2361.51	357.16	343.12	46.08	1390.78	504.41
Locs x Dens x Gen (ABC)	40	5.83	1569.17	243.59	233.69	30.75	927.61	339.89
Error III	90	7.90	2226.75	372.68	351.17	43.95	1334.63	483.50
CV (%)		1.96	1.61	1.29	1.18	1.52	1.54	1.49

M1= Metodo tradicional

M2= Metodo directo

M3= Metodo residual

M4= Metodo de unidades fototermicas

M5= Metodo exponencial

M6= Metodo fisiologico

M7= Metodo residual con restricciones

* = Significativo al 0.05 de probabilidad

**= Significativo al 0.01 de probabilidad

en sí bajos, por lo que se puede decir que los resultados son confiables.

Finalmente tenemos en el Cuadro 4.3 que existe significancia en las fuentes de densidades ($P \leq 0.05$), en la interacción localidades por densidades ($P \leq 0.05$), genotipos ($P \leq 0.01$) y en la interacción localidades por genotipos ($P \leq 0.01$) en casi todos los métodos con excepción del método de unidades fototérmicas en donde se encontró significancia sólo para genotipos ($P \leq 0.01$) y en la interacción localidades por genotipos ($P \leq 0.01$).

En densidades quiere decir que existió variación en la acumulación de calor para completar esta etapa para cada método, esta variación fue debida a las diferentes poblaciones manejadas, ya que al haber un número mayor de individuos en el mismo espacio existe una mayor competencia tendiendo los individuos a completar en forma más rápida su ciclo.

En la interacción localidades por densidades la significancia señala que estas últimas tuvieron diferente comportamiento respecto en la acumulación de unidades calor de una localidad respecto de la otra.

En genotipos al igual a lo mencionado en cuadros anteriores se debió al diferente grado de maduración de los

materiales empleados.

Por último en la interacción localidades por genotipos la significancia encontrada permite señalar que existió variación en la acumulación de unidades calor para los genotipos a través de localidades para los diferentes métodos y en el tradicional, esto quiere decir que en una localidad los materiales lograron acumular más unidades de calor que en la otra.

En las demás fuentes no existió significancia.

Finalmente los coeficientes de variación para los diferentes métodos son muy similares entre ellos, igual a los encontrados en los cuadros anteriores, correspondiendo el menor valor para el método de unidades fototérmicas con 1.18 por ciento, resultando en general los valores de los coeficientes bajos por lo que se puede confiar en los resultados. Los Cuadros 4.4 al 4.7 exhiben los valores promedio de días a calendario y unidades calor, así como los coeficientes de variación (CV) correspondientes a los caracteres días a flor masculina y femenina y días a madurez fisiológica para las localidades de Juventino Rosas y Celaya. Esto para cada uno de los métodos empleados en la medición de estos caracteres, observándose en dichos cuadros que los coeficientes de variación son muy semejantes entre métodos para los cuatro cuadros.

Cuadro 1.4. Numero de dias a alcanzar la floracion masculina y femenina para once genotipos y unidades calor requeridas para alcanzar dichas etapas por seis metodos, en la localidad de Juventino Rosas, Sto. 1991.

Material	Dias ♂ ♀	Metodo Directo		Metodo residual		Metodo U. Fototermicas		Metodo exponencial		Metodo fisiologico		Metodo residual con restric.				
		♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀			
SSE-232H	D1	92	93	1951.0	1971.3	1031.0	1041.3	1124.9	1135.7	294.8	297.8	1589.5	1606.0	995.3	1005.5	
	D2	92	93	1951.0	1971.3	1031.0	1041.3	1120.9	1135.7	294.8	297.8	1589.5	1606.0	995.3	1005.3	
	D3	91	92	1930.8	1951.0	1020.8	1031.0	1114.1	1124.9	291.8	294.8	1573.0	1589.5	985.0	995.3	
SSE-255H	D1	83	86	1768.3	1829.5	938.3	969.5	1026.6	1059.9	267.9	276.9	1440.9	1490.9	902.5	933.8	
	D2	84	86	1789.5	1829.5	949.5	969.5	1038.6	1059.9	271.1	276.1	1458.4	1490.9	913.8	933.8	
	D3	84	86	1789.5	1829.5	949.5	969.5	1038.6	1059.9	271.1	276.9	1458.4	1490.9	913.8	933.8	
ZAP-CHbr2-211-1-1	D1	100	102	2115.5	2159.0	2115.5	1139.0	1213.5	1237.9	319.2	325.8	1723.6	1759.4	1079.8	1103.3	
	D2	99	101	2095.8	2136.5	1105.8	1126.5	1203.3	1225.0	316.3	322.3	1707.6	1740.7	1070.0	1090.8	
	D3	100	102	2115.5	2159.0	115.5	1139.0	1213.5	1237.9	319.2	325.8	1723.6	1759.4	1079.8	1103.3	
MAR-LARGA S4-1	D1	90	91	1910.5	1930.8	1010.5	1020.8	1103.3	1114.1	288.8	291.8	1556.6	1573.0	974.8	985.0	
	D2	91	92	1930.8	1951.0	1020.8	1031.0	1114.1	1124.9	291.8	294.8	1573.0	1589.5	985.0	995.3	
	D3	90	91	1910.5	1930.8	1010.5	1020.8	1103.3	1114.1	288.8	291.8	1556.6	1573.0	974.8	985.0	
AN1	D1	99	101	2095.8	2136.5	1105.8	1126.5	1203.3	1225.0	316.3	322.3	1707.6	1740.7	1070.0	1090.8	
	D2	99	101	2095.8	2136.5	1105.8	1126.5	1203.3	1225.0	316.3	322.3	1707.6	1740.7	1070.0	1090.8	
	D3	98	100	2075.8	2115.5	1096.8	1115.5	1192.9	1213.5	313.4	319.2	1691.4	1723.6	1060.0	1079.8	
AN2	D1	84	85	1789.5	1809.0	949.5	959.0	1038.6	1048.7	271.1	273.9	1458.4	1474.1	913.8	923.3	
	D2	83	84	1768.3	1789.5	938.3	949.5	1026.6	1038.6	267.9	271.1	1440.9	1458.4	902.5	913.8	
	D3	83	84	1768.3	1789.5	938.3	949.5	1026.6	1038.6	267.9	271.1	1440.9	1458.4	902.5	913.8	
AN7	D1	98	100	2075.8	2115.5	1095.8	115.5	1192.9	1213.5	313.4	319.2	1691.4	1723.6	1060.0	1079.8	
	D2	100	102	2115.5	2159.0	1115.5	1139.0	1213.5	1237.9	319.2	325.8	1723.6	1759.4	1079.8	1103.3	
	D3	100	102	2115.5	2159.0	1115.5	1139.0	1213.5	1237.9	319.2	325.8	1723.6	1759.4	1079.8	1103.3	
CSSE-255Hxss-232H	D1	83	84	1768.3	1789.5	938.3	949.5	1026.6	1038.6	267.9	271.1	1440.9	1458.4	902.5	913.8	
	D2	83	85	1768.3	1809.0	938.3	959.0	1026.6	1048.7	267.9	273.9	1440.9	1474.1	902.5	923.3	
	D3	82	85	1748.3	1809.0	928.3	959.0	1015.9	1048.7	264.9	273.9	1424.6	1474.1	892.5	923.3	
CSSE-255HxZAPCHbr2-211-1-1	D1	84	86	1789.5	1829.5	949.5	969.5	1038.6	1059.9	271.1	276.9	1458.4	1490.9	913.8	933.8	
	D2	85	87	1809.0	1849.3	959.0	979.3	1048.7	1070.2	273.9	279.8	1474.1	1506.9	923.3	943.5	
	D3	85	87	1809.0	1849.3	959.0	979.3	1048.7	1070.2	273.9	279.8	1474.1	1506.9	923.3	943.5	
CSSE-255HxM.L.S4-1	D1	82	83	1748.3	1768.3	928.3	938.3	1015.9	1026.6	264.9	267.9	1424.6	1440.9	892.5	902.5	
	D2	82	84	1748.3	1789.5	928.3	949.5	1015.9	1038.6	264.9	271.1	1424.6	1458.4	892.5	913.8	
	D3	82	84	1748.3	1789.5	928.3	949.5	1015.9	1038.6	264.9	271.1	1424.6	1458.4	892.5	913.8	
CAN LxAN1	D1	83	84	1768.3	1789.5	938.3	949.5	1026.6	1038.6	267.9	271.1	1440.9	1458.4	902.5	913.8	
	D2	83	85	1768.3	1809.0	938.3	959.0	1026.6	1048.7	267.9	273.9	1440.9	1474.1	902.5	923.3	
	D3	83	85	1768.3	1809.0	938.3	959.0	1026.6	1048.7	267.9	273.9	1440.9	1474.1	902.5	923.3	
CV (2)			7.80	7.73	7.50	7.46	7.23	7.22	6.99	6.96	7.33	7.30	7.49	7.46	7.50	7.48

Cuadro 4.5. Numero de dias a alcanzar la floracion masculina y femenina para 11 genotipos y unidades calor requeridas para alcanzar dichas etapas por seis metodos en la localidad de Calaya, Gto.

Material	Dias		Metodo Directo		Metodo Residual		Metodo Fototermicas		Metodo Exponencial		Metodo Fisiologico		Metodo Residua con restric.		
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	
SSE-232M	D1	82	83	1722.3	1742.5	902.3	912.5	985.0	995.8	258.8	261.8	1404.6	1421.1	882.8	893.0
	D2	81	82	1702.0	1722.3	892.0	902.3	974.1	985.0	255.9	258.8	1388.2	1404.6	872.5	882.8
	D3	80	81	1681.0	1702.0	881.0	892.0	962.5	974.1	252.7	255.9	1371.0	1388.2	861.5	872.5
SSE-255M	D1	76	79	1600.5	1661.0	840.5	871.0	919.5	951.9	240.9	249.8	1305.6	1354.8	821.0	851.5
	D2	76	80	1600.5	1681.0	840.5	881.0	919.5	962.5	240.9	252.7	1305.6	1371.0	821.0	861.5
	D3	76	79	1600.5	1661.0	840.5	871.0	919.5	951.9	240.9	249.8	1305.6	1354.8	821.0	851.5
ZAP-CHbr2-211-1-1	D1	86	88	1805.0	1847.0	945.0	967.0	1030.0	1053.0	271.1	277.4	1472.1	1506.4	925.5	947.5
	D2	86	88	1805.0	1847.0	945.0	967.0	1030.0	1053.0	271.1	277.4	1472.1	1506.4	925.5	947.5
	D3	86	88	1805.0	1847.0	945.0	967.0	1030.0	1053.0	271.1	277.4	1472.1	1506.4	925.5	947.5
MARZ-LARGA S4-1	D1	84	86	1762.8	1805.0	922.8	945.0	1006.6	1030.0	264.8	271.1	1437.6	1472.1	903.3	925.5
	D2	84	86	1762.8	1805.0	922.8	945.0	1006.6	1030.0	264.8	271.1	1437.6	1472.1	903.3	925.5
	D3	83	85	1742.5	1783.8	912.5	933.8	995.8	1018.1	261.8	267.9	1421.1	1454.7	893.0	914.3
AN1	D1	88	90	1847.0	1887.3	967.0	987.3	1053.0	1074.2	277.4	283.3	1506.4	1539.1	947.5	967.8
	D2	86	88	1805.0	1847.0	945.0	967.0	1030.0	1053.0	271.1	277.4	1472.1	1506.4	925.5	947.5
	D3	86	87	1805.0	1825.5	945.0	955.5	1030.0	1041.0	271.1	274.2	1472.1	1488.8	925.5	936.0
AN2	D1	76	77	1600.5	1621.0	840.5	851.0	919.5	930.7	240.9	243.9	1305.6	1322.4	821.0	831.5
	D2	76	77	1600.5	1621.0	840.5	851.0	919.5	930.7	240.9	243.9	1305.6	1322.4	821.0	831.5
	D3	76	77	1600.5	1621.0	840.5	851.0	919.5	930.7	240.9	243.9	1305.6	1322.4	821.0	831.5
AN7	D1	87	88	1825.5	1847.0	955.5	967.0	1041.0	1053.0	274.2	277.4	1488.8	1506.4	936.0	947.5
	D2	86	88	1805.0	1847.0	945.0	967.0	1030.0	1053.0	271.1	277.4	1472.1	1506.4	925.5	947.5
	D3	86	88	1805.0	1847.0	945.0	967.0	1030.0	1053.0	271.1	277.4	1472.1	1506.4	925.5	947.5
(SSE-255MxSSE-232M)	D1	78	80	1640.8	1681.0	860.8	881.0	941.0	962.5	246.8	252.7	1338.4	1371.0	841.3	861.5
	D2	79	81	1661.0	1702.0	871.0	892.0	951.9	974.1	249.8	255.9	1354.8	1388.2	851.5	872.5
	D3	78	80	1640.8	1681.0	860.8	881.0	941.0	962.5	246.8	252.7	1338.4	1371.0	841.3	861.5
(SSE-255MxZAP-CHbr2-211-1-1)	D1	79	81	1661.0	1702.0	871.0	892.0	951.9	974.1	249.8	255.9	1354.8	1388.2	851.5	872.5
	D2	78	80	1640.8	1681.0	860.8	881.0	941.0	962.5	246.8	252.7	1338.4	1371.0	841.3	861.5
	D3	78	80	1640.8	1681.0	860.8	881.0	941.0	962.5	246.8	252.7	1338.4	1371.0	841.3	861.5
(SSE-255MxM.L.S4-1)	D1	76	78	1600.5	1640.8	840.5	860.8	919.5	941.0	240.9	246.8	1305.6	1338.4	821.0	841.3
	D2	78	79	1640.8	1661.0	860.8	871.0	941.0	951.9	246.8	249.8	1338.4	1354.8	841.3	851.5
	D3	78	80	1640.8	1681.0	860.8	881.0	941.0	962.5	246.8	252.7	1338.4	1371.0	841.3	861.5
(AN1xAN2)	D1	75	76	1581.0	1600.5	831.0	840.5	909.4	919.5	238.1	240.9	1289.9	1305.6	811.5	821.0
	D2	74	75	1559.8	1581.0	819.8	831.0	897.4	909.4	234.9	238.1	1272.4	1289.9	800.3	811.5
	D3	74	75	1559.8	1581.0	819.8	831.0	897.4	909.4	234.9	238.1	1272.4	1289.9	800.3	811.5

Cuadro 4.6. Número de días a alcanzar la etapa de madurez fisiológica para nueve genotipos y unidades calor requeridas para alcanzar dicha etapa por seis métodos en la localidad de Juventino Rosas, Gto.

Material	Dens	Días	Métodos de Unidades Calor					
			Directo	Resi- dual	U. Fo- toter.	Expo- nencial	Fisio- lógico	Res c/ Res.
SSE-232M	D ₁	152	3101.0	1581.0	1680.6	462.4	2508.8	1556.5
	D ₂	151	3086.3	1576.3	1676.1	460.4	2497.9	1549.5
	D ₃	155	3149.0	1599.0	1697.8	469.1	2545.4	1577.5
SSE-255M	D ₁	148	3039.8	1559.8	1660.2	453.9	2462.6	1525.5
	D ₂	148	3039.8	1559.8	1660.2	453.9	2462.6	1525.5
	D ₃	146	3005.8	1545.8	1646.7	449.2	2436.2	1510.3
ZAP. Chico br2-211-1-1	D ₁	164	3313.8	1673.8	1768.4	492.6	2676.3	1657.0
	D ₂	161	3255.0	1645.0	1741.4	484.0	2628.8	1627.5
	D ₃	162	3273.5	1653.5	1749.4	486.7	2643.5	1636.8
Maz. Larga S ₄ -1	D ₁	151	3086.3	1576.3	1676.1	460.4	2497.9	1549.5
	D ₂	151	3086.3	1576.3	1676.1	460.4	2497.9	1549.5
	D ₃	153	3116.0	1586.0	1685.4	464.5	2520.1	1563.8
AN ₂	D ₁	143	2951.8	1521.8	1623.5	441.5	2393.8	1486.3
	D ₂	142	2934.8	1514.8	1616.7	439.1	2381.0	1479.3
	D ₃	142	2934.8	1514.8	1616.7	439.1	2381.0	1479.3
SSE-232Mx SSE-255M	D ₁	150	3070.5	1570.5	1670.6	458.2	2485.9	1541.3
	D ₂	148	3039.8	1559.8	1660.2	453.9	2462.6	1525.5
	D ₃	151	3086.3	1576.3	1676.1	460.4	2497.9	1549.5
SSE-255MxZ. Ch. br2-211 -1-1	D ₁	153	3116.0	1586.0	1685.4	464.5	2520.1	1563.8
	D ₂	150	3070.5	1570.5	1670.6	458.2	2485.9	1541.3
	D ₃	154	3132.0	1592.0	1691.1	466.7	2532.2	1570.5
SSE-255MxML S ₄ -1	D ₁	152	3101.0	1581.0	1680.6	462.4	2508.8	1556.5
	D ₂	151	3086.3	1576.3	1676.1	460.4	2497.9	1549.5
	D ₃	150	3070.5	1570.5	1670.6	458.2	2485.9	1541.3
AN ₁ xAN ₂	D ₁	143	2951.8	1521.8	1623.5	441.5	2393.8	1486.3
	D ₂	147	3023.8	1553.8	1654.5	451.7	2450.4	1518.3
	D ₃	143	2951.8	1521.8	1623.5	441.5	2393.8	1486.3
C. V. (%)		3.71	3.06	2.44	2.19	2.88	2.93	2.8

Cuadro 4.7. Número de días a alcanzar la etapa de madurez fisiológica para once genotipos y unidades calor requeridas para alcanzar dicha etapa por seis métodos en la localidad de Celaya, Gto.

Material	Dens	Días	Métodos de Unidades Calor					
			Directo	Resi- dual	U. térmic.	Foto Expo- nencial	Fisio- lógico	Res c/ Res.
SSE-232M	D ₁	134	2743.3	1403.3	1494.3	408.5	2225.3	1384.0
	D ₂	133	2726.3	1396.3	1487.5	406.1	2212.5	1377.0
	D ₃	134	2743.3	1403.3	1494.3	408.5	2225.3	1384.0
SSE-255M	D ₁	133	2726.3	1396.3	1487.5	406.1	2212.5	1377.0
	D ₂	132	2707.8	1387.8	1479.3	403.5	2197.9	1368.5
	D ₃	133	2726.3	1396.3	1487.5	406.1	2212.5	1377.0
ZAP. Chico br2-211-1-1	D ₁	147	2956.0	1486.0	1573.9	438.2	2388.6	1482.0
	D ₂	144	2907.5	1467.5	1556.2	431.5	2351.6	1461.5
	D ₃	146	2940.5	1480.5	1568.6	436.1	2376.9	1475.3
Maz. Larga S4-1	D ₁	138	2815.3	1435.3	1525.3	418.7	2281.9	1416.0
	D ₂	137	2797.3	1427.3	1517.6	416.2	2267.7	1408.0
	D ₃	136	2778.8	1418.8	1509.4	413.5	2253.1	1399.5
AN ₁	D ₁	141	2862.0	1452.0	1541.4	425.2	2317.4	1439.0
	D ₂	133	2726.3	1396.3	1487.5	406.1	2212.5	1377.0
	D ₃	134	2743.3	1403.3	1494.3	408.5	2225.3	1384.0
AN ₂	D ₁	131	2689.0	1379.0	1470.7	400.8	2182.9	1359.8
	D ₂	131	2689.0	1379.0	1470.7	400.8	2182.9	1359.8
	D ₃	131	2689.0	1379.0	1470.7	400.8	2182.9	1359.8
AN ₇	D ₁	140	2846.5	1446.5	1536.1	423.0	2305.6	1430.8
	D ₂	139	2831.3	1441.3	1531.1	420.9	2294.1	1423.3
	D ₃	139	2831.3	1441.3	1531.1	420.9	2294.1	1423.3
SSE-232Mx SSE-255M	D ₁	136	2778.8	1418.8	1509.4	413.5	2253.1	1399.5
	D ₂	137	2797.3	1427.3	1517.6	416.2	2267.7	1408.0
	D ₃	136	2778.8	1418.8	1509.4	413.5	2253.1	1399.5
SSE-255MxZ Ch br2-211- 1-1	D ₁	137	2797.3	1427.3	1517.6	416.2	2267.7	1408.0
	D ₂	135	2760.8	1410.8	1501.6	411.0	2238.9	1391.5
	D ₃	139	2831.3	1441.3	1531.1	420.9	2294.1	1423.3
SSE-255MxML S4-1	D ₁	133	2726.3	1396.3	1487.5	406.1	2212.5	1377.0
	D ₂	134	2743.3	1403.3	1494.3	408.5	2225.3	1384.0
	D ₃	134	2743.3	1403.3	1494.3	408.5	2225.3	1384.0
AN ₁ xAN ₂	D ₁	132	2707.8	1387.8	1479.3	403.5	2197.9	1368.5
	D ₂	130	2669.5	1369.5	1461.5	398.0	2167.1	1350.3
	D ₃	133	2726.3	1396.3	1487.5	406.1	2212.5	1377.0
C. V. (%)		3.08	2.55	2.04	1.86	2.41	2.43	2.31

Los mayores valores fueron dados para el método tradicional en los tres caracteres, siendo para días a flor masculina y femenina en la localidad de Juventino Rosas de 7.80 y 7.73 por ciento (Cuadro 4.4) mientras que en Celaya para las mismas características fueron de 5.49 y 5.45 por ciento (Cuadro 4.5). En tanto para días a madurez fisiológica los valores fueron de 3.71 por ciento para la localidad de Juventino Rosas (Cuadro 4.6) y 3.08 por ciento para Celaya (Cuadro 4.7). Los menores coeficientes se dieron en el método de unidades fototérmicas con 6.99 y 6.96 por ciento para días a flor masculina y femenina en la localidad de Juventino Rosas (Cuadro 4.4), mientras que en Celaya fueron de 5.04 por ciento para ambos caracteres (Cuadro 4.5). En días a madurez fisiológica en la localidad de Juventino Rosas fue de 2.19 por ciento y 1.86 por ciento en Celaya (Cuadros 4.6 y 4.7).

Medersky *et al.* (1973) estimaron los coeficientes de variación en seis métodos incluyendo el tradicional, encontrando que el mayor valor correspondió a este último método, sin embargo las diferencias con los demás valores son relativamente pequeñas, siendo la diferencia entre el mayor y menor valor de apenas un 2.1 por ciento.

Igual resultado obtuvo Tollenaar *et al.* (1979) al trabajar con cuatro diferentes métodos y el tradicional encontrando que este último método obtuvo el mayor coeficiente de variación con un 8 por ciento siendo el mejor método el fisiológico con un valor de 4.3 por ciento.

Los coeficientes de variación fueron mayores en la localidad de Juventino Rosas respecto a los estimados en la localidad de Celaya para cada método, lo cual se debió a que la primera localidad acumuló mayor cantidad de unidades calor por método resultando en una mayor variación del coeficiente.

También se aprecia como en dichos cuadros, dado que cada localidad se manejó con fecha de siembra diferente, en la tercera fecha correspondiente a la localidad de Celaya del Cuadro 4.5 y 4.7 los materiales tendieron a acortar su ciclo, siendo más precoces que en la localidad de Juventino Rosas (Cuadro 4.4 y 4.6), por lo tanto la acumulación de unidades calor para alcanzar la etapa reproductiva y de madurez fisiológica fue menor en la tercera fecha de siembra. Ortiz (1991) trabajando con 10 genotipos de maíz en cuatro fechas de siembra encontró que las unidades calor acumuladas para alcanzar la etapa reproductiva fueron disminuyendo conforme la fecha de siembra se atrasó. Finalmente tenemos que en los cuadros antes citados los métodos que acumularon la mayor y menor cantidad de unidades calor para alcanzar la etapa reproductiva y de madurez fisiológica para cada genotipo fueron el método directo y el método exponencial.

Los Cuadros 4.8 al 4.11 muestran los coeficientes de correlación entre los días del calendario y los seis métodos

Cuadro 4.8. Coeficientes de correlación entre métodos de unidades calor y días calendario para el carácter días a flor masculina, Juventino Rosas, Gto.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
M1	1.00000 **						
M2	.99999 **	1.00000 **					
M3	.99996 **	.99999 **	1.00000 **				
M4	.99998 **	.99999 **	1.00000 **	1.00000 **			
M5	.99998 **	1.00000 **	1.00000 **	1.00000 **	1.00000 **		
M6	.99999 **	1.00000 **	.99999 **	1.00000 **	1.00000 **	1.00000 **	
M7	.99997 **	.99999 **	1.00000 **	1.00000 **	1.00000 **	1.00000 **	1.00000 **

M1 Días del calendario

M5 Método exponencial

M2 Método directo

M6 Método fisiológico

M3 Método residual

M7 Método residual con restricciones

M4 Método de unidades fototérmicas

Cuadro 4.9. Coeficientes de correlación entre métodos de unidades calor y días de calendario para el carácter días a flor femenina, Juventino Rosas, Gto.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
M1	1.00000 **						
M2	.99998 **	1.00000 **					
M3	.99991 **	.99998 **	1.00000 **				
M4	.99994 **	.99999 **	1.00000 **	1.00000 **			
M5	.99995 **	.99999 **	1.00000 **	1.00000 **	1.00000 **		
M6	.99997 **	1.00000 **	.99999 **	1.00000 **	1.00000 **	1.00000 **	
M7	.99991 **	.99998 **	1.00000 **	1.00000 **	.99999 **	.99999 **	1.00000 **

M1 Días del calendario

M5 Método exponencial

M2 Método directo

M6 Método fisiológico

M3 Método residual

M7 Método residual con restricciones

M4 Método de unidades fototérmicas

Cuadro 4.10. Coeficientes de correlación entre métodos de unidades calor y días del calendario para el carácter días a flor masculina, Celaya, Gto.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
M1	1.00000 **						
M2	.99998 **	1.00000 **					
M3	.99992 **	.99998 **	1.00000 **				
M4	.99994 **	.99999 **	1.00000 **	1.00000 **			
M5	.99996 **	.99999 **	.99999 **	1.00000 **	1.00000 **		
M6	.99997 **	1.00000 **	.99999 **	.99999 **	1.00000 **	1.00000 **	
M7	.99992 **	.99998 **	1.00000 **	1.00000 **	.99999 **	.99999 **	1.00000 **

M1 Días del calendario

M5 Método exponencial

M2 Método directo

M6 Método fisiológico

M3 Método residual

M7 Método residual con restricciones

M4 Método de unidades fototérmicas

Cuadro 4.11. Coeficientes de correlación entre métodos de unidades calor y días del calendario para el carácter días a flor femenina, Celaya, Gto.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
M1	1.00000 **						
M2	.99996 **	1.00000 **					
M3	.99986 **	.99997 **	1.00000 **				
M4	.99989 **	.99998 **	1.00000 **	1.00000 **			
M5	.99992 **	.99999 **	.99999 **	1.00000 **	1.00000 **		
M6	.99995 **	1.00000 **	.99998 **	.99999 **	1.00000 **	1.00000 **	
M7	.99986 **	.99997 **	1.00000 **	1.00000 **	.99999 **	.99998 **	1.00000 **

M1 Días del calendario

M5 Método exponencial

M2 Método directo

M6 Método fisiológico

M3 Método residual

M7 Método residual con restricciones

M4 Método de unidades fototérmicas

de unidades calor para el carácter días a flor masculina y femenina, en los cuales se observa que los valores son muy semejantes entre si y cercanamente igual a la unidad, habiendo alta significancia en todos los valores de los cuatro cuadros, lo que indica que todos los métodos tienen un alto grado de asociación entre si.

Estos resultados corresponden a los encontrados por Cross y Zuber (1972) y Flores *et al.* (1985) en sus respectivos trabajos encontraron una alta correlación entre métodos.

Las Figuras 4.1 a 4.6 corresponden a los pares de progenitores de los híbridos evaluados, en las cuales se muestra el diferencial en días y en unidades calor para la producción de cada híbrido en cada densidad de siembra en las localidades de Juventino Rosas y Celaya, Gto.

La producción de híbridos entre localidades varía como se mencionó en la introducción cuando se hace por medio de días lo cual se puede corroborar en las Figuras 4.1 y 4.2 en las cuales se observa que los diferenciales entre progenitores del híbrido AN-444 son menores en la localidad de Juventino Rosas, Gto. que en Celaya, Gto. Teniéndose diferenciales en la primera localidad (Fig. 4.1) de un día para la densidad uno, incrementándose luego a dos días en las posteriores densidades, estas diferencias equivalen a 12

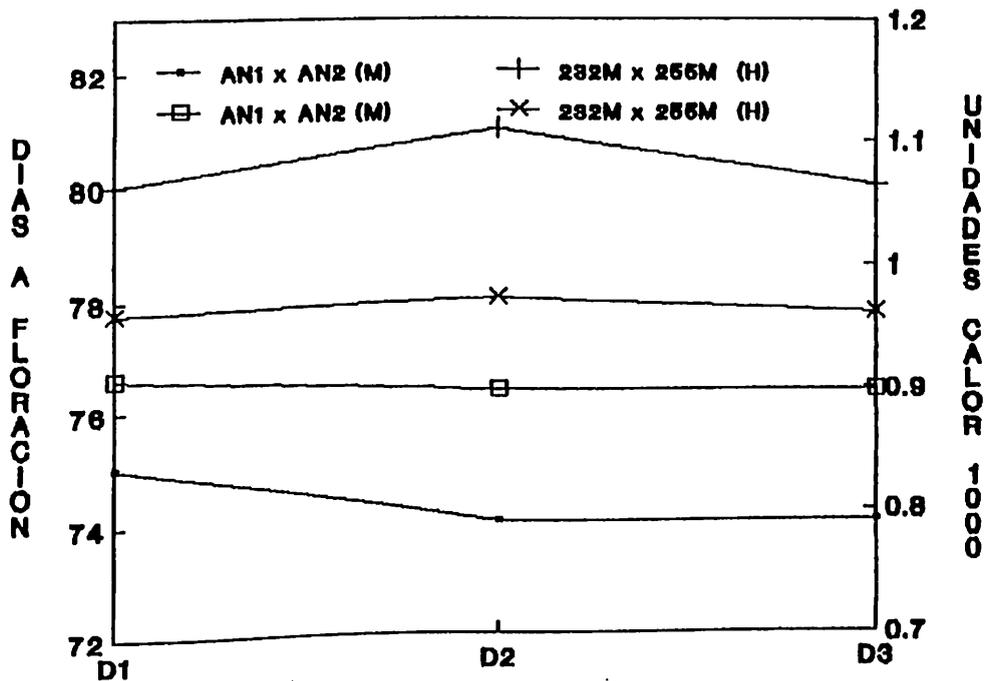


Figura 4.1. Diferencial de siembra en días y unidades calor bajo tres densidades de siembra para la producción del híbrido AN-444 en Juventino Rosas, Gto.

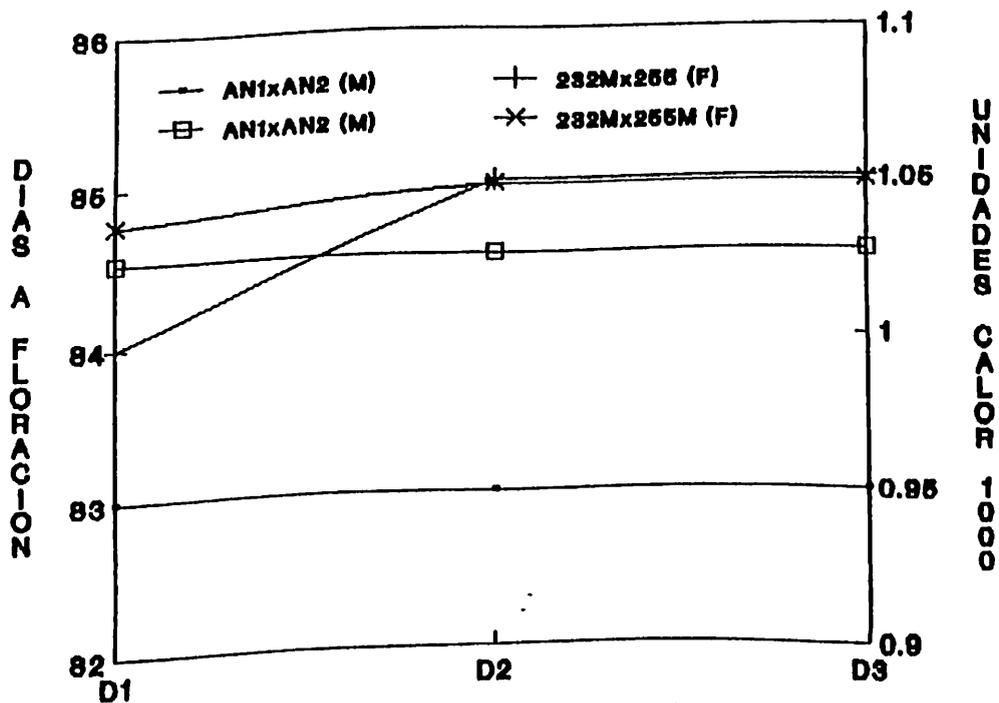


Figura 4.2. Diferencial de siembra en días y unidades calor bajo tres densidades de siembra para la producción del híbrido AN-444 en Celaya, Gto.

UC para la diferencia de un día y 22.1 UC para los dos días. Mientras que en la localidad de Celaya (Fig. 4.2) los diferenciales fueron mayores, teniéndose un diferencial de cinco días (53.1 UC) en la densidad uno, siete días (76.7 UC) en la densidad dos y seis días (65.1 UC) en la densidad tres. En ambas localidades la cruce 232M x 255M que interviene como progenitor femenino fue más tardía que su compañera.

Por lo que respecta a la producción del híbrido AN-388 Figuras 4.3 y 4.4 se tiene que los diferenciales fueron casi los mismos en las dos localidades, variando como máximo por un día sólo en las densidades uno y tres, ya que el diferencial en las dos fue el mismo. Los resultados muestran que estos progenitores tienen una homogeneidad en su respuesta para el carácter de floración a través de localidades, lo cual facilita su proceso de producción de semilla certificada al manejar sólo un diferencial para estas localidades. En la localidad de Juventino Rosas (Figura 4.3) se tienen diferenciales de 4.4 y tres días para las densidades respectivas, lo cual equivale a 43.4, 43.9 y 33.1 unidades calor, en tanto en Celaya (Figura 4.4) resultaron los siguientes diferenciales 3.4 y tres días equivaliendo estas diferencias en unidades calor a 32.5, 44.1 y 33.3. Aquí la línea macho Mazorca Larga S4-1 también resultó más tardía que su contraparte.

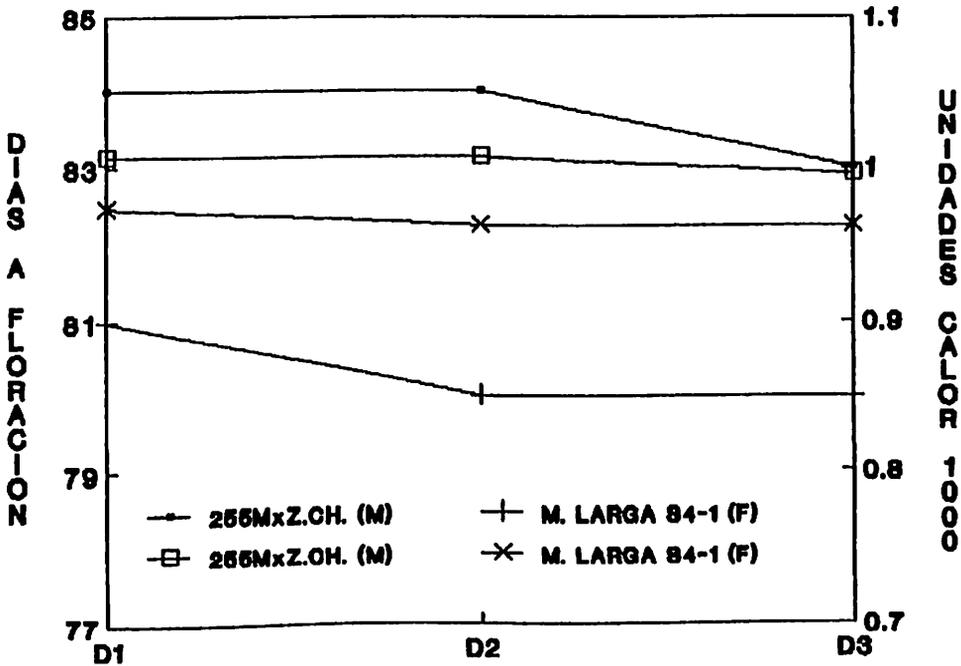


Figura 4.3. Diferencial de siembra en días y unidades calor bajo tres densidades de siembra para la producción del híbrido AN-388 en Juventino Rosas, Gto.

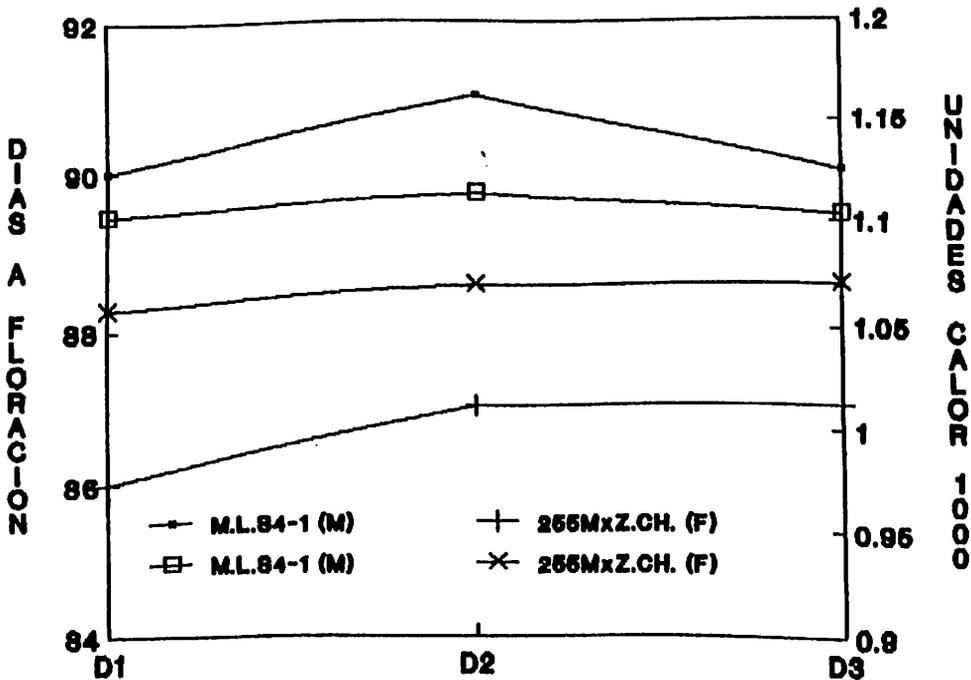


Figura 4.4. Diferencial de siembra en días y unidades calor bajo tres densidades de siembra para la producción del híbrido AN-388 en Celaya, Gto.

Por último las Figuras 4.5 y 4.6 presentan los pares de progenitores del híbrido AN-447, en las cuales se observan grandes diferenciales entre los progenitores para la producción del mencionado híbrido en cada densidad. También existen grandes diferencias entre localidades, lo cual muestra que este par de progenitores tiende a ser inestable en su diferencial para la producción de semilla certificada cuando se pretende producir en estas dos localidades. En la localidad de Juventino Rosas (Figura 4.5) se presentaron los mayores diferenciales, siendo de 15, 16 y 16 días para la densidad uno, dos y tres, lo cual equivale, en unidades calor a 166.3, 174.9 y 174.9. Mientras en Celaya los diferenciales resultaron ser de nueve, siete y seis días en sus densidades respectivas equivaliendo esto a 100, 78.1 y 67.5 unidades calor. La cruz 255M x M.L.S4-1 que actúa como progenitor femenino fue más precoz a través de densidades en ambas localidades.

Las Figuras siguientes (de la 4.7 a la 4.27) muestran lo que se ha venido mencionando sobre el desarrollo de los materiales cuando son manejados en diferente lugar con condiciones climáticas diferentes, En este caso las condiciones de clima entre localidades de Juventino Rosas y Celaya, Gto. no difieren mucho, sin embargo el desarrollo de los materiales se vió alterado ligeramente en la emisión y número de hojas así como en la acumulación de unidades calor, como se puede observar al comparar el desarrollo del

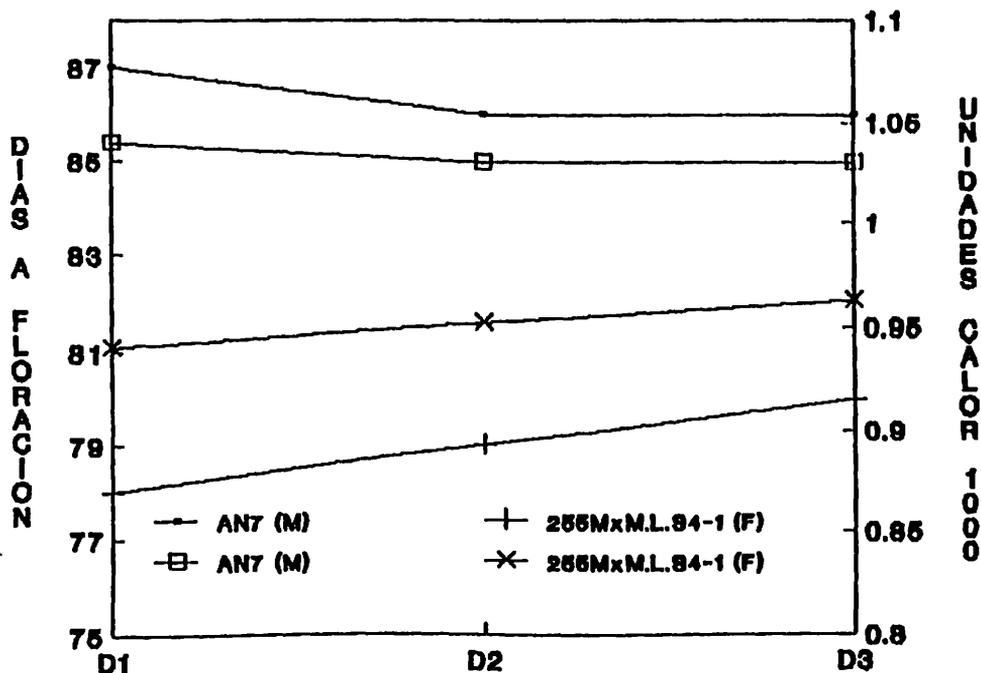


Figura 4.5. Diferencial de siembra en días y unidades calor bajo tres densidades de siembra para la producción del híbrido AN-447 en Juventino Rosas, Gto.

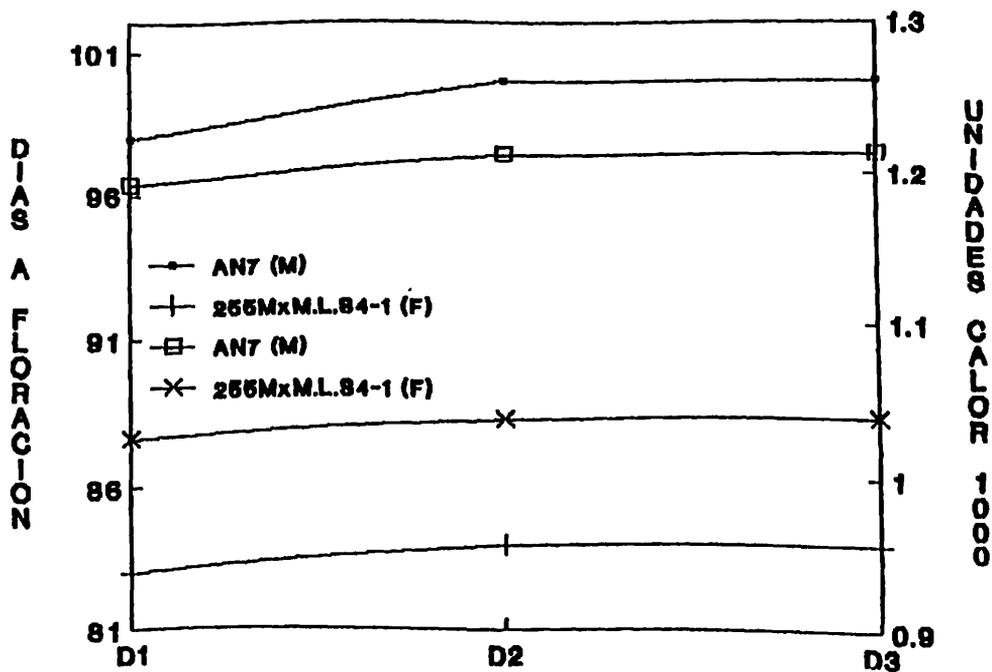


Figura 4.6. Diferencial de siembra en días y unidades calor bajo tres densidades de siembra para la producción del híbrido AN-447 en Celaya, Gto.

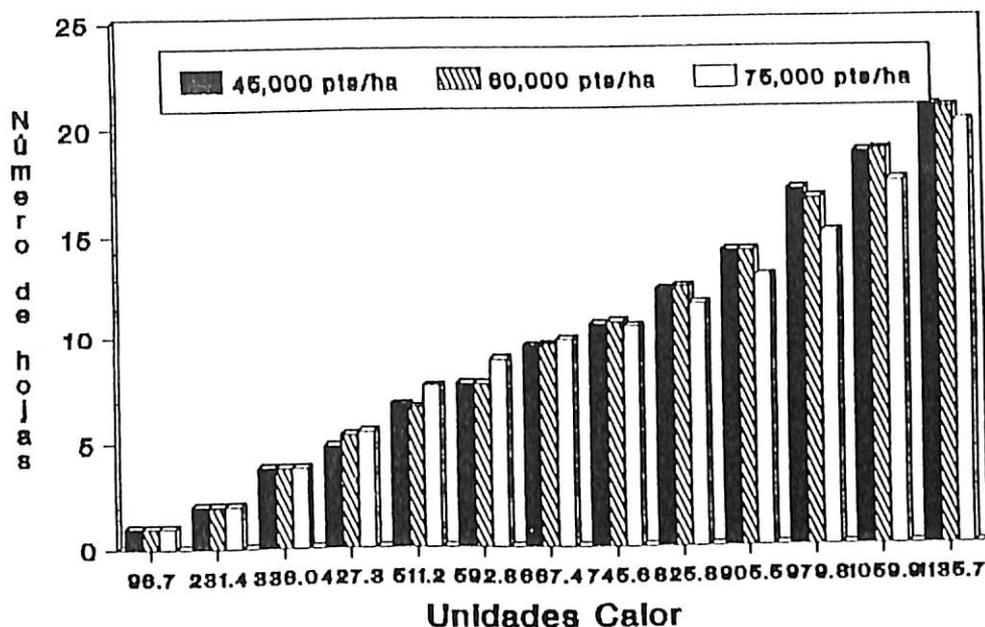


Figura 4.7. Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades fototérmicas para la línea SSE-232M en Juventino Rosas, Gto.

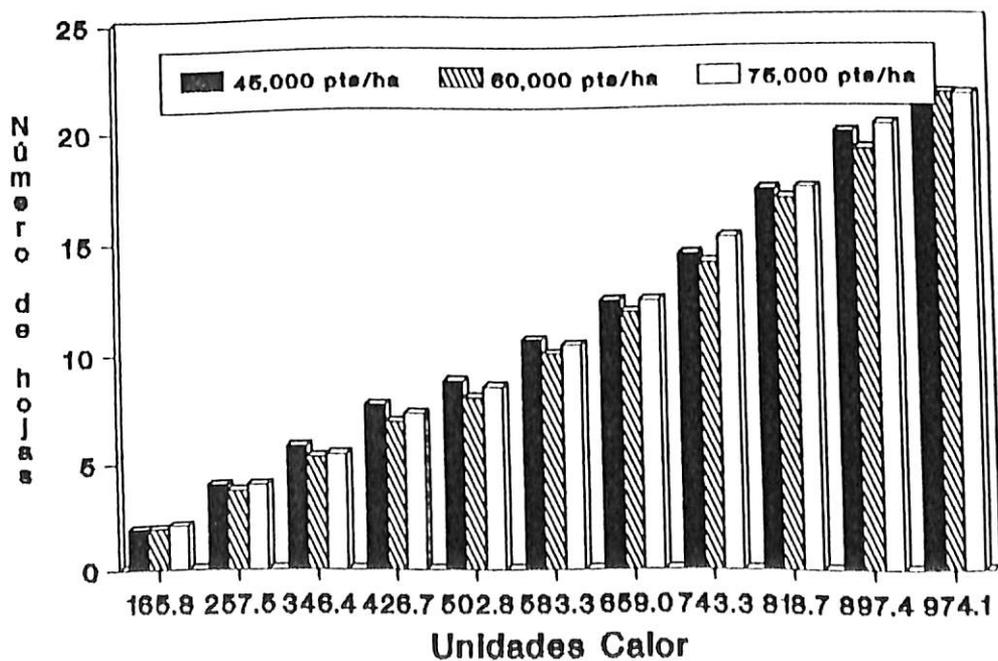


Figura 4.8. Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades fototérmicas para la línea SSE-23M en Celaya, Gto.

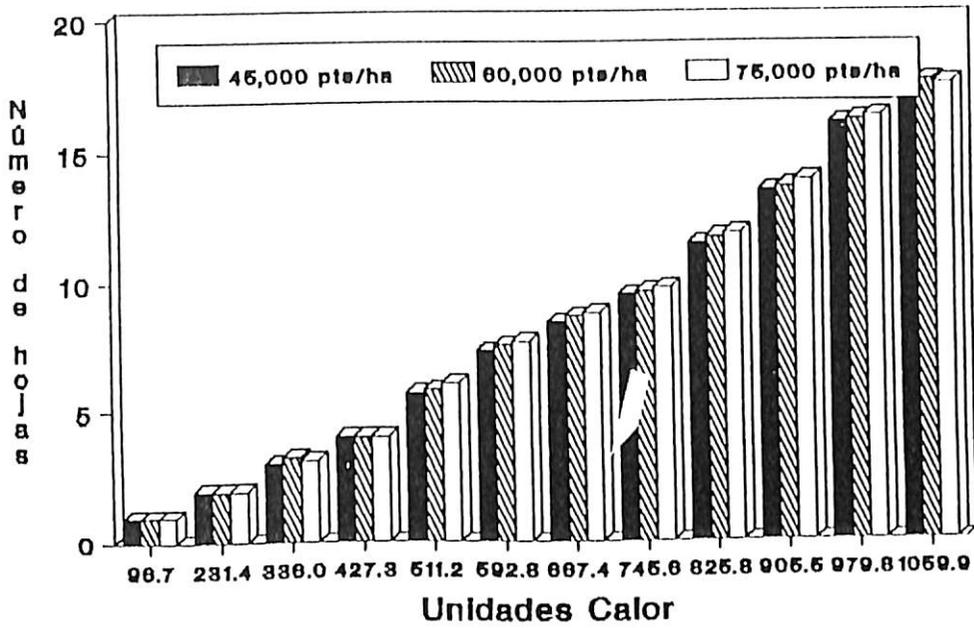


Figura 4.9. Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades fototérmicas para la línea SSE-255M en Juventino Rosas, Gto.

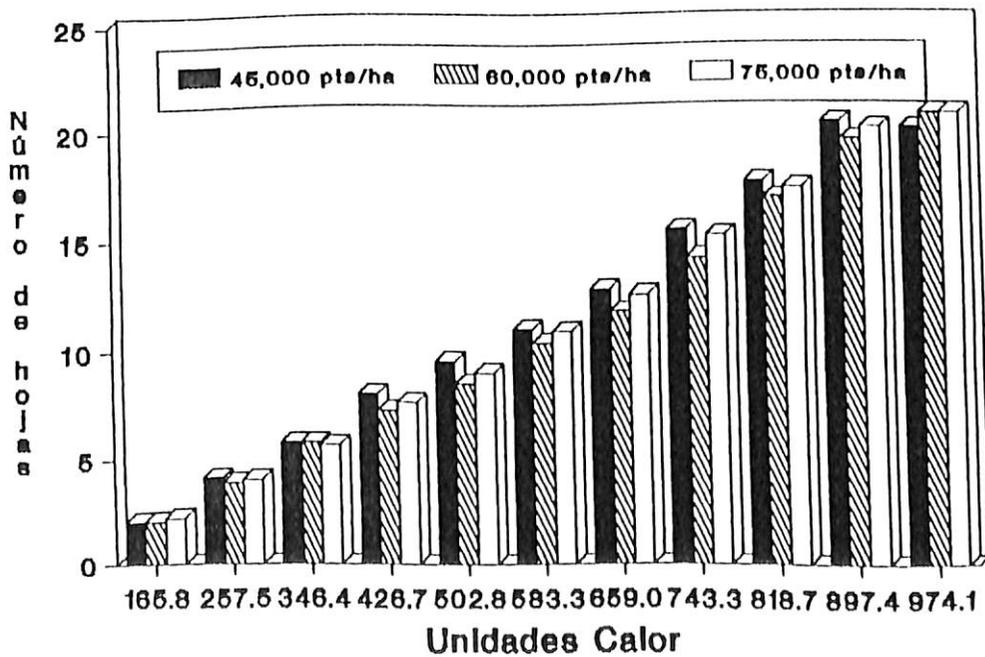


Figura 4.10. Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades fototérmicas para la línea SSE-255M en Celaya, Gto.

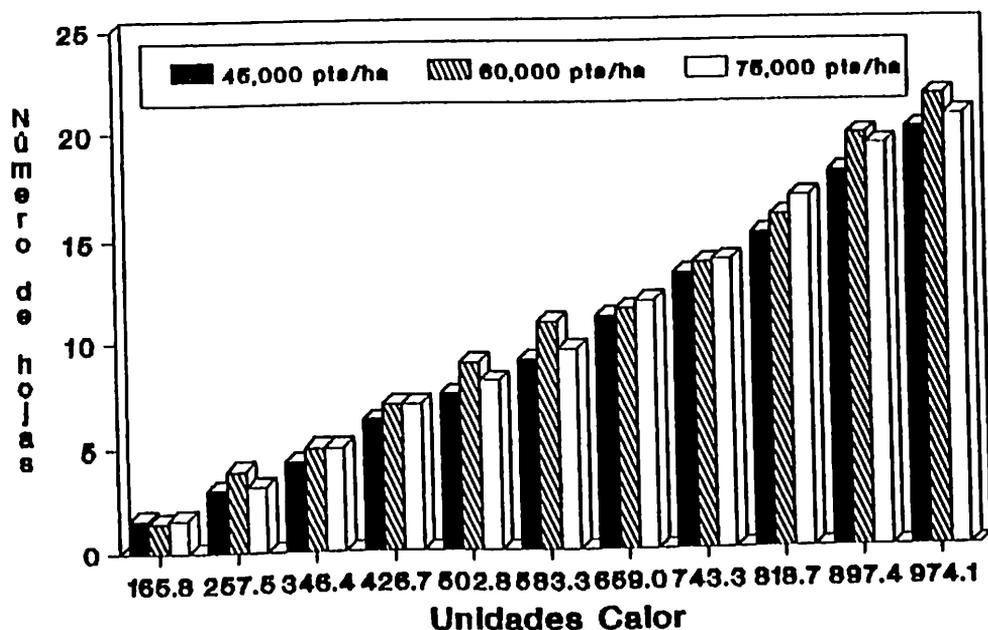


Figura 4.11. Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades fototérmicas para la línea Mazorca Larga S_{4-1} en Celaya, Gto.

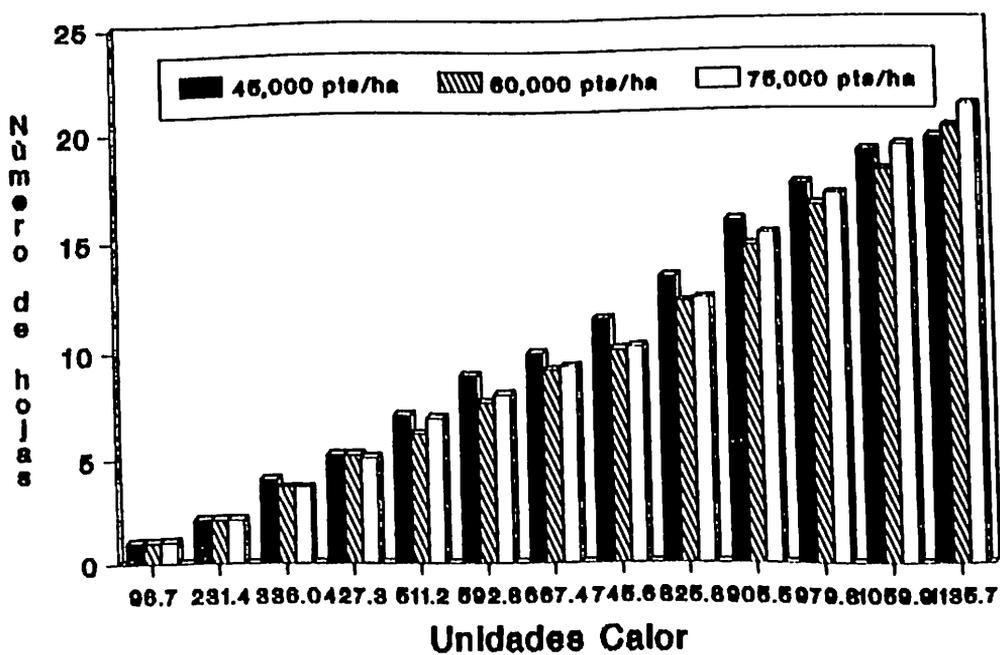


Figura 4.12. Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades fototérmicas para la línea Mazorca Larga S_{4-1} en Juventino Rosas, Gto.

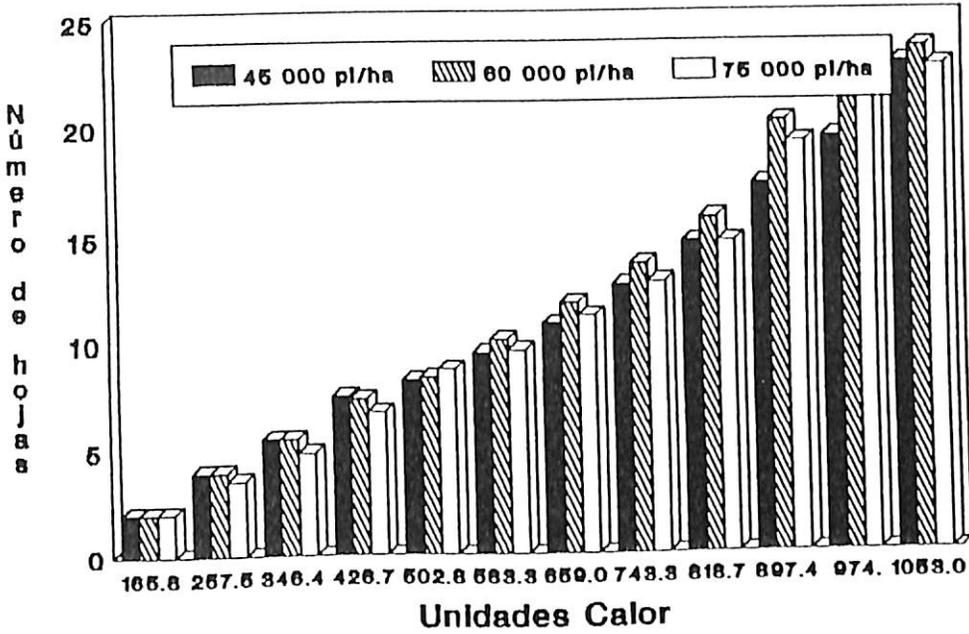


Figura 4.13. Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades fototérmicas para la línea Zap. Chico Br2-211-1-1 en Juventino Rosas, Gto.

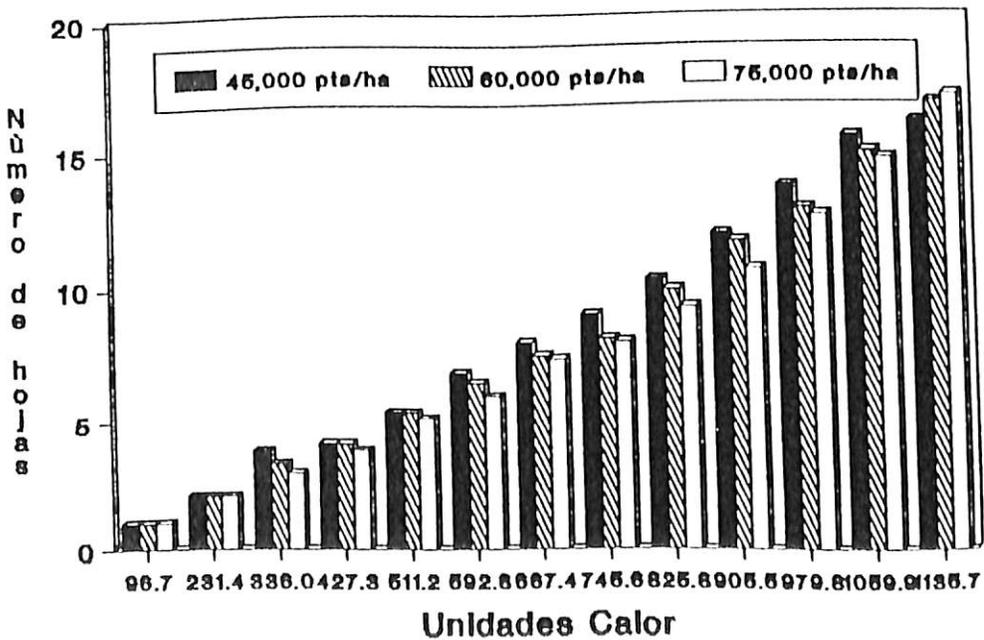


Figura 4.14. Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades fototérmicas para la línea Zap. Chico Br2-211-1-1 en Celaya, Gto.

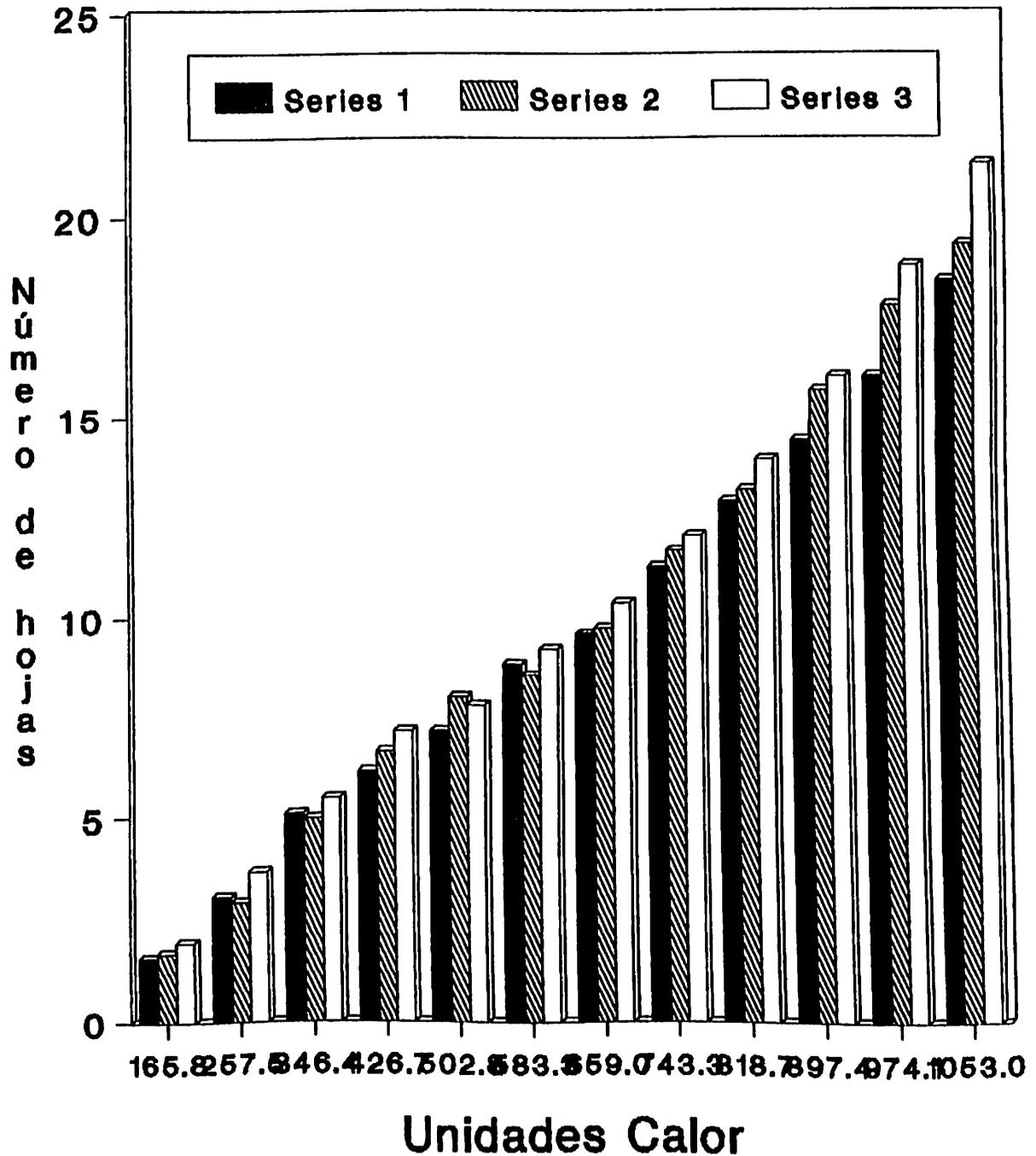


Figura 4.15. Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades fototérmicas para la línea AN₁ en Celaya, Gto.

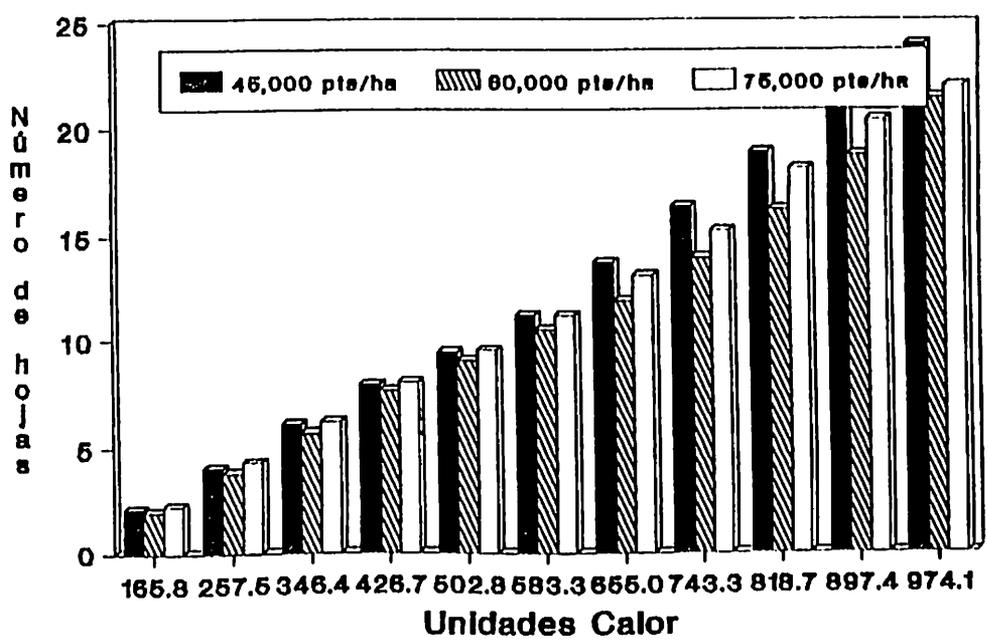


Figura 4.16. Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades fototérmicas para la línea AN₂ en Juventino Rosas, Gto.

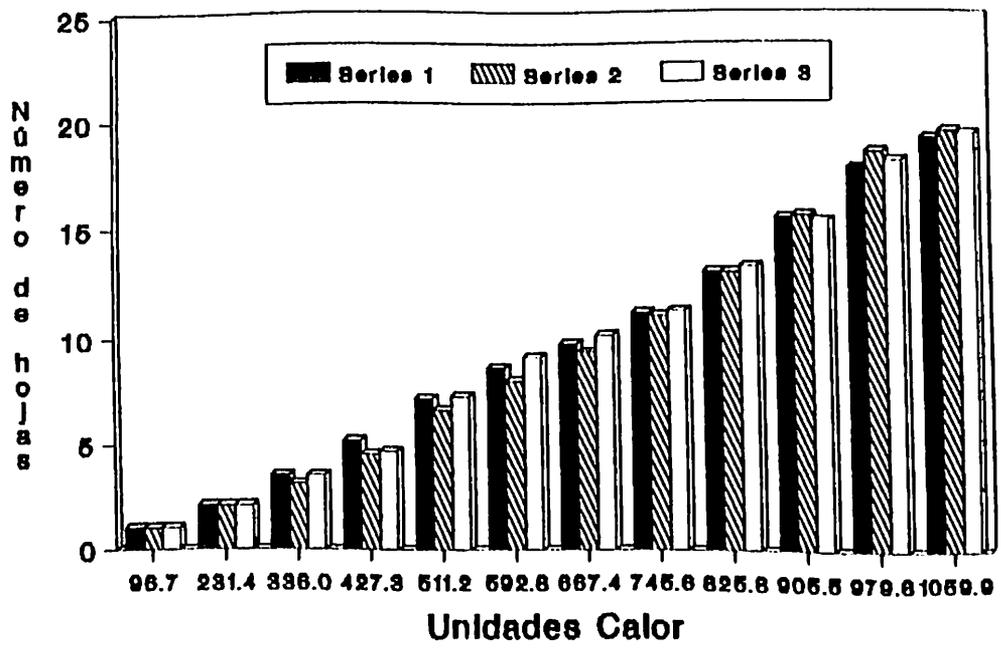


Figura 4.17. Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades fototérmicas para la línea AN₂ en Celaya, Gto.

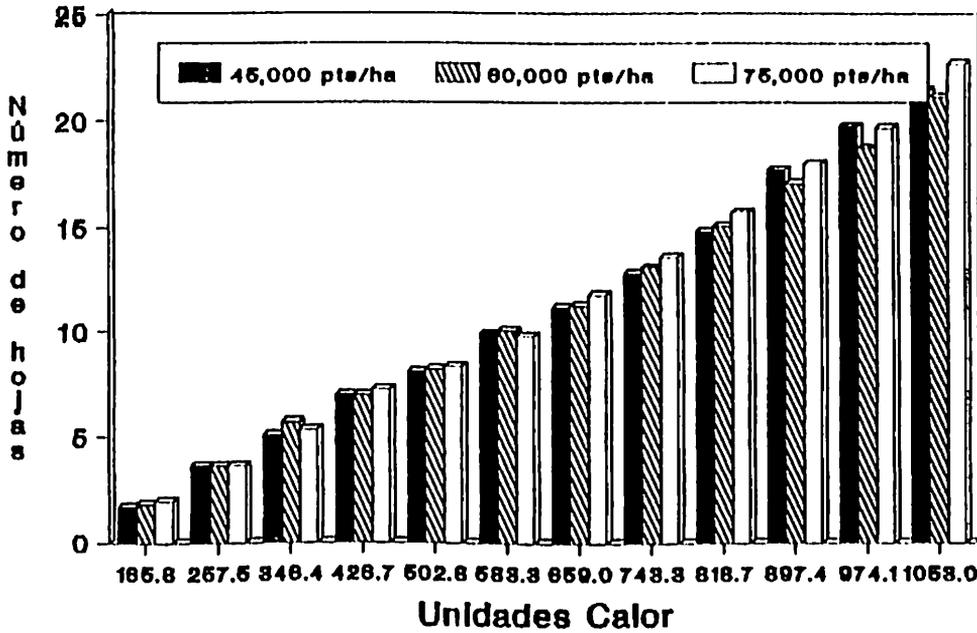


Figura 4.18. Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades fototérmicas para la línea AN₇ en Juventino Rosas, Gto.

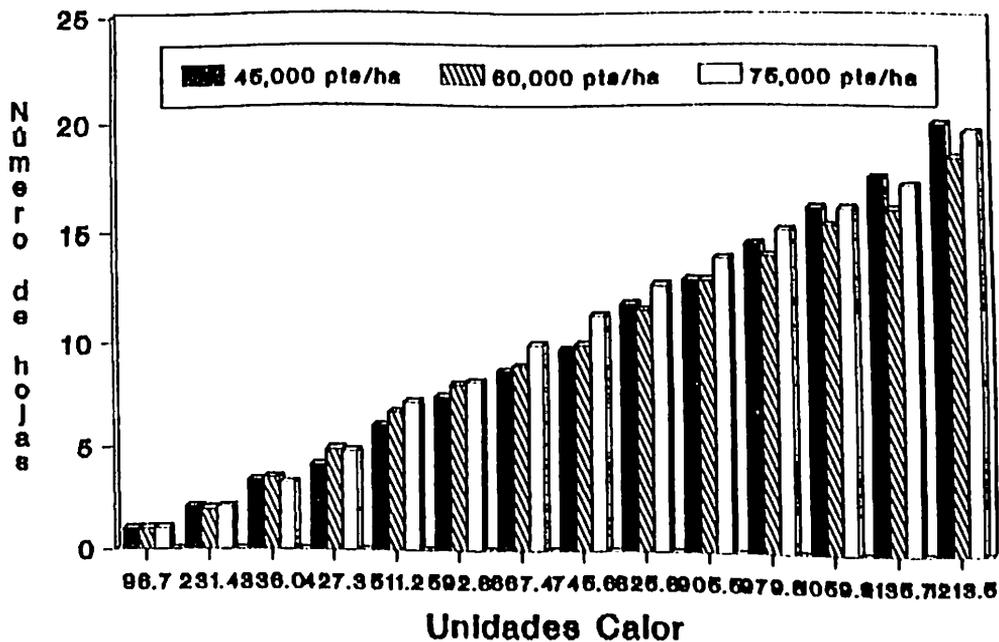


Figura 4.19. Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades fototérmicas para la línea AN₇ en Celaya, Gto.

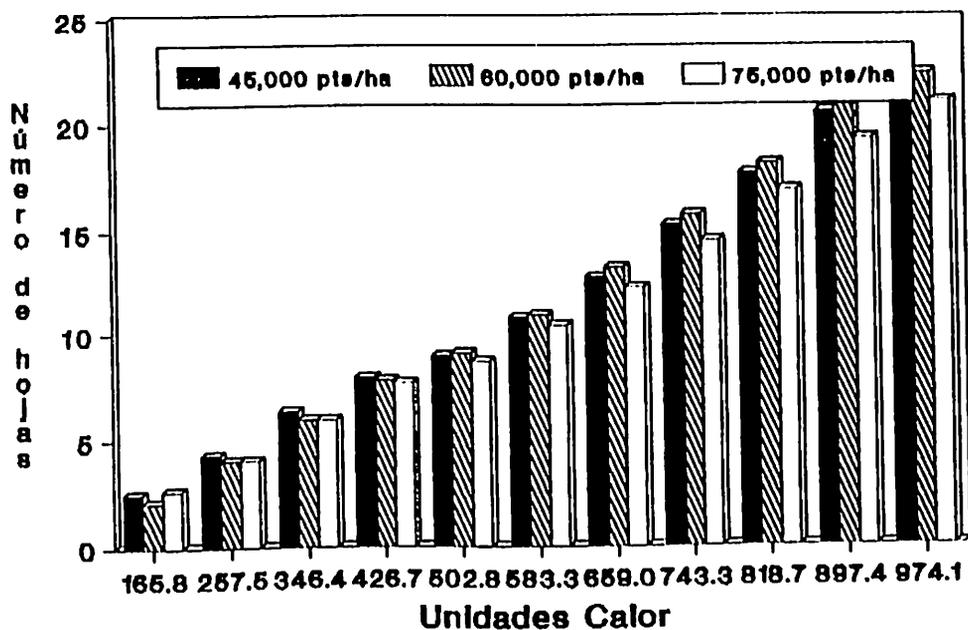


Figura 4.20. Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades fototérmicas para la cruz SSE-232MxSSE-255M en Juventino Rosas, Gto.

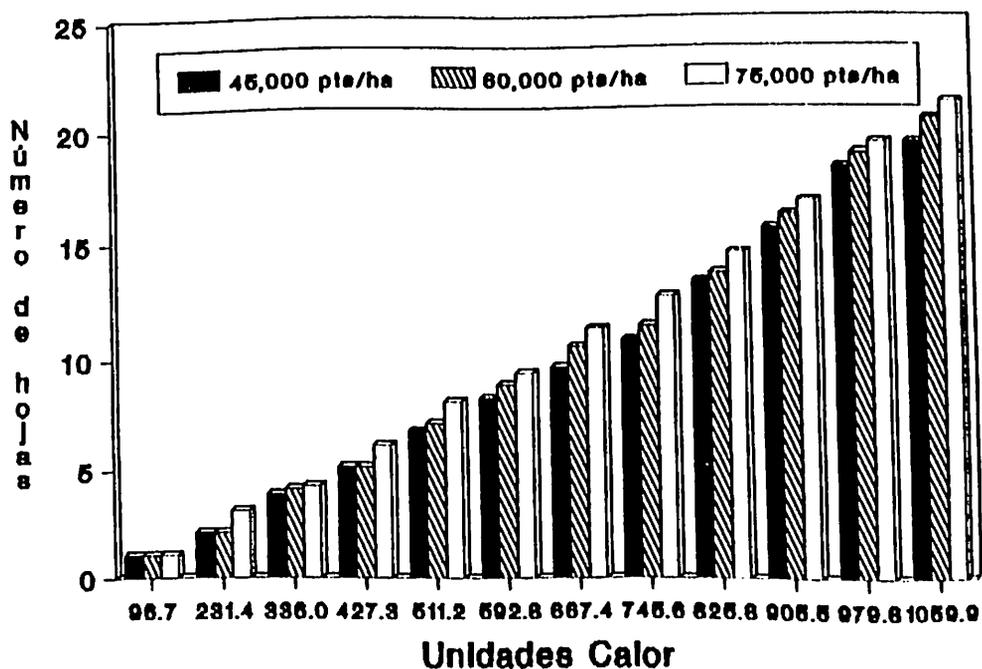


Figura 4.21. Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades fototérmicas para la cruz SSE-232MxSSE-255M en Celaya, Gto.

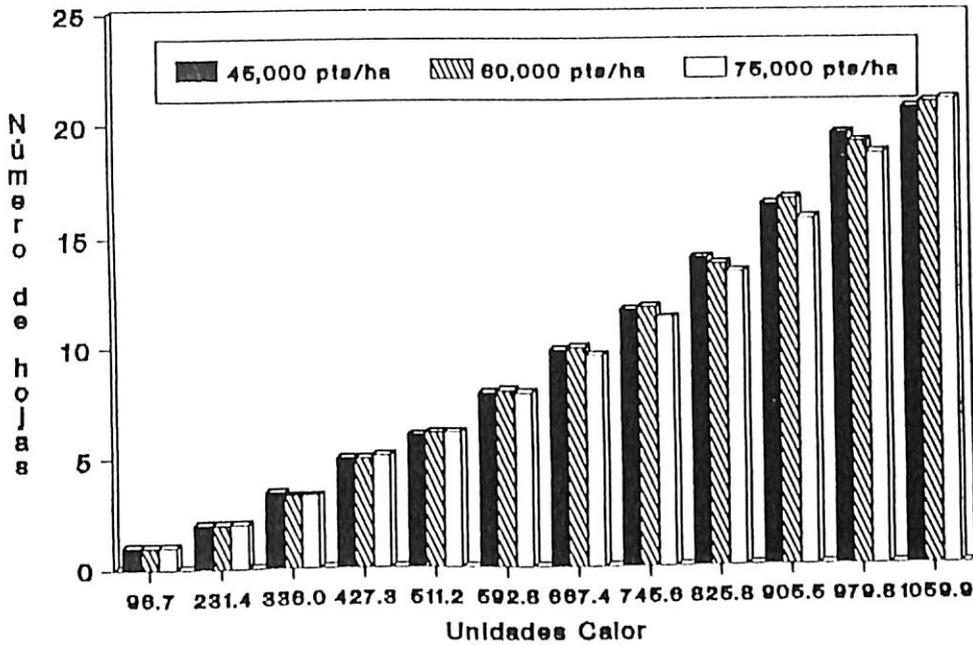


Figura 4.22. Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades fototérmicas para la cruz a SSE-255-18-19xMaz. Larga S_{4-1} en Juventino Rosas, Gto.

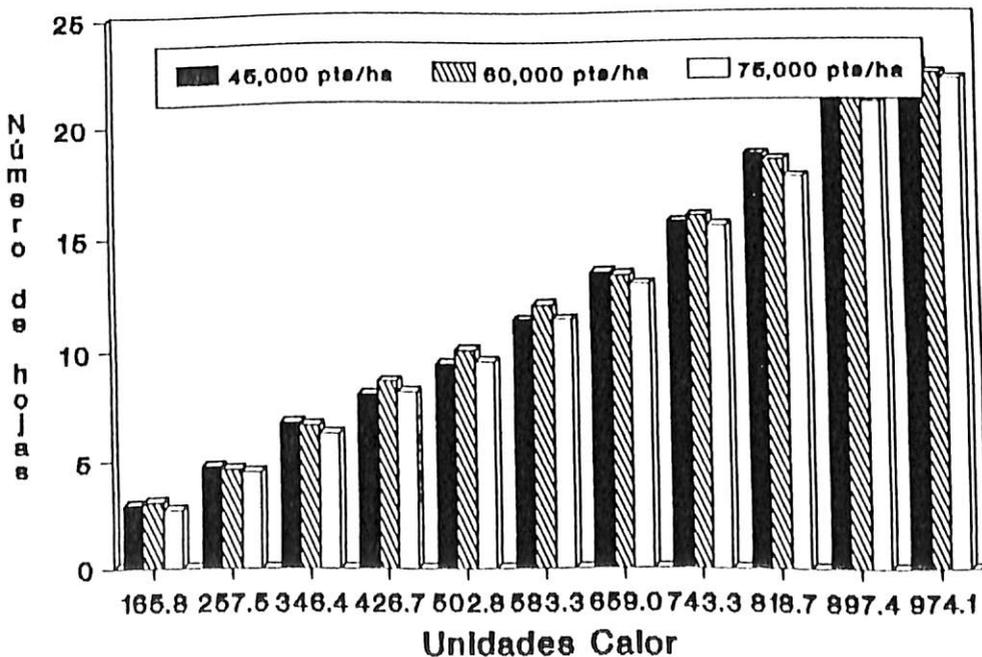


Figura 4.23. Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades fototérmicas para la cruz a SSE-255-18-19xMaz. Larga S_{4-1} en Celaya, Gto.

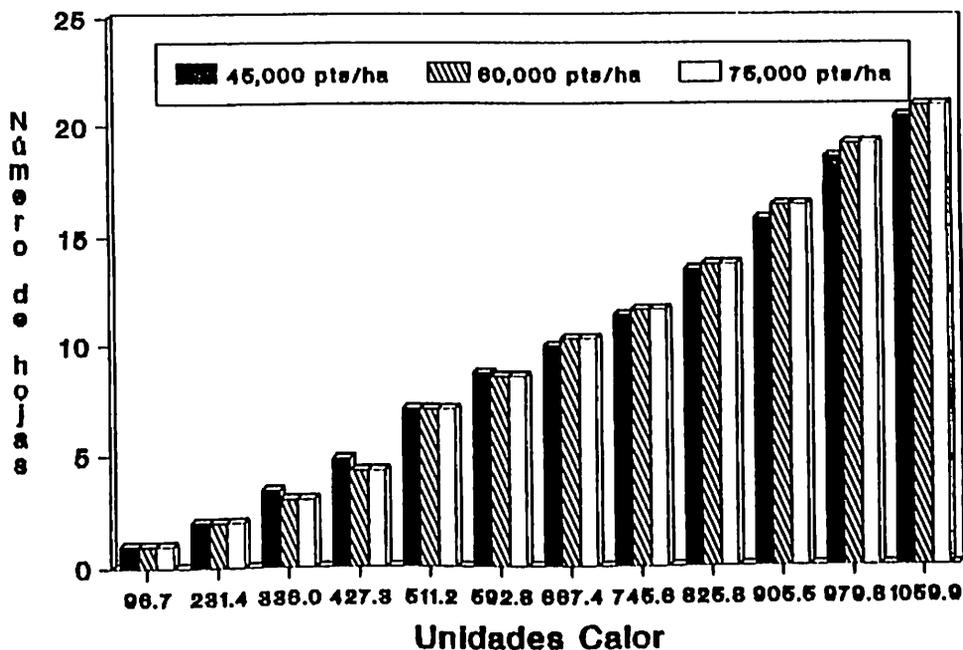


Figura 4.24. Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades fototérmicas para la cruz a SSE-255-18-19xZap. Chico Br2-211-1-1 en Juventino Rosas, Gto.

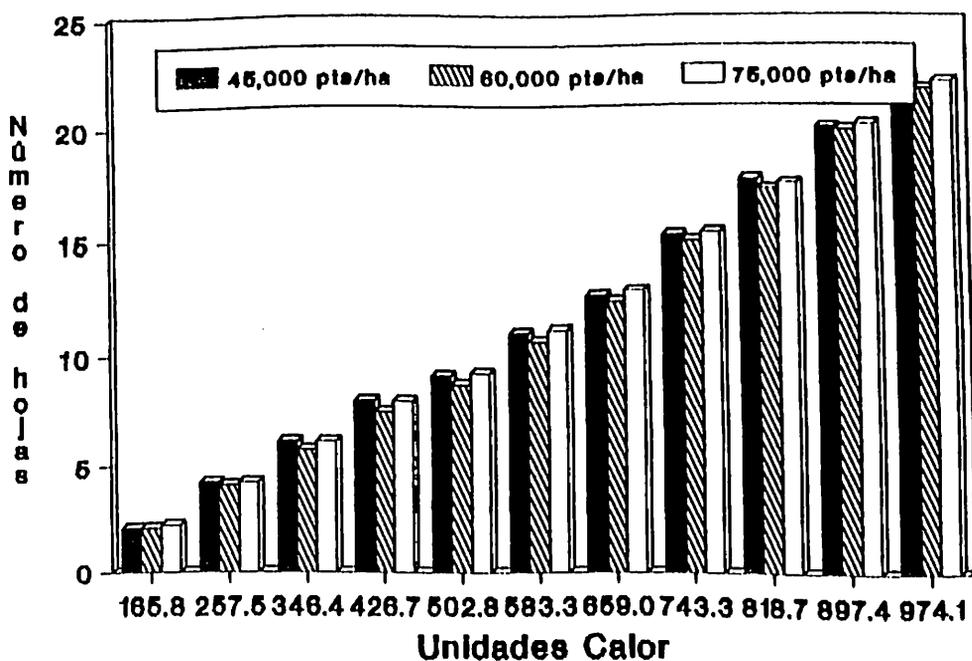


Figura 4.25. Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades fototérmicas para la cruz a SSE-255-18-19xZap. Chico BR2-211-1-1 en Celaya, Gto.

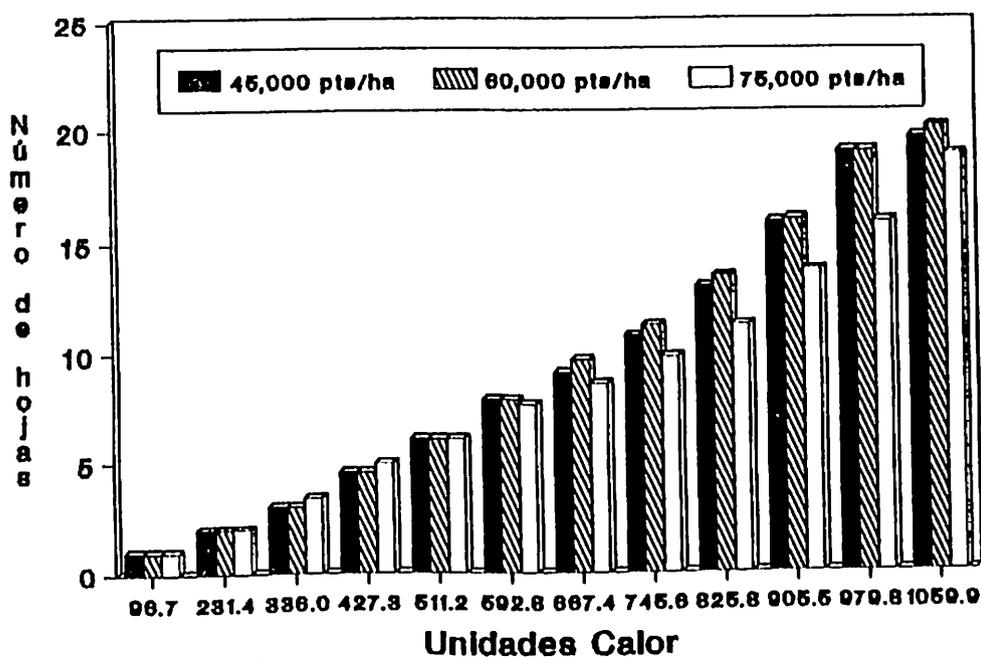


Figura 4.26. Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades fototérmicas para la cruz $AN_1 \times AN_2$ en Juventino Rosas, Gto.

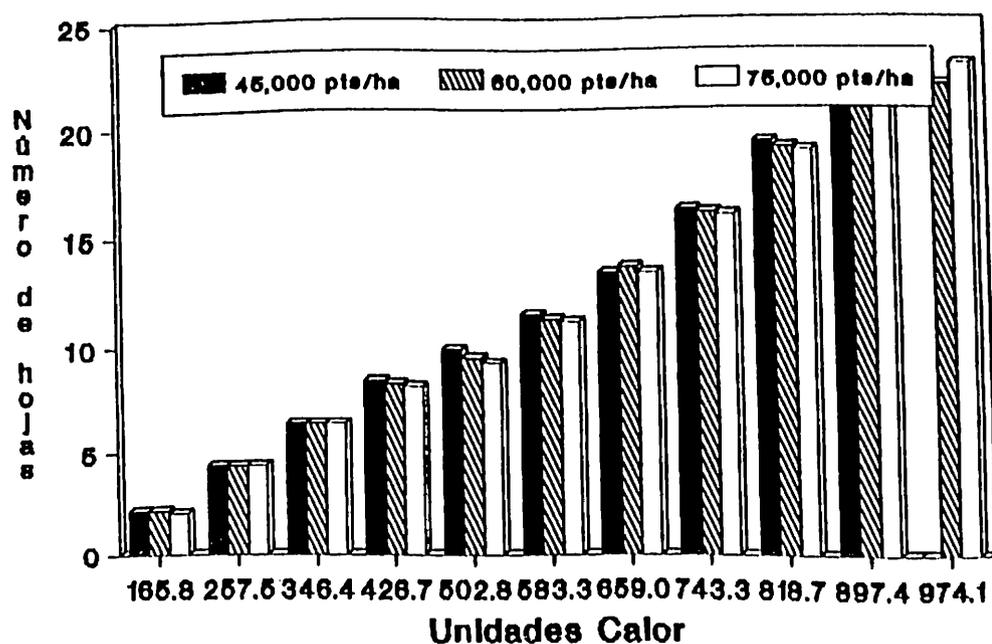


Figura 4.27. Número de hojas completas y unidades calor acumuladas por el método de unidades fototérmicas para la cruz $AN_1 \times AN_2$ en CELaya, Gto.

mismo material en ambas localidades, logrando los materiales en la localidad de Juventino Rosas un mayor desarrollo foliar y mayor acumulación de calor, aunque como se mencionó anteriormente, la diferencia resulta mínima, lo que indica que las condiciones ambientales son muy semejantes entre estas dos localidades pues la distancia entre ellas es de aproximadamente 16 km.

Quizá la diferencia en el desarrollo foliar de los materiales se haya debido a que como cada localidad se manejó con fecha de siembra diferente, la localidad de Celaya se manejó con la última fecha de siembra o sea la tardía, por lo tanto existieron discrepancias en los factores ambientales que imperaron durante el desarrollo de cada experimento en cada localidad, por lo tanto en la localidad de Celaya en ese tiempo existió menor humedad y un poco más de temperatura que aceleraron el desarrollo de las plantas, acortando el ciclo vegetativo del cultivo, tanto en las líneas como en las cruzas simples.

Por lo que se refiere a las densidades para cada material en general se observa una tendencia ligeramente menor de la densidad baja (45,000 pts/ha) sobre las demás en cuanto al desarrollo de las plantas, esto debido a que como en la densidad baja la competencia fue menor el desarrollo también fue menor por lo que se puede decir que el desarrollo de las plantas no se vio alterado como en las

otras densidades las cuales al existir una mayor competencia entre plantas el desarrollo se vio afectado ligeramente mayor respecto de la densidad baja.

Características Agronómicas

El Cuadro 4.12 muestra los cuadrados medios y el nivel de significancia estadístico para las fuentes de variación, producto de un diseño de bloques al azar con arreglo de parcelas subdivididas.

La fuente de localidades presentó diferencias altamente significativas ($P \leq 0.1$) en la mayoría de los caracteres excepto en acame de raíz, esta significancia encontrada se debe a que cada localidad presentó diferentes condiciones de clima durante el ciclo del cultivo, lo que permitió detectar diferencias estadísticas entre ellas y por lo tanto se puede conocer la mejor localidad en cuanto a sus características climáticas que permita que los genotipos manifiesten su mayor potencial genético. Las variaciones ambientales de las localidades estudiadas son reportadas en los municipios de Guanajuato (1988), las cuales se describen en el capítulo de Materiales y Métodos.

Cuadro 4.12. Cuadros medios de rendimiento y otras características agronomicas de importancia de progenitores, evaluados en tres localidades representativas del Bajío Mexicano, 1991.

Fuentes de variación	gl	1/	Días a flor	Altura (cm)	Numero plantas	Raíz	Acame (2)1/ Tallo	Fusarium sp Planta (2) (ton/ha)	Rendto 2/ (ton/ha)
Locs (A)	2	1	4480.104	10299.569	1097.818	10959.268	2409.287	94471.101	244.557
Error I	4	2	53.963	163.589	14.783	637.333	46.514	130.610	2.312
Dens (B)	2	2	1.377	1036.569	1562.909	350.584	89.232	52.977	33.241
Locs x Dens (AB)	4	2	1.135	287.751	47.939	68.645	192.804	87.601	4.733
Error II	12	8	1.736	76.828	6.929	117.206	78.984	46.697	2.938
Gen (C)	10	10	800.713	69387.166	235.996	753.634	480.535	3069.970	559.668
Locs x Gen (AC)	20	10	37.741	691.051	19.474	464.729	310.221	1423.886	19.674
Dens x Gen (BC)	20	20	0.936	224.562	17.687	153.821	176.241	75.443	3.472
Locs x Dens x Gen (ABC)	40	20	1.133	116.568	7.828	86.931	106.646	67.148	3.156
Error III	180	120	2.109	132.733	7.560	94.975	56.041	111.992	1.667
CV (%)	A		8.38	8.53	19.40	149.59	67.53	31.92	18.27
	B		1.50	5.85	13.28	64.15	98.00	19.08	20.60
	C		1.66	7.69	13.87	57.75	74.13	24.55	15.52
DMS 0.05	A		2.90	5.05	1.52	15.44	4.17	6.99	0.60
	B		0.41	2.72	0.82	4.35	3.57	2.74	0.53
	C		0.78	6.15	1.47	6.43	4.94	6.99	0.69

1/ Estadísticos de dos localidades (Celaya y Juventino Rosas)

2/ De mazorca al 15.5% de humedad

* Significativo al nivel de 0.05 de probabilidad

** Significativo al nivel de 0.01 de probabilidad

A Localidades

B Densidades

C Genotipos

Por lo que respecta a la fuente de densidades ésta no resultó ser significativa para los caracteres días a flor masculina y femenina, acame de raíz y tallo y en *Fusarium* spp. en planta, debiéndose esto a que las densidades de siembra manejadas no fueron suficientes para detectar diferencias estadísticas para ellos, en cambio para rendimiento, altura de planta y mazorca y número de plantas existió significancia al nivel de 0.01 de probabilidad lo que indica que los materiales se comportaron de diferente manera a través de esta variable, permitiendo ello seleccionar la mejor para los futuros incrementos de semilla básica y registrada de las líneas y cruzas simples así como la producción de semilla certificada de los híbridos respectivos.

La interacción localidades por densidades no fue significativa para rendimiento, días a flor masculina y femenina, acame de raíz y tallo y *Fusarium* spp. en planta, lo que quiere decir que las localidades no influyeron sobre las densidades en su respuesta sin embargo para altura de planta y mazorca y número de plantas si existieron diferencias estadísticas. Por lo que respecta a las alturas de planta y mazorca puede ser debido principalmente al porte de los genotipos y en cuanto a número de plantas a las fallas que se presentaron en las diferentes localidades.

Diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) se encontraron en la fuente de genotipos en todas las características, consideradas en este trabajo, debido esto al gran complejo germoplásmico de los materiales involucrados tanto dentro del grupo de las líneas como en el de las cruzas simples, además de los diferentes grupos de materiales manejados.

Igual resultado se obtuvo en la interacción localidades por genotipos, mientras que en la interacción densidades por genotipos sólo existieron diferencias estadísticas en los caracteres de rendimiento, altura de planta y número de plantas, en tanto que en días a flor masculina y femenina, altura de mazorca, acame de raíz y tallo y *Fusarium* spp en planta no existieron significancias.

Finalmente en la interacción localidades por densidades por genotipos sólo en los caracteres de rendimiento y acame de tallo se registraron diferencias estadísticas, lo cual permite detectar a los genotipos que menor comportamiento muestren a través de densidades y localidades o sea que presenten menor interacción.

En lo referente a los coeficientes de variación los mayores valores fueron dados para la parcela mayor o sea localidades, en todos los caracteres a excepción de acame de tallo y en rendimiento. Los mayores valores fueron dados

para acame de raíz, tallo y en *Fusarium* spp en planta, por lo que podemos señalar al respecto que los resultados para estos caracteres no son confiables, por lo que se deberá de tener precaución en caso de usarlos. Los altos coeficientes se deben a que se estimaron sólo de dos localidades. Sin embargo en los restantes caracteres los valores son bajos, por lo que podemos decir que los resultados son confiables. Dado que para rendimiento las interacciones localidades por genotipos y densidades por genotipos, en los estadísticos del análisis de varianza mostraron significancia y para tener una idea más convincente de lo ocurrido y poder explicar de una manera más fácil la respuesta de los materiales se hicieron pruebas de efectos simples o también llamados contrastes ortogonales en cada interacción. Aunque en la interacción localidades por densidades no se encontró significancia, de igual manera se realizó la prueba. Los resultados son mostrados en los Cuadros 4.13, 4.14 y 4.15.

La partición de la interacción localidades por densidades del Cuadro 4.13 muestra alta significancia para densidades baja, intermedia y alta (45,000, 60,000 y 75,000 pts/ha) a través de localidades. Esta diferente respuesta de cada densidad a través de localidades sobre genotipos se debió principalmente a las diferentes condiciones climáticas de suelo de cada lugar, así como también al manejo de cada experimento, ya que cada uno fue manejado por personal diferente.

Cuadro 4.13. Cuadrados medios de rendimiento para la descomposición de la interacción localidades por densidades en densidades a través de localidades y densidades dentro de localidades por medio de contrastes ortogonales.

F.V.	gl	CM
A/B ₁	2	43.613**
A/B ₂	2	96.446**
A/B ₃	2	113.965**
B/A ₁	2	1.213
B/A ₂	2	17.898*
B/A ₃	2	23.579**

* Significativo al nivel de 0.05 de probabilidad

** Significativo al nivel de 0.01 de probabilidad

A Localidades

B Densidades

Por otra parte densidades dentro de la localidad uno, muestran no significancia mientras que en las localidades dos y tres si lo fueron, esto señala que al menos una densidad sobresalió sobre las demás en estas últimas localidades, lo cual permite seleccionar la mejor densidad para cada una de estas dos últimas localidades en base a los resultados obtenidos y de acuerdo a los objetivos del trabajo, Cabe hacer notar que el uso de esta prueba es eficiente para clasificar la respuesta de los genotipos, ya que aún cuando en el ANVA no se detectaron diferencias estadísticas en la interacción correspondiente, los contrastes si las manifestaron.

En los contrastes para cada genotipo a través de localidades (Cuadro 4.14) se observó que los genotipos uno, dos, tres, cuatro y seis, correspondientes al grupo de las líneas presentaron significancias al nivel de 0.05 de

probabilidad, lo que indica que cada material respondió de manera diferente en cada localidad. En tanto los genotipos cinco y siete del mismo grupo fueron no significativos, lo que señala que su comportamiento es similar en cada ambiente.

Cuadro 4.14. Cuadrados medios de rendimiento para la descomposición de la interacción localidades por genotipos en genotipos a través de localidades y genotipos dentro de localidades por medio de contrastes ortogonales.

F.V.	gl	CM
A/C ₁	2	25.727*
A/C ₂	2	28.368*
A/C ₃	2	22.289*
A/C ₄	2	17.828*
A/C ₅	2	7.349
A/C ₆	2	17.323*
A/C ₇	2	1.639
A/C ₈	2	62.260**
A/C ₉	2	54.196**
A/C ₁₀	2	94.730**
A/C ₁₁	2	109.598**
C/A ₁	10	135.728**
C/A ₂	10	248.144**
C/A ₃	10	215.145**

* Significativo al nivel de 0.05 de probabilidad

** Significativo al nivel de 0.01 de probabilidad

A Localidades

C Genotipos

Los cuatro últimos genotipos corresponden a las cruzas simples, las cuales mostraron alta significancia ($P \leq 0.01$) también a través de densidades, siendo aquí más marcadas las diferencias en comportamiento de estos materiales en cada localidad con respecto a las líneas lo cual favorece en mayor medida la selección de la mejor

localidad para estos genotipos.

Por otro lado genotipos mostró alta significancia dentro de localidades lo cual significa que hubo superioridad de algunos materiales sobre otros, esto se dio principalmente entre las cruzas simples sobre las líneas y además dentro de cruzas así como dentro de líneas.

Finalmente en el Cuadro 4.15 se observa alta significancia de genotipos dentro de densidad baja, intermedia y alta (45,000, 60,000 y 75,000 pts/ha). En tanto que cada genotipo a través de densidades se tiene que los genotipos dos, tres, cuatro, ocho y 11 mostraron significancia en los niveles de 0.05 y 0.01, mientras que los restantes fueron no significativos por lo que podemos decir que los primeros genotipos presentaron una inestabilidad en su respuesta a través de densidades.

Los Cuadros 4.16 al 4.19 muestran los promedios de rendimiento para las variables de localidades, densidades y genotipos, localidades por genotipos y densidades por genotipos clasificados por el método de Duncan al nivel de 0.05 de probabilidad.

En el Cuadro 4.16 se observan diferencias estadísticas significativas entre las tres localidades consideradas en esta evaluación apreciándose claramente como

Cuadro 4.15. Cuadrados medios de rendimiento para la descomposición de la interacción densidades por genotipos en genotipos dentro de densidades y genotipos a través de densidades por medio de contrastes ortogonales.

F.V.	gl	CM
C/B ₁	10	193.410**
C/B ₂	10	189.745**
C/B ₃	10	183.457**
B/C ₁	2	4.191
B/C ₂	2	10.587**
B/C ₃	2	5.550*
B/C ₄	2	13.113**
B/C ₅	2	0.842
B/C ₆	2	0.944
B/C ₇	2	4.356
B/C ₈	2	5.479*
B/C ₉	2	0.001
B/C ₁₀	2	2.710
B/C ₁₁	2	20.193**

* Significativo al nivel de 0.05 de probabilidad

** Significativo al nivel de 0.01 de probabilidad

A Localidades

B Densidades

la localidad tres, correspondiente a Celaya, resultó notoriamente superior a las demás con un 32.32 y un 46.43 por ciento respecto de la segunda y primera localidad respectivamente. Varios trabajos en éste y otros cultivos sobre el manejo de fechas de siembra reportan que el rendimiento se ve afectado conforme la fecha es retrasada, lo cual ha sido asociado según Benoit (1965) con los decrementos de temperatura durante la etapa de formación de la mazorca.

Sin embargo en este trabajo los resultados mostraron lo contrario, ya que la siembra tardía fue realizada en la

Cuadro 4.16. Comparación de promedios de rendimiento para localidades mediante el método de Duncan al nivel del 0.05 de probabilidad.

Promedio de Rendimiento (ton/ha) ^{1/}					
Loc	3	9.65	A	Loc	1 Dolores Hgo.
Loc	2	8.72	B	Loc	2 Juventino Rosas
Loc	1	6.59	C	Loc	3 Celaya

* Tratamientos con letras iguales son no significativos

^{1/} En mazorca al 15.5% de humedad

localidad de Celaya, considerando que fue superior debido a sus suelos y al manejo del cultivo en general, aun cuando se sembró en los límites de fecha de siembra recomendada.

Estos resultados ratifican a esta localidad como una de las óptimas del Bajío, no solamente para pruebas de evaluación de materiales experimentales sino también para los incrementos de semilla básica y registrada, así como para la producción de semilla certificada.

Bolaños (1986) al trabajar con diferentes fechas de siembra en dos localidades de la misma región del Bajío no encontró significancia entre ellas, lo que confirma lo dicho por Thomson (1979) de que existe relativamente poca variación en el manejo de de fechas de siembra dentro de una misma estación en cultivos anuales.

Por lo que respecta a las densidades según se muestra en el Cuadro 4.17 tenemos que entre las densidades alta e intermedia (75,000 y 60,000 pts/ha) no existieron diferencias significativas, alcanzando los más altos valores de rendimiento estadísticamente, lo cual las califica como las mejores para los materiales en este estudio, sin embargo, la densidad alta numéricamente obtuvo el mayor valor de rendimiento superando con un ocho y un 15 por ciento a la intermedia y baja densidad respectivamente.

Cuadro 4.17. Comparación de promedios de rendimiento para densidades mediante el método de Duncan al nivel de 0.05 de probabilidad.

Promedio de Rendimiento (ton/ha) ^{1/}			
Densidad alta	8.88 A	Dens baja =	45,000 pts/ha
Densidad intermedia	8.36 A	Dens intermedia =	60,000 pts/ha
Densidad baja	7.72 B	Dens alta =	75,000 pts/ha

Prueba de polinomios ortogonales para la variable densidades

Efecto	764.817	827.439	879.383	$\Sigma ckiYra.c$	$rac\Sigma cki^2$	SCEfecto	calc	F
Lineal	-1	0	1	114.566	198	66.2897	39.76	**
Cuadrático	1	-2	0	-10.678	594	0.1919	0.11	

Tratamientos con letras iguales son no significativos

1/ En mazorca al 15.5% de humedad

Yra.c= sumas totales

r= repeticiones

a= Localidades

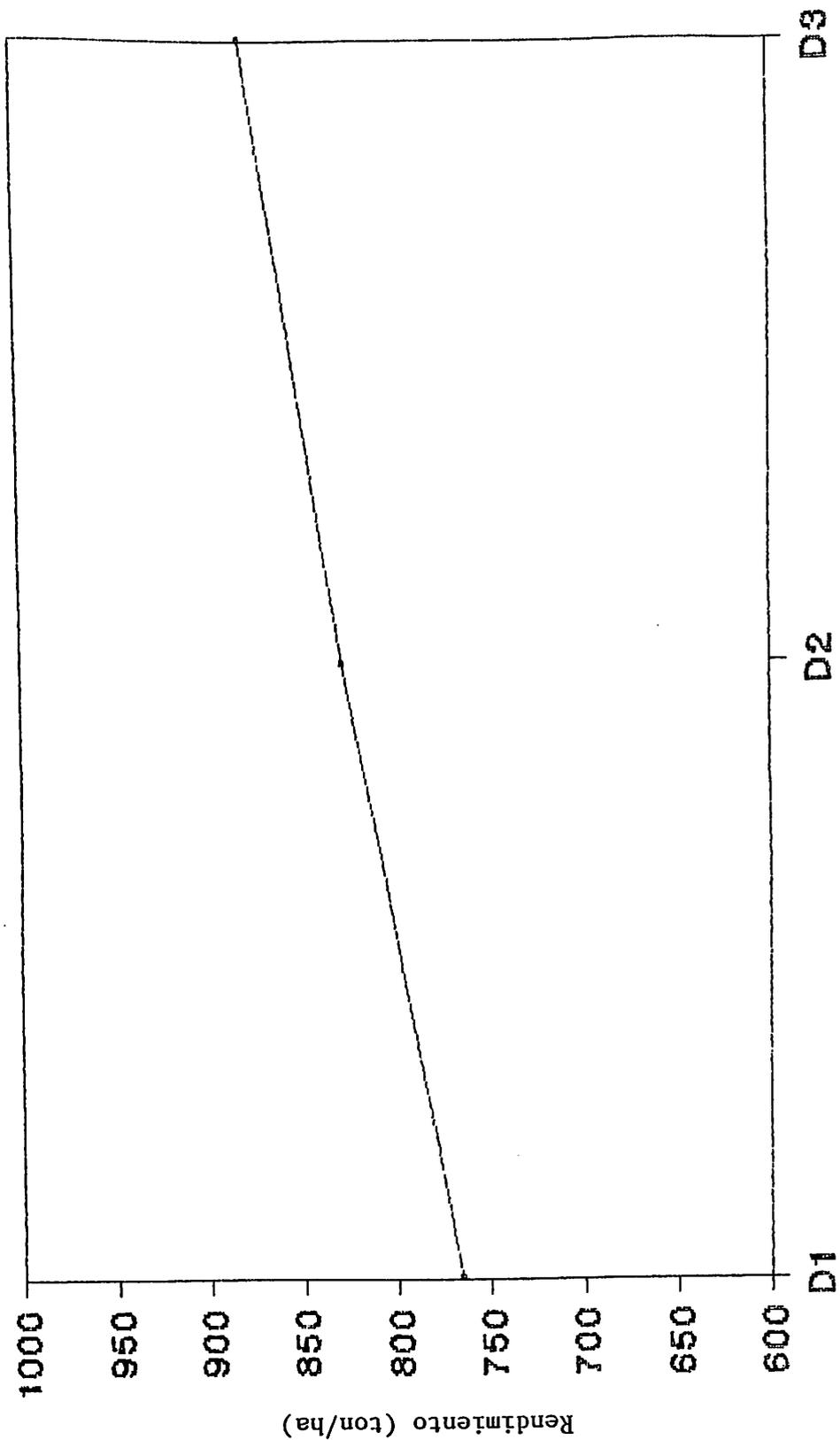
b= Densidades

c= Genotipos

Igual resultado obtuvo Rutger (1971) al trabajar con cruza simples de maíz y sus genitores bajo diferentes densidades de población (37,000, 62,000 y 86,000 pts/ha) encontrando que entre las densidades baja e intermedia y alta no existió significancia estadística pero si la hubo entre las densidades baja y alta.

También se muestran los resultados obtenidos respecto a la prueba de polinomios ortogonales aplicada a la variable densidades para observar su tendencia de respuesta. Los resultados indican que el polinomio es de grado lineal o sea que la respuesta de la variable densidad sigue una tendencia lineal y puede apreciarse que a medida que la densidad de población fue incrementada el rendimiento lo hizo en igual forma (ver Fig. 1). Sin embargo, dado el tipo de respuesta es posible usar densidades más altas, hasta en tanto la respuesta cambie.

Antes de comenzar a explicar el Cuadro 4.18, correspondiente a genotipos es conveniente hacer mención que como dentro de los mismos se manejaron líneas y cruza simples se realizó una prueba de contrastes ortogonales para detectar las posibles diferencias dentro de grupos y entre grupos. Los resultados de estos contrastes se presentan en la parte inferior del cuadro citado.



Densidades

Figura 4.28. Comportamiento de la variable densidades a través de localidades para el carácter de rendimiento (en mazorca al 15.5% de densidad).

Cuadro 4.18. Comparación de promedios de rendimiento para genotipos mediante el método de Duncan al nivel del 0.05 de probabilidad.

Promedio de Rendimiento (ton/ha) ^{1/}		Combinado	
G ₁₀	16.12 A	G ₁	SSE-232M
G ₉	13.72 B	G ₂	SSE-255M
G ₈	13.21 B	G ₃	Mazorca larga S 4-1
G ₁₁	12.05 C	G ₄	Zapalote chico br2-211-1-1
G ₇	7.18 D	G ₅	AN ₁
G ₁	6.76 DE	G ₆	AN ₂
G ₅	6.21 E	G ₇	AN ₇
G ₄	5.32 F	G ₈	SSE-232MxSSE-255M
G ₆	5.15 FG	G ₉	SSE-255MxMAZ Larga S4-1
G ₃	4.55 GH	G ₁₀	SSE-255MxZap chico br2-211-1-1
G ₂	4.28 H	G ₁₁	AN ₁ xAN ₂

Prueba de contrastes ortogonales para detectar las posibles diferencias de rendimiento entre grupos y dentro de grupos

F.V.	gl	CM
Grupos	1	504.557**
Cruzas vs cruzas	3	79.280**
Líneas vs líneas	6	52.211**

Tratamientos con letras iguales son no significativos

^{1/} En mazorca al 15.5% de humedad

* Significativo al nivel de 0.05 de probabilidad

** Significativo al nivel de 0.01 de probabilidad

Una vez señalado lo anterior, primeramente tenemos que hay alta significancia entre grupos en la prueba de contrastes lo que se infiere que ambos grupos fueron estadísticamente diferentes, pudiéndose corroborar lo mencionado en forma más clara en el Cuadro 4.18 en donde los

cuatro primeros lugares lo ocuparon las cruzas simples, siendo el valor de la última cruza estadísticamente superior al alcanzado por la mejor línea. Estos resultados corresponden a los encontrados por Johnson y Tanner (1972) los cuales compararon cruzas simples y sus respectivas líneas progenitoras en maíz encontrando que las cruzas fueron superiores a sus respectivos padres en rendimiento de grano y en otras características agronómicas.

Posteriormente se observa en los contrastes alta significancia dentro de grupos, teniéndose en el Cuadro 4.18 respecto del grupo de las cruzas que entre la primera y segunda hay diferencia estadística, mientras que entre la segunda y tercera no existe significancia pero entre la tercera y cuarta si la hay.

Sin embargo dado que la cruza SSE-255M x Mazorca Larga S4-1 ocupó el segundo sitio dentro de ellas resultando inferior a la cruza SSE-255M x Zap. Ch. br2-211-1-1, esta primera cruza combinada con la línea AN7 forman el híbrido triple AN-447, el cual es considerado a la fecha como el mejor de los híbridos con que cuenta el Programa de Maíz Dr. Mario E. Castro Gil. Estas cruzas SEE-255M x Zap. Ch. br2-211-1-1 y SEE-255M x Mazorca Larga S4-1 poseen un enorme potencial genético, debido al patrón heterótico explotado por las líneas que las conforman, por tal razón son además grandemente utilizadas como probadores.

Finalmente dentro del grupo de líneas de la mencionada prueba se tiene que también se encontró alta significancia pudiéndose observar en el Cuadro 4.18 como entre la primera y la segunda línea no hubo significancia, pero la primera fue superior a las demás estadísticamente. Entre la segunda y tercera tampoco existió significancia, siendo superiores a las restantes; entre la cuarta y la quinta, quinta y sexta y sexta y séptima, el resultado fue igual al encontrado en los dos pares antes mencionados, pero la cuarta fue superior a la sexta y séptima y la quinta lo fue para la séptima.

Las mejores líneas fueron la SSE-255M y la SEE-232M con 7.18 y 6.76 ton/ha, respectivamente, aunque esta última es estadísticamente igual a AN₁ con 6.21 ton/ha, mientras que la peor línea fue la AN₇, compartiendo estadísticamente el último lugar con Mazorca Larga S4-1, con 4.28 y 4.55 ton/ha respectivamente. Bolaños (1986) trabajó con algunas líneas involucradas en este estudio además de otras encontrando también que las líneas mencionadas anteriormente mostraron un comportamiento superior respecto de las otras líneas.

Sin embargo a pesar de que estas últimas dos líneas como tales ocuparon los últimos lugares, no obstante la línea Mazorca Larga S4-1 combinada con la línea SSE-255M produce una cruce con un enorme potencial genético la cual

es considerada como una de las mejores cruzas con que cuenta el Instituto Mexicano del Maíz siendo grandemente utilizada como probador de líneas y en la formación y evaluación de híbridos triples y dobles.

En la interacción localidades por genotipos del Cuadro 4.19 se aprecia claramente como el genotipo 10 ó se la craza SSE-255M x Zap Ch. br2-211-1-1, se mantuvo siempre a la vanguardia en cada localidad, aunque en la primera compartió este lugar con el genotipo 11 ($AN_1 \times AN_2$) estadísticamente, esta superioridad de la primera craza también se vió reflejada en otros cuadros por lo cual la podemos señalar como la mejor de las cuatro cruzas evaluadas.

Los resultados de esta primera craza la confirman como se ha señalado anteriormente como sobresaliente dentro del Instituto del Maíz de la UAAAN, teniendo un enorme potencial de rendimiento y una gran plasticidad genética lo que le permitió sobresalir en cada una de las tres localidades. La superioridad de esta craza se debe a los genitores que la conforman ya que la literatura menciona que el cruzamiento entre materiales de diferente origen ofrecen las posibilidad de que los genes se combinen en forma más eficiente para la explotación del vigor híbrido.

Cuadro 4.19. Comparación de promedios de rendimiento para la interacción localidades x genotipos mediante el método de Duncan al nivel de 0.05 de probabilidad.

Localidad 1			Localidad 2			Localidad 3		
Geno- tipos	Promedio de Rdto. (ton/ha) ^{1/}		Geno- tipos	Promedio de Rdto. (ton/ha) ^{1/}		Geno- tipos	Promedio de Rdto. (ton/ha) ^{1/}	
G10	12.38	A	G10	17.82	A	G10	18.16	A
G11	11.63	A	G9	16.05	B	G11	15.73	B
G9	11.15	AB	G8	15.26	B	G8	14.12	C
G8	10.24	B	G11	8.79	C	G9	13.95	C
G2	5.14	C	G2	8.03	C	G2	8.37	D
G1	4.82	CD	G1	7.96	C	G1	7.48	DE
G4	3.99	CDE	G4	5.17	D	G4	6.79	E
G7	3.92	CDE	G6	5.12	D	G6	6.55	E
G6	3.78	DE	G8	4.21	DE	G8	6.27	E
G8	3.17	EF	G7	4.18	DE	G7	4.75	F
G5	2.24	F	G5	3.36	E	G5	4.03	F

Tratamientos con letras iguales son no significativos

1/ En mazorca al 15.5% de humedad

Loc 1= Dolores Hgo.

Loc 2= Juventino Rosas

Loc 3= Celaya

G1 SSE-232M

G2 SSE-255M

G3 Mazorca larga S 4-1

G4 Zapote chico br2-211-1-1

G5 AN1

G6 AN2

G7 AN7

G8 SSE-232MxSSE-255M

G9 SSE-255MxMAZ Larga S4-1

G10 SSE-255MxZap Chico br2-211-1-1

G11 AN1xAN2

En cuanto a localidades se tiene, que en la localidad tres, correspondiente a Celaya, esta cruz expresó su mayor potencial de rendimiento, superando a la localidad dos (Juventino Rosas) con un 1.91 por ciento mientras que las condiciones de la localidad uno (Dolores, Hgo.), no favorecieron tanto la expresión genética de la cruz.

El genotipo 11 (AN1 x AN2) se colocó como la segunda mejor cruz al ocupar el segundo lugar en la primera y

tercera localidad, aunque en la primera localidad como se mencionó anteriormente ocupó el primer lugar junto con el genotipo 10 estadísticamente, mientras que en la tercera ocupó en forma individual el segundo sitio. En la segunda localidad esta craza ocupó el tercer lugar estadísticamente, teniendo aquí su más bajo valor de rendimiento, De nueva cuenta la localidad tres, favoreció en mayor medida la expresión del potencial genético de la craza obteniendo su más alto valor de rendimiento.

En cuanto a las líneas, la SEE-255M, ocupó el primer lugar dentro de ellas en cada una de las localidades, pero estadísticamente compartió este sitio con la SEE-232M en las tres localidades, favoreciendo en mayor medida a la expresión final de la primera línea la localidad tres, la cual superó con un 4.233 y un 62.84 por ciento en rendimiento a la segunda y primera localidad respectivamente, manteniéndose como la mejor localidad para la explotación de estos materiales. Mientras que la segunda mejor línea obtuvo sumas con alto valor de rendimiento en la segunda localidad con 7.96 ton/ha, siguiendo la tercera con 7.48 ton/ha y finalmente la primera con 4.82 ton/ha. Estas dos líneas fueron estadísticamente iguales en la segunda localidad a la craza AN₁ x AN₂, es por esto que estas líneas son consideradas entre las mejores líneas de Bajío.

La constitución genética de estas dos líneas les permite no solamente explotarse en estas localidades sino también obtener excelentes rendimientos, sin embargo su combinación a pesar de ser buena, se vio superada por las cruzas SSE-255M x Zap Ch br2-211-1-1 y SSE-255M x Mazorca Larga S4-1.

Finalmente la peor línea lo fue AN₁, ocupando el último lugar en cada localidad aunque en la primera compartió este sitio con Mazorca Larga S4-1, mientras que en la segunda localidad lo compartió con esta misma línea y con AN₇, y en la tercera localidad con AN₇. Su más alto valor de rendimiento fue dado en la tercera localidad.

Por lo que respecta a la interacción densidades por genotipos del Cuadro 4.20, se mostró nuevamente como aquí también sobresalió en mayor medida la cruza SEE-255M x Zapalote Chico br2-211-1-1, en cada una de las densidades evaluadas, superando estadísticamente a sus más cercanos genotipos. Los más altos valores de rendimiento se obtuvieron en la densidad alta (75,000 pts/ha), la cual superó con un 6.98 y un 4.05 por ciento a la intermedia y baja densidad (60,000 y 45,000 pts/ha). La respuesta de esta cruza en la densidad alta se debe a que los genitores son de porte bajo, por lo cual la cruza es semejante lo que le contiene capacidad para responder a altas densidades de población.

Cuadro 4.20. Comparación de promedios de rendimiento para la interacción densidad por genotipos mediante el método de Duncan al nivel de 0.05 de probabilidad.

Densidad Baja			Densidad intermedia			Densidad alta		
Geno- tipos	Promedio de Rdto. (ton/ha) ^{1/}		Geno- tipos	Promedio de Rdto. (ton/ha) ^{1/}		Geno- tipos	Promedio de Rdto. (ton/ha) ^{1/}	
G10	16.05	A	G10	15.61	A	G10	16.70	A
G9	13.71	B	G9	13.72	B	G9	14.11	B
G8	12.70	C	G11	13.43	BC	G9	13.72	B
G11	10.46	D	G8	12.82	C	G11	12.72	C
G2	6.23	E	G2	6.96	D	G2	8.36	D
G1	6.12	E	G1	6.67	DE	G1	7.48	E
G6	4.78	F	G4	6.11	E	G4	5.92	F
G7	4.00	G	G6	5.27	F	G6	5.40	FG
G4	3.93	GH	G8	4.73	F	G8	5.23	G
G8	3.69	GH	G7	3.77	G	G7	5.07	G
G5	3.31	H	G5	2.86	H	G5	3.45	H

Tratamientos con letras iguales son no significativos

^{1/} En mazorca al 15.5% de humedad

Densidad baja= 45,000 plantas/ha

Densidad intermedia= 60,000 plantas/ha

Densidad alta= 75,000 plantas/ha

G1 SSE-232M

G7 AN7

G2 SSE-255M

G8 SSE-232MxSSE-255M

G3 Mazorca larga S 4-1

G9 SSE-255MxMAZ Larga S4-1

G4 Zapote chico br2-211-1-1

G10 SSE-255MxZap Chico br2-211-1-1

G5 AN1

G11 AN1xAN2

G6 AN2

La segunda mejor cruza fue la SSE-255Mx Mazorca Larga S4-1 ocupando en la densidad intermedia (60,000 pts/ha) el segundo sitio con la cruza AN1 x AN2, mientras que en la densidad alta (75,000 pts/ha) compartió el lugar estadísticamente con la cruza SSE-232M x SSE-255M. Esta cruza (SSE-255M x Mazorca Larga S4-1) también soporta altas densidades, prueba de ello es que el mejor resultado se dió en la densidad alta, sin embargo su porte es un poco mayor de la cruza anterior. Los rendimientos obtenidos por esta

segunda mejor cruza en las tres densidades son casi iguales, superando las densidades alta e intermedia a la baja con apenas un 0.07 por ciento.

Por lo que se refiere a las líneas se tiene que las dos mejores siguen siendo la SSE-255M y la SSE-232M, ocupando los primeros lugares dentro de ellas, superando la primera a la segunda estadísticamente sólo en la densidad alta.

Aquí se aprecia como claramente a medida que la densidad de población fue en aumento el rendimiento correspondió de igual forma en las dos líneas alcanzando los más altos valores en la densidad alta posteriormente siguió la intermedia y finalmente la baja.

Aunque en el análisis de varianza para rendimiento se detectó significancia entre densidades, en la prueba de medias para esta variable nos indica que las mejores densidades fueron la intermedia y la alta, no existiendo significancia estadística entre ellas no se puede asegurar que para la calidad de semilla sean las mejores para fines de producción de semilla para estos materiales, puesto que como no se produjo semilla, sino que se obtuvo grano por esto no se realizaron pruebas de calidad física y fisiológica.

La peor línea sigue mostrando ser la AN, alcanzando el último lugar en cada densidad, excepto que en la densidad baja, este lugar lo ocupó estadísticamente con las líneas Mazorca Larga S4-1 y Zap. Chico br2-211-1-1. El mayor valor de rendimiento lo consiguió en la densidad alta.

Finalmente el Cuadro 4.21 muestra las medias generales por localidad de las características agronómicas sometidas a evaluación.

En días a flor tanto masculina como femenina se observa como en la primera localidad correspondiente a Dolores, Hgo., se tiene el valor más alto, esto señala que los materiales fueron más tardíos en esta localidad lo cual era de esperarse ya que esta localidad es más fría respecto a las otras dos, lo cual puede corroborarse en el capítulo de Materiales y Métodos en donde se describen las condiciones climáticas presentadas por cada localidad. En las demás localidades la media fue bajando o sea que los materiales acortaron su ciclo vegetativo siendo en la localidad de Celaya donde obtuvieron los menores valores.

Se considera que el manejar diferentes localidades con diferentes condiciones, se esperará un comportamiento heterogéneo tanto en los materiales como en el carácter antes mencionado, ahora bien por el hecho de que los materiales hayan sido más tardíos en la primera localidad

Cuadro 4.21. Medias generales de características agronomicas de 11 genotipos de acuerdo a localidades y densidades de poblacion.

Material	Dens			Dias a flor			altura (cm)			Mazorca			Raiz			Fallo			Numero de Plantas			Fusarium			Rendimientos			
	1/	2/	3/	1/	2/	3/	1/	2/	3/	1/	2/	3/	1/	2/	3/	1/	2/	3/	1/	2/	3/	1/	2/	3/	1/	2/		
SSE-232M	01	95	92	82	98	93	83	106	117	127	55	42	50	-	18	2	-	6	0	14	19	17	-	69	16	4.197	6.882	7.280
	02	94	92	81	97	93	82	101	118	120	52	50	50	-	16	2	-	3	1	19	23	26	-	84	10	4.470	8.770	6.771
	03	94	91	80	97	92	81	107	112	123	56	50	50	-	12	0	-	0	0	18	27	27	-	70	6	5.802	8.233	8.394
SSE-235M	01	92	83	76	95	86	79	85	80	105	46	17	38	-	22	0	-	2	2	16	18	18	-	65	4	4.979	6.626	7.185
	02	93	84	76	95	86	80	87	90	110	46	25	48	-	20	1	-	2	0	13	23	22	-	63	9	4.679	7.801	8.379
	03	92	84	76	94	86	79	89	97	110	46	40	48	-	13	0	-	4	0	19	22	29	-	76	6	5.866	9.676	9.546
ZAP-CHBR2-211-1-1	01	101	100	86	102	102	88	109	95	121	58	45	59	-	22	2	-	6	2	15	17	18	-	71	4	3.044	2.838	5.199
	02	102	99	86	104	101	88	118	97	127	66	43	54	-	40	2	-	0	0	16	24	21	-	68	2	2.739	4.712	6.733
	03	102	100	86	105	102	88	110	98	115	60	40	52	-	46	4	-	3	1	19	24	24	-	73	4	3.740	5.093	6.869
MAZ-LARGA 54-1	01	96	90	84	99	91	86	99	85	104	51	27	35	-	0	7	-	13	5	13	18	15	-	87	5	2.244	3.865	5.675
	02	97	91	84	100	92	86	107	100	112	54	35	46	-	2	5	-	4	4	20	21	18	-	72	4	5.164	5.333	7.821
	03	96	90	83	99	91	85	111	105	112	56	42	49	-	7	7	-	4	9	16	25	21	-	50	4	4.567	6.302	6.887
AN1	01	97	99	88	99	101	90	125	132	132	67	48	48	-	13	7	-	68	0	20	12	13	-	99	17	1.944	4.531	3.452
	02	97	99	86	100	101	88	122	152	154	64	65	65	-	72	21	-	12	5	18	14	20	-	99	8	2.035	2.329	4.223
	03	98	98	86	101	100	87	126	139	139	66	54	54	-	40	10	-	24	1	18	15	21	-	99	3	2.731	3.211	4.399
AN2	01	89	84	76	91	85	77	151	128	152	81	57	76	-	24	0	-	9	0	14	18	20	-	81	41	3.907	5.418	5.026
	02	91	83	76	93	84	77	138	138	157	71	50	73	-	12	0	-	4	0	15	23	21	-	77	35	3.423	5.234	7.141
	03	90	83	76	92	84	77	146	133	162	81	53	86	-	4	1	-	6	0	21	28	27	-	71	24	4.006	4.700	7.492
AN7	01	101	98	87	103	101	88	150	123	153	85	53	72	-	34	2	-	12	0	15	14	15	-	99	7	3.124	4.549	4.320
	02	99	100	86	101	102	88	145	125	165	80	63	73	-	26	4	-	21	3	17	16	20	-	99	9	3.109	3.214	4.997
	03	101	100	86	103	102	88	158	166	173	89	87	85	-	54	1	-	21	0	17	23	28	-	99	5	5.521	4.766	4.937
(SSE-255HxSse-232M)	01	91	83	78	93	84	80	143	133	150	77	55	65	-	4	0	-	2	0	14	18	19	-	52	5	10.756	13.468	13.873
	02	90	83	79	92	85	81	146	143	159	78	68	73	-	9	1	-	4	0	24	23	23	-	42	1	9.849	14.878	13.734
	03	90	82	78	92	85	80	153	143	157	84	67	70	-	5	0	-	5	1	22	28	29	-	55	2	10.128	17.440	14.753
(SSE-255HxZAP-CHBR2-211-1-1)	01	90	84	79	92	86	81	161	160	155	86	77	77	-	11	2	-	0	0	17	18	17	-	6	0	13.041	15.339	12.758
	02	93	85	78	95	87	80	151	153	175	80	75	90	-	9	0	-	0	0	20	23	23	-	15	0	10.978	16.636	13.534
	03	92	85	78	94	87	80	152	165	171	78	80	93	-	6	2	-	0	0	24	29	29	-	13	0	9.443	16.161	15.553
(SSE-255HxM-L-54-1)	01	91	82	76	93	83	78	261	212	256	148	98	133	-	21	0	-	2	0	16	19	22	-	20	1	14.787	16.424	16.941
	02	91	82	78	93	84	79	258	237	257	149	127	100	-	24	3	-	0	1	21	24	25	-	22	1	11.199	17.552	18.090
	03	90	82	78	92	84	80	254	240	267	142	123	140	-	34	3	-	2	0	28	31	31	-	29	0	11.159	19.497	19.456
(ANLxAN1)	01	86	83	75	88	84	76	237	222	262	134	98	146	-	13	9	-	8	4	17	18	21	-	85	6	9.317	7.633	14.419
	02	86	83	74	88	85	75	233	205	261	133	97	145	-	33	11	-	5	4	16	23	24	-	71	7	13.619	10.067	16.600
	03	86	83	74	88	85	75	239	205	267	142	95	149	-	15	13	-	12	5	19	27	26	-	87	5	11.967	8.664	16.170
X	94	89	80	96	91	82	148	141	161	81	62	76	-	21	4	-	8	1	18	21	22	-	66	8	6.589	8.722	9.655	

1/ Dolores Hidalgo, Gto.; 2/ Juventino Rosas, Gto.; 3/ Calaya, Gto.; * En mazorca al 15.52 de humedad.

deberían de haber tenido un mayor desarrollo de la planta si el manejo hubiera sido el correcto, cosa que no sucedió, por lo cual los valores medios no corresponden a los más altos como era de esperarse principalmente en altura de planta.

En acame de raíz y tallo los menores valores correspondieron a la localidad de Celaya con 4 por ciento para acame de raíz y 1 por ciento para tallo.

En número de plantas por parcela útil, se tienen promedios similares siendo el más alto en la localidad de Celaya.

En tanto en por ciento de *Fusarium* spp., la menor incidencia se dio también en la localidad de Celaya.

Las dos últimas características además del manejo, suelo y factores climáticos favorecieron en alcanzar el mayor valor promedio de rendimiento en la localidad de Celaya superando con un 10.69 y un 46.53 por ciento a las localidades de Juventino Rosas y Dolores, Hgo., respectivamente.

CONCLUSIONES

1. En base a los resultados arrojados de los análisis de los métodos, pese a que no existen grandes diferencias respecto a sus coeficientes de variación, se infiere que el método más adecuado al parecer es el de unidades fototérmicas ya que resultó con el menor valor en las etapas de días a flor masculinas y femeninas para la localidad de Juventino Rosas con 6.99 y 6.96 por ciento, en tanto para Celaya fueron de 5.04 y 5.04 por ciento. así como también para madurez fisiológica con 2.19 por ciento para Juventino Rosas y 1.86 por ciento para Celaya, Gto. Cabe aclarar que este criterio se ha venido tomando en la evaluación de métodos de unidades calor y con respecto al tradicional.
2. Existe una alta correlación entre métodos de medición de UC lo cual indica que existe un alto grado de asociación entre ellos por lo que cualquier método que sea usado para la medición de los caracteres días a flor masculina y femenina será igual de eficiente a los demás considerando que los CV son muy parecidos.
3. El número de unidades calor por cada progenitor para alcanzar la etapa reproductiva por el método de unidades

fototérmicas para cada localidad y densidad de población son las presentadas en el Cuadro 5.1.

4. Como resultado de lo obtenido en la presente investigación, la producción de los híbridos en base a días y a unidades calor por el método de unidades fototérmicas deberá de realizarse de acuerdo al Cuadro 5.2.
5. El mejor ambiente y densidad de siembra para la explotación de los genotipos estudiados resultaron ser la localidad de Celaya, Gto. y las densidades de población alta e intermedia (75,000 y 60,000 pts/ha) solo en base al rendimiento obtenido en mazorca.
6. El método que acumuló menos cantidad de unidades calor para los diferentes genotipos a través de sus diferentes etapas fenológicas fue el exponencial.
7. Los mejores materiales en cuanto a caracteres agronómicos incluyendo el rendimiento de mazorca dentro del grupo de las líneas fueron SSE-255M y la SSE-232M y dentro de las cruzas fueron la SSE-255M x Mazorca Larga S4-1 y SSE-255M x Zapalota Ch. br2-211-1-1.

Cuadro 5.1. Número de unidades calor requeridas por cada material para alcanzar la etapa reproductiva.

Material		UC (Método de unidades fototérmicas)			
		Juventino Rosas		Celaya	
		♂	♀	♂	♀
SSE-232M	D1	1124.9	1135.7	985.0	995.8
	D2	1124.9	1135.7	974.1	985.0
	D3	1114.1	1124.9	962.5	974.1
SSE-255M	D1	1020.6	1059.9	919.5	951.9
	D2	1038.6	1059.9	919.5	962.5
	D3	1038.6	1059.9	919.5	951.9
Maz. Larga S4-1	D1	1213.5	1237.9	1030.0	1053.0
	D2	1203.5	1225.0	1030.0	1053.0
	D3	1213.5	1237.9	1030.0	1053.0
Zap. Chico br2-211-1-1	D1	1103.3	1114.1	1006.6	1030.0
	D2	1114.1	1124.9	1006.6	1030.0
	D3	1103.3	1114.1	995.8	1018.0
AN1	D1	1203.3	1225.0	1053.0	1074.2
	D2	1203.3	1225.0	1030.0	1053.0
	D3	1192.9	1213.5	1030.0	1041.0
AN2	D1	1038.6	1048.7	919.5	930.7
	D2	1026.6	1038.6	919.5	930.7
	D3	1026.6	1038.6	919.5	930.7
AN7	D1	1192.9	1213.5	1041.0	1053.0
	D2	1213.5	1237.9	1030.0	1053.0
	D3	1213.5	1237.9	1030.0	1053.0
SSE-232Mx SSE-255M	D1	1026.6	1038.6	941.0	962.5
	D2	1026.6	1048.7	951.9	974.1
	D3	1015.9	1048.7	941.0	962.5
SSE-255MxZ. Ch. br2-211 -1-1	D1	1038.6	1059.9	951.9	974.1
	D2	1048.7	1070.2	941.0	962.5
	D3	1048.7	1070.2	941.0	962.5
SSE-255MxML S4-1	D1	1015.9	1026.6	919.5	941.0
	D2	1015.9	1038.6	941.0	951.9
	D3	1015.9	1038.6	941.0	962.5
AN1 x AN2	D1	1026.6	1038.6	909.4	919.5
	D2	1026.6	1048.7	897.4	909.4
	D3	1026.6	1048.7	897.4	909.4

RECOMENDACIONES

1. En trabajos posteriores se recomienda el empleo de termómetros que nos permitan medir la temperatura del suelo, sobre todo el lugar donde se encuentra la semilla, ya que existe variación en las temperaturas de la superficie del suelo con respecto a la del ambiente, así como la profundidad donde se encuentra la semilla, con esto tendremos una estimación más exacta de las unidades calor estimadas desde la siembra a emergencia y en las unidades calor requeridas para las etapas posteriores hasta madurez de cosecha de los materiales.
2. También se recomienda continuar con el empleo de diferentes fechas de siembra, así como el manejo de diferentes densidades, con el fin de determinar la fecha y densidad de población más adecuadas para la producción de semilla de los materiales que se estudien, además se deberán realizar pruebas físicas y de calidad de la semilla cosechada.
3. Para determinar la constante térmica o constante varietal de un material se deberá de tener información respecto al requerimiento térmico de por lo menos tres años.

4. En caso necesario si se usan o no diferentes densidades de población para la determinación de unidades calor, se deberá de medir la temperatura del ambiente, así como la temperatura dentro de la parcela o lote experimental para cada densidad.

5. Finalmente se recomienda realizar pruebas de calidad a la semilla, así como también pruebas físicas.

RESUMEN

El término unidades calor se ha venido empleando desde 1730, sin embargo su utilización en la agricultura para determinar las diferentes etapas fenológicas y cosecha de los diferentes cultivos agrícolas ha sido poca en nuestro país. Quizás esto sea debido a la falta de información sobre este tema, respecto a la existencia de los diferentes métodos y las principales ventajas que ofrecen respecto al tradicional.

La principal desventaja de este último método es que se ve afectado por las condiciones ambientales de cada lugar de desarrollo, lo cual resulta riesgoso al no saber con exactitud, cuando los cultivos estarán listos para cosecharse para la evasión de factores que pudieran causarles daño alguno.

Los diferentes métodos de unidades calor contemplan a algunos de los factores climáticos que mayor influencia tienen sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas, entre estos factores se menciona a la temperatura como factor principal, la cual es directamente proporcional entre estos procesos fisiológicos de la planta. Esta relación

hasta cierto punto puede resultar ventajoso en la medición del desarrollo fenológico de los diferentes cultivos con respecto al método tradicional.

El empleo de estos métodos en el área de producción de semilla mejorada puede beneficiar el proceso de producción ya que como se mencionó anteriormente existe una proporcionalidad directa entre crecimiento y temperatura, esto permite tener una estimación más exacta de la cantidad de calor requerido para que los progenitores alcancen la etapa reproductiva para la sincronización floral. Esta cantidad total de calor recibe el nombre de constante térmica, la cuál según varios trabajos no varía o varía muy poco dentro de una estación de desarrollo para un ciclo agrícola, o a través de ciclos.

El presente trabajo se desarrolló en tres localidades representativas del Bajío Mexicano en 1991, manejándose cada localidad con fecha de siembra diferente para ello se evaluaron los progenitores de los híbridos AN-388, AN-444 y AN-447, bajo tres diferentes densidades de población. Se emplearon seis métodos para la estimación de las unidades calor, mismas que fueron calculadas sólo para dos localidades.

Dentro de los resultados se tiene que el método de unidades fototérmicas resultó con las menores coeficientes

de variación para la etapa reproductivas (masculina y femenina) así como para la de madurez fisiológica a través de localidades con 2.82 , 2.97 y 1.18 por ciento respectivamente.

También se encontró una alta correlación entre métodos lo que señala que existe un alto grado de asociación entre métodos.

El mejor ambiente y densidad de siembra para la explotación de los genotipos estudiados resultaron ser la localidad de Celaya, Gto., y las densidades de población alta e intermedia (75,000 y 60,000 pst/ha).

Como resultado de lo obtenido en la presente investigación la producción de los híbridos en base a días y unidades calor por el método de unidades fototérmicas deberá de realizarse de la siguiente forma para las densidades alta e intermedia (75,000 y 60,000 pts/ha) para la localidad de Celaya, Gto.

	Localidad Celaya	
	Densidad alta	Densidad intermedia
Híbrido AN-444 (SSE-232M x SSE-255M) (AN ₁ x AN ₂)	Días UC AT* 0 +7 76.7	Días UC AT 0 +6 65.1
AN-447 (SSE-255M x Maz. Larga S ₄ -1) (AN ₇)	+7 78.1 AT 0	+6 67.5 AT 0
AN-388 (SSE-255M x Z CH brz-211-1-1) Maz. Larga S ₄ -1	+4 44.1 AT 0	+3 33.3 AT 0

AT = A tiempo

LITERATURA CITADA

- Abrami, G. 1972. Optimum Mean Temperature for Plant Growth Calculated by a New Method of Summation. *Ecology*, Vol. 53: 893-900 No. 5.
- Aldrich, S.R. y E.R. Leng. 1974. Producción moderna del maíz. (Trad. del inglés) Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- Allen, J.C. 1976. A modified sine wave method for calculating degree days In *Environ. Entomol.* Vol. 5: 388-396.
- Allison, J.C.S. and T.B. Daynard. 1979. Effect of Change in Time of Flowering, Induced by Altering Photoperiodo Temperature, on Attributes Related to Yield in maize. *Crop. Science*, Vol. 19: 1-4.
- Andrew, R.H., F.P. Ferwerida, and A.M. Strommen. 1956. Maturation and Yield of Corn as Influenced by Climate and Production Technique. *Agronomy Journal*, Vol. 48: 231-236.
- Avery, G.S.; J. Berger and B. Shalucha. 1942. Auxin content of maize kernels during ontogeny from plants of varying heterotic vigor *Amer. J. Bot.* Vol. 29:765-772.
- Beauchamp, E.G. and D.J. Lathwell. 1967. Effect of changes root zone temperature on the subsequent growth and development of young corn plantas. *Agronomy Journal*. Vol. 59: 189-193.
- Benoit, G.R., A. Olness, and K.A. Van Sickle. 1990. Day-Night Temperature Effects on leaf Expansion and Height of Field Grown Corn. *Agronomy Journal*, Vol. 82: 690-695.
- Benoit, G.R., A.L. Hatfield, and J.L. Ragland. 1965. The Growth and Yield of Corn. III. Soil Moisture and Temperature Effects. *Agronomy Journal* Vol. 57: 223-226.
- Besnier, R.F. 1990. Semillas, Biología y Tecnología, Ediciones Mundi-Prensa. Impreso en España. Pág. 286-288.

- Bolaños J., J. G. 1986. Determinación de la fecha de siembra óptima para la producción de semilla híbrida de maíz en el Bajío Mexicano. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah.
- Brauer, P.J. and F.R. Carter. 1986. Effect of seeding date, plant density, moisture availability and soil nitrogen fertility on maize kernel breakage susceptibility. *Crop Sci.* Vol. 26: 1220-1226.
- Casale, V.R. 1981. Climatología y Agricultura en Seminarios Técnicos. SARH. INIFAP. CIAN. CAESIA.
- Cloninger, F.D., R.D. Horrocks, and M.S. Zuber. 1975. Effects on Harvest Date, Plant Density and Hybrid on Corn Grain Quality. *Agronomy Journal* Vol. 67:693-695.
- Coligado, M.C. and D.M. Brown. 1975. Response of Corn (*Zea mays* L.) in the Pre-tassel Initiation Period to Temperature and Photoperiod *Agricultural Meteorology.* Vol. 14: 357-367.
- Colville, W.L. 1962. Influence of rate and method of planting on several components of irrigated corn yields. *Agronomy Journal.* Vol. 54: 297-300.
- Copeland, L.O. and M.B. Mc Donald. 1985. Principles of Seed Science and Technology. Second Edition. Burgess Publishing Company. Minneapolis, Minnesota.
- Cross, H.Z. and M.S. Zuber. 1972. Prediction of Flowering Dates in Maize Based on Different Methods of Estimating Thermal Units. *Agronomy Journal.* Vol. 64:351-355.
- Delouche, J.C. 1981. Environmental effects on seed quality. Proceedings short course for seedsmen. Seed Technology Laboratory. Mississippi State, Mississippi.
- Eckert, D.J. and D.R. Hicks. 1986. Maturity Rating Systems for Corn Cooperative Extension Service. Iowa State University.
- Ferguson, J.E. y E.A. Burbano 1979. Regiones Geográficas en la Producción de Semillas Forrajeras Tropicales. X Reunión de la Asociación Latinoamericana de Ciencias Agrícolas. Acapulco, Gro., México, 22-28 Abril.
- FIRA. 1983. Determinación de once Zonas Geográficas para la Producción de Semillas Mejoradas. Boletín Informativo Fira. Num. 135. Vol. XIV.

- Flores M.J., J.L. Chan C. y A. Bravo L. 1985. Fenología de Maíz y Frijol en el Altiplano de Zacatecas. II. Unidades Calor (UC) y Desarrollo Fenológico. Revista Fitotecnia. Num. 7.
- Francis, C.A. 1971. Influencia del medio ambiente en el crecimiento y desarrollo del maíz. Cali, Colombia. pp. 1-6.
- Gilmore, Jr., E.C. and J.S. Rogers. 1958. Heat Units as a Method of Measuring in Corn. in *Agronomy Journal*. Vol. 50: 611-615.
- Hayhoe, H.N. and L.M. Dwyer. 1990. Relationship Between Percentage Emergence and Growing Degree Days for Corn. *Can. J. Soil Sci.* 70: 493-497.
- Hunter, R.B.; L.A. Hunt, and L.W. Kannenberg. 1974. Photoperiod and temperature effects on corn. *Can. J. Plant Sci.* Vol. 54: 71-78.
- Iowa State University. 1986. Profitable Corn Production. Cooperative Extension Service.
- Johnson, D.R. and J.W. Tanner. 1972. Comparisons of Corn (*Zea mays* L.) Inbreds and Hybrids Grown at Equal Leaf Area Index, Light Penetration, and Population. *Crop Science*, Vol. 12: 482-485.
- Jorgenson, L. and H.E. Brewbaker. 1927. A comparison of selfed lines of corn and first generation crosses between them. *J. Amer. Soc. Agron.* Vol. 19: 819-830.
- Kanemasu, E.T., D.L. Bark and E. Chin Choy. 1975. Effect of Soil Temperature on Sorghum Emergence. *Plant and Soil*. Vol. 4: 411-417.
- Kernick, M.D. 1961. Ecología en las Semillas Agrícolas y Hortícolas por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) Roma pp. 35-61.
- Lana, E.F. and E.S. Haber. 1952. Seasonal Variability as Indicated by Cumulative Degree Hours with Sweet Corn. *American Society for Horticultural Science*. Vol: 388-392.
- Lawlor, D.J., E.T. Kanemasu, W.C. Albrecht, III and D.E. Johnson. 1990. Seed Production Environment Influence on the Base Temperature for Growth of Sorghum Genotypes. *Agronomy Journal* Vol. 82: 643-647.
- Little, T.M. y F.J. Hills, 1976. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura (Trad. del inglés). 1^a Edición. Editorial Trillas, México.

- Los Municipios de Guanajuato. Enciclopedia de los Municipios de México. 1988. 1^a Edición. Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de Guanajuato.
- Martín, J.H. and W.H. Leonard. 1957. Principles of Field crop production. The Mac Millan Company. New York. USA. p. 337.
- Mederski, H.J., M.E. Miller, and C.R. Weaver. 1973. Accumulated Heat Units for Classifying Corn Hybrid Maturity. Agronomy Journal. Vol. 65: 743-747.
- Neild, R.E. 1981. Effects of Weather on Corn Planting and Seedling Establishment. Cooperative Extension Service. Institute of Agriculture and Natural Resources University of Nebraska Lincoln.
- _____. 1986. Growing Degree day Requeriments and Freeze Risks as a guide to selecting and planting corn hybrids. Cooperative Extension Service Institute of Agriculture and Natural Resources. University of Nebraska, Lincoln.
- Neild, R.E. and D.T. Smith. 1983. Maturity Dates and Freeze Risks Based on Growing Degree Days. Cooperative Extension Service. Institute of Agriculture and Natural Resources. University of Nebraska Lincoln.
- Neild, R.E. and J.E. Newman. 1987. Growing Season Characteristics and Requirements in the Corn Belt Cooperative Extension Service. Iowa University.
- Neild, R.E. and A.F. Dreier. 1975. Growing Degree Days. Cooperative Extension Service. Institute of Agriculture and Natural Resources. University of Nebraska Lincoln.
- Newman, J.E., B.O. Blair, R.F. Dale, L.H. Smith, W.L. Stirm, and L.A. Schaal. 1969. Growing Degree Days: A new system of rating crop maturities could help you predict harvest dates more accurately. Crop Soils, Vol. 20-21 pp. 9-12.
- Ortiz V., M. y J.R. G. Sánchez. 1992. Unidades Calor para 10 genotipos de maíz en Zacatecas. XIV Congreso Nacional de Fitogenética. Tuxtla, Gutiérrez, Chis.
- Paulsen, M.R., L.D. Hill; D.G. White and G.F. Sprague. 1983. Breakage susceptibility of corn belt genotypes. Trans. ASAE Vol. 26: 1830-1836.
- Phillips, E.E. 1950. Heat unit summation theory as applied to canning crops. The Canner 110 (10): 10-24.

- Reyes, C.P. 1983. Bioestadística aplicada. 2da. reimpresión. Editorial Trillas, México.
- Roberts, R.H. and E.B. Struckmeyer. 1938. The effects of temperature and other environmental factors upon the photoperiodic responses of some higher plants. *J. Agric. Res.* Vol. 56: 633-677.
- Robinson, R.G. 1971. Sunflower Phenology-Year, Variety, and Date of Planting Effects on Day and Growing Degree-Day Summations. *Crop Science*, Vol. 11: 635-638.
- Rood, S.B. and D.J. Major. 1980. Responses of early corn inbreds to photoperiod. *Crop Science* Vol. 20: 679-682.
- Russelle, M.P., W.W. Wilhelm, R.A. Olson, and J.F. Power. 1984. Growth Analysis Based on Degree Days. *Crop Science*, Vol. 24: 28-32.
- Rutger, J.N. 1971. Effect of Plant Density on Yield of Inbred Lines and Single Crosses of Maize. (*Zea mays* L.) *Crop Science*, Vol. 11: 475-476.
- Schmidlin, T.W. and B.E. Dethier. 1987. Conversion Among Three Methods for Calculating Heat Units for Corn. *Applied Agricultural Research*, Vol. 2 No. 5 pp. 311-314.
- Singh, N.T. and G.S. Dhaliwal. 1972. Effect of soil temperature on seedling emergence in different crops. *Plant and Soil*. Vol. 37: 441-444.
- Thomson, J.R. 1979. An Introduction to Seed Technology. First published. Printed in Great Britain.
- Tollenaar, M., T.B. Daynard, and R.B. Hunter. 1979. Effect of Temperature on Rate of Leaf Appearance and Flowering Date in Maize. *Crop Science*, Vol. 19: 363-366.
- Villalpando J., F.I. 1985. Metodología de Investigación en Agroclimatología. Documento de Circulación Interna. INIFAP-SARH Mexico. 183 pág.
- Villalpando J.F., I. Del Real L.I. y Ruiz C., J.A. 1991. Temperatura y Fenología Agrícola. Apuntes de Curso. Guadalajara, Jal.
- Wang, J.Y. 1960. A Critique of the Heat Unit Approach to Plant Response Studies. *Ecology*, Vol. 41: 785-790.
- Warrington, I.J. and E.T. Kanemasu. 1983. Corn Growth Response to Temperature and Photoperiod I. Seedling

Emergence Tassel Initiation, and Ontogeny. *Agronomy Journal*, Vol. 75: 749-754.

_____. 1983. Corn Growth Response to Temperature and Photoperiod II. Leaf Number. *Agronomy Journal*, Vol. 75: 762-766.

_____. 1983. Corn Growth Response to Temperature and Photoperiod III. Leaf-Initiation and Leaf-Appearance Rates. *Agronomy Journal*, Vol. 75: 759-761.