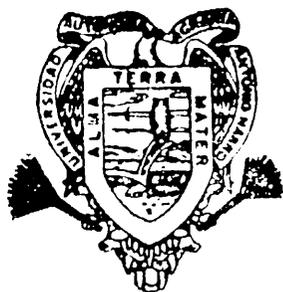


EFECTO DEL FERTILIZANTE FOSFORADO SOBRE LA
SINCRONIZACION DE FLORACION EN LA
PRODUCCION DE SEMILLA HIBRIDA DE MAIZ

JOSE LUCIO GUTIERREZ APODACA

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.

SEPTIEMBRE DE 1989

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

COMITE PARTICULAR



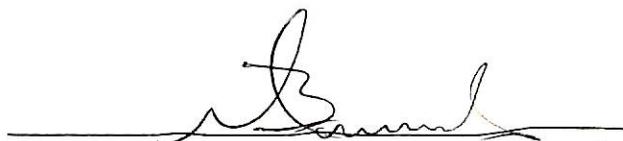
Asesor principal:

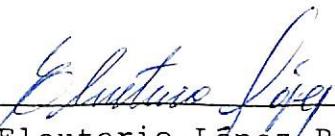

M.S. Rafael Jiménez Salazar

Asesor:

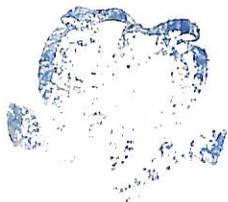

M.C. Manuel Estrella Miranda

Asesor:


Dr. Marco A. Bustamante García


Dr. Eleuterio López Pérez
Subdirector de Asuntos de Postgrado

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



BIBLIOTECA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Septiembre de 1989

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias y amplio reconocimiento a las instituciones que hicieron posible la realización de mis estudios de maestría:

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES
Y AGROPECUARIAS

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

CENTRO DE CAPACITACION Y DESARROLLO
DE TECNOLOGIA DE SEMILLAS

Asimismo, se hace extensivo mi agradecimiento a todas las personas que me brindaron su apoyo incondicional durante mi permanencia en la Universidad.

DEDICATORIA

A mi esposa e hijos:

MARIA DEL CARMEN

CARLA VANESSA

AARON ANTONIO

De quienes he recibido el amor
y la comprensión que ha motivado
mi vida para alcanzar nuevas metas.

COMPENDIO

Efecto del Fertilizante Fosforado Sobre la Sincronización de Floración en la Producción de Semilla Híbrida de Maíz

Por

JOSE LUCIO GUTIERREZ APODACA

MAESTRIA EN
TECNOLOGIA DE SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. SEPTIEMBRE, 1989.

M.S. Rafael Jiménez Salazar. - Asesor -

Palabras clave: Fertilización fosforada, sincronización de floración, maíz híbrido, semilla.

Se realizó un estudio para evaluar el efecto de un fertilizante fosforado sobre el adelanto de la floración en progenitores de maíz híbrido.

La respuesta a las aplicaciones del fertilizante fue diferente entre los genotipos utilizados. En la cruza AN₂ x AN₁ se obtuvo un adelanto a la ocurrencia de etapas foliares y un correspondiente adelanto de la floración. En la cruza AN-76M x AN-53M se registró un mayor tiempo para que -

se presentaran las etapas foliares y, en consecuencia la floración fue mas tardía con relación al testigo.

ABSTRACT

Effect of Phosphate Fertilizer on the Flowering
Synchronization in Hybrid Corn Seed Production

By

JOSE LUCIO GUTIERREZ APODACA

MASTER OF SCIENCE
IN SEED TECHNOLOGY

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. SEPTEMBER, 1989

M.S. Rafael Jiménez Salazar - Advisor -

Key words: Phosphate fertilizer, flowering synchro-
nization, hybrid corn, seed.

A study was conducted in order to evaluate the effect
of a phosphate fertilizer on the hastening of flowering in -
hybrid corn parents.

The response to the applications of fertilizer was
different among genotypes utilized. Genotype AN₂ x AN₁ -
showed a hastened to occurrence of foliar stages and hasten
corresponding of the flowering. Genotype AN-76M x AN-53M
showed greater time for the occurrence of foliar stages, in
consequence flowering was later compared with control.

INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
INDICE DE CUADROS	x
INDICE DE FIGURAS	xii
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	4
Estructuras Reproductivas de la Planta de Maíz.	4
Sincronización de la Floración en la Producción - de Semilla Híbrida	7
Alternativas para Adelantar la Floración en Proge- nitores de Híbridos	11
Fertilización de Fósforo (P) en Maíz	14
MATERIALES Y METODOS	19
Descripción del Area de Estudio	19
Material Experimental	20
Tratamientos y Diseño Experimental	21
Establecimiento y Manejo del Cultivo	22
Procedimiento de la Toma de Datos	24
Análisis Estadístico de los Resultados	26
RESULTADOS Y DISCUSION	29
CONCLUSIONES	66
RESUMEN	67
LITERATURA CITADA	68

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
3.1	Algunas características físicas y químicas del suelo donde se realizó la evaluación (Modificado de Valdez, 1985).	20
3.2	Algunas características morfológicas de las cruzas AN ₂ x AN ₁ y AN-76M x AN-53M.	21
3.3	Descripción de los tratamientos en estudio.	23
4.1	Cuadrados medios del análisis de varianza de los días a etapas foliares de la cruza AN ₂ x AN ₁ bajo la aplicación de nueve tratamientos.	32
4.2	Comparación de medias de efectos simples y combinados sobre los días a etapas foliares de la cruza AN ₂ x AN ₁ bajo la aplicación de nueve tratamientos	34
4.3	Cuadrados medios del análisis de varianza de los días a floración masculina de la cruza AN ₂ x AN ₁ bajo la aplicación de nueve tratamientos.	39
4.4	Comparación de medias de efectos simples y combinados sobre los días a floración masculina de la cruza AN ₂ x AN ₁ bajo la aplicación de nueve tratamientos	40
4.5	Correlación entre días a etapas foliares y días a floración masculina de la cruza AN ₂ x AN ₁	42
4.6	Cuadrados medios del análisis de varianza de los días a etapas foliares de la cruza AN-76M x AN-53M bajo la aplicación de nueve tratamientos	50
4.7	Comparación de medias de efectos simples y combinados sobre los días a etapas foliares de la cruza AN-76M x AN-53M bajo la aplicación de nueve tratamientos	51
4.8	Cuadrados medios del análisis de varianza de los días a floración femenina de la cruza AN-76M x AN-53M bajo la aplicación de nueve tratamientos	56

Cuadro		Pág.
4.9	Comparación de medias de efectos simples y combinados sobre los días a floración femenina de la cruza AN-76M x AN-53M bajo la aplicación de nueve tratamientos	57
4.10	Correlación entre días a etapas foliares y - días a floración femenina en la cruza AN-76M x AN-53M.	59
4.11	Días y unidades calor acumuladas de siembra a floración de las cruces AN ₂ x AN ₁ y AN-76M x AN-53M.	63

INDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
4.1	Efecto del fertilizante fosforado sobre el tiempo a etapas foliares de la cruza AN ₂ x AN ₁ . . .	30
4.2	Comparación del tiempo a etapas foliares de la cruza AN ₂ x AN ₁ bajo la combinación de los tratamientos contra el testigo.	31
4.3	Efecto del fertilizante fosforado sobre el tiempo a floración masculina de la cruza AN ₂ x AN ₁ . . .	32
4.4	Comparación del tiempo a floración masculina de la cruza AN ₂ x AN ₁ bajo la combinación de los tratamientos contra el testigo	38
4.5	Distribución promedio de la precipitación y la temperatura durante el ciclo del cultivo.	46
4.6	Efecto del fertilizante fosforado sobre el tiempo a etapas foliares de la cruza AN-76M x AN-53M	47
4.7	Comparación del tiempo a etapas foliares de la cruza AN-76M x AN-53M bajo la combinación de tratamientos contra el testigo	49
4.8	Efecto del fertilizante fosforado sobre el tiempo a floración femenina de la cruza AN-76M x AN-53M.	54
4.9	Comparación del tiempo a floración femenina de la cruza AN-76M x AN-53M bajo la combinación de los tratamientos contra el testigo	55

1. INTRODUCCION

Para incrementar los rendimientos de maíz, no sólo se requiere la liberación de nuevos genotipos y su paquete tecnológico de su manejo comercial; es importante también, que al momento de ofrecer al agricultor una variedad o un híbrido se disponga de la suficiente cantidad y calidad de semilla, la cual puede obtenerse al disponer de una adecuada tecnología de producción de semilla de las categorías correspondientes, para cada zona de producción y para cada híbrido determinado.

En la producción de semilla híbrida de maíz se presentan una serie de problemas técnicos; uno de los principales es la falta de coincidencia entre los progenitores en la etapa de floración, situación que provoca una deficiente o nula formación de semilla y/o una reducción de la calidad genética de la misma, por lo que en ocasiones es difícil o imposible la producción de semilla de un determinado híbrido en ciertas regiones.

Para disminuir los riesgos que trae consigo la falta de coincidencia floral, es necesario que antes de producir semilla a nivel comercial se cuente con la información adecuada sobre la fecha de producción de polen del progenitor masculino y la aparición de estigmas del progenitor femenino.

Cuando se tienen progenitores de diferente tiempo a floración, la práctica más utilizada es la siembra diferencial para promover la floración simultánea. Sin embargo, aún siguiendo adecuadamente las indicaciones de siembra, en ocasiones se presentan ciertos grados de asincronía floral, por lo que se hace necesario un seguimiento del crecimiento y desarrollo de los progenitores, previo a la floración, con el propósito de aplicar alguna práctica que modifique tal desarrollo, y de esta manera, favorecer la coincidencia de floración entre ambos progenitores.

Actualmente existe poca información proveniente de la experimentación científica sobre las prácticas para el control de floración entre progenitores de maíz híbrido. La mayoría de estas medidas han sido aplicadas en base a la experiencia práctica del personal de campo involucrado en la producción de semillas.

La aplicación de productos fosforados en maíz y sorgo es una práctica comúnmente usada para adelantar el desarrollo de un determinado progenitor. Sin embargo, se tiene poca información acerca de la evaluación de su efecto, donde se considere la etapa del cultivo y dosis de aplicación, así como la respuesta comparativa entre genotipos.

Según lo anterior, es necesario buscar soluciones prácticas y económicas para lograr una adecuada coincidencia floral, como una de las formas para obtener una óptima producción de semilla híbrida de maíz en la industria semillera nacional.

En un intento de satisfacer esta necesidad se realizó el presente trabajo, cuyo objetivo es:

- Evaluar el efecto de un fertilizante fosforado sobre el adelanto de la floración en progenitores de maíz híbrido.

Para lograr este objetivo se planteó la siguiente hipótesis:

- Las aplicaciones de fertilizante fosforado aceleran la floración en maíz.

2. REVISION DE LITERATURA

Estructuras Reproductivas de la Planta de Maíz

La planta de maíz es monoica; sus flores son incompletas e imperfectas; las flores estaminadas o masculinas, nacen sobre la panoja, comúnmente conocida como espiga. Sobre la mazorca nacen las flores femeninas; de cada flor se prolonga el estilo que sale de las brácteas para ser polinizado (Chapman y Carter, 1976).

Iniciación y Desarrollo

Durante su desarrollo, el maíz presenta un cambio fundamental, que es el cambio de un estado inicial vegetativo a un estado reproductivo. Dentro de los factores que más influyen sobre este evento están: fotoperíodo, temperatura, humedad y algunos productos químicos (Miles, 1984).

El cambio hacia la fase reproductiva en la planta de maíz se presenta al inicio del desarrollo del primordio de la espiga; sin embargo, Duncan (1980) indica que esto es incorrecto, ya que los inicios de la mazorca son visibles como yemas antes de la diferenciación de la espiga.

Aldrich y Leng (1974) señalan que el inicio de la formación de la espiga sucede aproximadamente a los 30 días después de la siembra, en un híbrido promedio de la faja - maicera; sin embargo, este período dependerá de la temperatura, los nutrimentos y la humedad del suelo. Por otra parte, Hanway (1971) menciona que este proceso ocurre cuando la planta muestra cuatro hojas completamente emergidas; menciona además, que el inicio de la formación de la espiga, está influenciado por el fotoperíodo.

Después de que es perceptible la minúscula espiga se inicia una rápida formación de hojas (Hanway, 1971) y un rápido alargamiento del tallo (Hanway, 1971 y Aldrich y Leng 1974) por lo que la planta exige al sistema radicular una gran actividad para suministrar agua y sustancias nutritivas (Aldrich y Leng, 1974).

Al aparecer la 16a. hoja completamente emergida, el ápice de la espiga ha salido del verticilio (Hanway, 1971). Al momento que surge la espiga y puede verse el ápice del jilote, Aldrich y Leng (1974) señalan que el crecimiento de la planta disminuye y comienzan los preparativos para la floración. La espiga emerge completamente dos o tres días antes de que emerjan los primeros estilos (Hanway, 1963).

Bajo condiciones desfavorables, las estructuras masculinas se verán menos afectadas que las femeninas (Aldrich y Leng, 1974). Lo anterior es corroborado por Shaw y Thom (1951), quienes encontraron que bajo estrés hídrico -

severo hubo poco efecto en la fecha de espigamiento, y sin embargo, la emergencia de estigmas se retrasó significativamente.

Floración y Polinización

La floración es quizás la etapa de desarrollo más importante en la producción de semilla híbrida, donde es necesario que el cultivo disponga de la adecuada cantidad de agua, nutrientes y además tener los máximos cuidados para evitar fallas en la coincidencia de floración entre los progenitores (Sánchez, 1985).

Durante la floración se presenta la máxima demanda de agua (Francis, 1971 y Kuldip, 1982). Por lo tanto, la humedad del suelo tendrá gran influencia sobre la floración (Wright, 1980).

Desde la emergencia de la espiga a su completo desarrollo y liberación de polen pueden transcurrir hasta 10 días (Duncan, 1980). El tiempo transcurrido entre liberación de polen y aparición de estigmas puede variar de uno a tres días (Poehlman, 1986). Sin embargo en ocasiones, la floración femenina se presenta antes o al mismo tiempo que la masculina (Galicia y Celis, 1986).

Bajo condiciones favorables, todos los estigmas emergerán en un período aproximado de cuatro días; sin embargo, si se tiene un jilote mal desarrollado se atrasará su emergencia (Aldrich y Leng, 1974). Además de lo anterior,

Curtis (1980) señala que bajo condiciones calurosas acompañadas de sequía, la salida de los estilos se atrasará varios días, especialmente en líneas endocriadas.

El proceso de liberación del polen en una planta de maíz, puede durar una semana o prolongarse ligeramente; los estigmas crecen hasta ser polinizados y fertilizados, si esto no sucede continúan creciendo por 10 días o más (Duncan, 1980).

La polinización se ve afectada por condiciones ambientales y manejo durante el desarrollo de los progenitores; por lo tanto, las condiciones adversas tendrán importantes consecuencias sobre la producción de semilla híbrida.

Un estrés hídrico o una deficiencia de nutrientes puede repercutir en una pobre polinización y deficiente cuajado de semilla (Hanway, 1971). Por otra parte, Kuldip (1982) especifica que temperaturas mayores de 38°C especialmente bajo condiciones de estrés hídrico pueden ocasionar la muerte del polen y rápido marchitamiento de estigmas, causando una pobre polinización. Adicionalmente señala que temperaturas de 21 a 27°C son óptimas para prolongar la receptividad de los estigmas y dehiscencia del polen fértil, lo que permite una buena polinización y fecundación.

Sincronización de la Floración en la Producción de Semilla Híbrida

Los altos rendimientos en campos comerciales y en lotes para producción de semilla híbrida pueden ser logrados

mediante un buen manejo del cultivo. Sin embargo, en lotes para producción de semilla híbrida, a diferencia de los campos para producción de grano, el caso se torna mas difícil, debido a que se tienen dos genotipos, los cuales se deben conducir a una floración simultánea para una mejor producción de semilla.

Para la producción de semilla híbrida es importante conocer los días a floración masculina del macho y los días a floración femenina de la hembra (Cisneros, 1976). Además, Saldivar (1982) agrega que es necesario tener información de la rapidez de emergencia de cada progenitor.

Dentro del comportamiento de floración en la producción de semilla híbrida, es indispensable tener información sobre el efecto de los factores que modifican el tiempo a floración de los progenitores. Al respecto, Francis (1971) indica que la temperatura y el fotoperíodo juegan un papel importante en el desarrollo de la planta de maíz.

Los progenitores de sorgo híbrido sensibles al fotoperíodo pueden llegar a floración simultáneamente en una localidad, y sin embargo, pueden diferir al cambiarse a otra localidad o, simplemente, al sembrarse en diferente fecha al año siguiente en el mismo lugar (Saldivar, 1982).

En el caso del maíz, se le ha considerado como una especie de día neutral; sin embargo, se han encontrado respuestas a días cortos, aún en híbridos precoces (Major, 1980). Por otra parte, Francis (1971) reporta que el maíz es de día

corto, por lo que la presencia de días largos prolongará su ciclo vegetativo; además, menciona que hasta ahora existen híbridos y variedades insensibles al fotoperíodo.

Breuer *et al.* (1976) al evaluar el efecto de la temperatura y el fotoperíodo en cruzas simples de maíz, demostraron que el efecto de la temperatura sobre la floración es relativamente mas importante que el fotoperíodo. Razón por la cual, muchos investigadores han estudiado ampliamente la relación de la temperatura con el crecimiento y desarrollo de la planta.

Una aplicación del efecto de la temperatura sobre el desarrollo vegetal, ha sido mediante la medición de unidades calor o grados día de calor (Gilmore y Rogers, 1958). El número de unidades calor es un indicador usual para predecir la fecha de floración y maduración en diferentes cultivos, por lo que se ha utilizado en numerosos trabajos para varios fines, donde se ha contemplado su aplicación en la producción de semilla híbrida, para determinar la fecha de siembra de progenitores con diferente tiempo o floración (Graig, 1977; Wright, 1980 y Ruselle, *et al.*, 1984).

La sincronización de la floración de los progenitores es esencial para el óptimo amarre de semilla (Cloninger, *et al.*, 1974 y Wright, 1980), lo cual es usualmente obtenido cuando los estigmas son expuestos al polen por dos días después de la emergencia total (Graig, 1977).

Por otra parte, Covarrubias (Sin fecha) señala que al estar los estigmas completamente emergidos, por lo menos un tercio de las plantas polinizadoras deben estar produciendo polen. Para el caso del sorgo, Saldivar (1982) menciona que para una buena coincidencia, es necesario que el polinizador esté produciendo polen cuando el cinco por ciento de las flores femeninas esten expuestas.

Una falla en la coincidencia floral entre progenitores de maíz híbrido, puede reducir el número de granos planos (Airy, 1955); o bien ocasionar una deficiente o nula formación de semilla (Aldrich y Leng, 1974). El problema es todavía mas grave en lotes aislados inadecuadamente, ya que de acuerdo con Trybom *et al.* (1978), Sánchez (1985) y Poehlman (1986) al no haber buena coincidencia, el progenitor femenino estará expuesto a cualquier fuente de polen contaminante.

Cuando existe gran diferencial de floración entre los progenitores, Covarrubias (Sin fecha) señala que esta situación desalienta a los productores de semilla, por el grado de dificultad que encuentran al momento de la siembra del progenitor precoz, como es el caso de los progenitores del híbrido H-220, los cuales presentan un diferencial de 17 días. Al respecto Wright (1980) sugiere que los progenitores que difieren ampliamente en la floración deberían ser evitados en las combinaciones híbridas, siempre que sea posible, debido a que la producción de semilla resulta complicada, costosa e incosteable.

Alternativas para Adelantar la Floración en Progenitores de Híbridos

Actualmente existen una serie de prácticas especiales, tendientes a favorecer la floración simultánea; la mayoría de ellas están basadas en la experiencia práctica que ha sido acumulada por técnicos y productores de semilla a través de varios años.

Cuando se tiene una considerable diferencia a floración entre progenitores, lo más recomendable es sembrarlos en fechas diferentes, para propiciar la coincidencia de floración entre ambos (Graig, 1977, Curtis, 1980 y Wright, 1980). Después de las siembras diferenciales, el resto de las alternativas son poco aconsejables (Saldivar, 1982). Por esta razón, las demás prácticas tendientes a lograr la sincronización, generalmente se aplican cuando no ha sido posible realizar un adecuado diferencial de siembra o cuando a pesar de ello, las condiciones ambientales afectaron el desarrollo de los progenitores.

Debido a que existe poca literatura sobre este tema y dado que las prácticas de cultivo requeridas para producir semilla híbrida de maíz y sorgo son generalmente similares, se optó por reunir la información existente para ambas especies, en lo referente a la aplicación de prácticas agronómicas para acortar el tiempo a floración.

Agroquímicos

De acuerdo con Saldivar (1982) y Sánchez (1985), las aplicaciones foliares en altas dosis de fósforo, adelantan la floración de tres a cuatro días. Por su parte, Puente (1983) y Borjas (1985) recomiendan la utilización de 1.5 a 2.0 kg/ha de fósforo foliar para los mismos propósitos.

Los elementos menores, particularmente fierro y zinc, adelantan la floración (Sánchez, 1985); sin embargo, la respuesta será mayor entre más deficiente esté el suelo en estos elementos (Saldivar, 1982).

Se han probado varios reguladores de crecimiento, para este propósito, con resultados poco satisfactorios (Curtis, 1980); sin embargo, se siguen desarrollando productos químicos para ser aplicados directamente a la semilla, con el objeto de regular y estimular el crecimiento vegetal (MacFarlane, 1982).

Riegos

La suspensión del riego por un tiempo razonable provoca un adelanto de tres a cuatro días (Puente, 1983 y Borjas, 1985). Por su parte, Saldivar (1982) señala que se puede lograr hasta siete días de adelanto con esta práctica.

Cultivos

Los cultivos frecuentes pueden acelerar de uno a tres días la floración (Saldivar, 1982) y según Sánchez -

(1985) los adelantos pueden ser de tres a cuatro días. Por otra parte, Puente (1983) y Borjas (1985) mencionan que los cultivos que lastimen la raíz estimulan que la floración se acelere.

Densidad de Siembra

Puente (1983) y Borjas (1985) comentan que un 15 por ciento menos de la densidad normal de siembra, provoca un adelanto en la floración. Adicionalmente, Saldivar (1982) aclara que es posible lograr adelantos de tres a cuatro días al reducir la densidad de siembra.

Acolchado

Las cubiertas de plástico, utilizadas para promover la rápida germinación de uno de los progenitores de maíz, es un método usado exitosamente en Europa (Curtis, 1980), donde se ha logrado adelantar de seis a nueve días la emergencia de plántulas, al realizar el acolchado con materiales plásticos (Robledo y Martín, 1981).

Prehumedecimiento

Singh *et al.* (1984) observaron que al sembrar semilla de sorgo remojada, la floración se adelantó cuatro días. De esta manera, es posible sembrar simultáneamente, progenitores que difieran en floración, mediante el prehumedecimiento del progenitor tardío.

Mediante el uso de las prácticas anteriores, es posible modificar el tiempo a floración de los progenitores, - para la producción de semilla híbrida; sin embargo, cada progenitor puede tener una respuesta diferente a estas medidas (Sánchez, 1985).

Fertilización de Fósforo (P) en Maíz

En la producción de semilla híbrida es frecuente observar progenitores que difieren en menor o en mayor grado, en el tiempo a floración. Para solucionar este problema, el nitrógeno y el fósforo se han utilizado en varias ocasiones para sincronizar la floración entre ambos progenitores. Los elementos en cuestión manifiestan efectos opuestos, ya que las aplicaciones extras de nitrógeno retrasan la floración, mientras que las aplicaciones de fósforo la aceleran (Puente, 1983 y Borjas, 1985).

Efecto del P en la Planta

Aunque el P se absorbe durante toda la vida de la planta, el principio del ciclo constituye el período más crítico, razón por la cual la necesidad de P en los primeros estados es mayor que en los estados finales (Aldrich y Leng, 1974). Sin embargo, una deficiencia de P en los estados finales puede retrasar el tiempo a floración femenina (Larson y Hanway, 1977).

Debido a que el P interviene en muchos procesos vegetales básicos, es difícil una completa revisión de sus funciones (Wallingford, 1978) inclusive en lo referente a sus efectos sobre el adelanto a madurez, Darst (1978) señala que existe poca información publicada sobre el tema. Por lo anterior, y considerando nuestro objetivo, en este apartado se incluirán sólo algunas generalidades de los efectos del P sobre las plantas.

Wallingford (1978) afirma que el papel más importante del P es en el almacenamiento y transferencia de energía; dicha energía es utilizada para el crecimiento y para los procesos reproductivos de la planta. Su efecto en la planta se puede manifestar desde el crecimiento y desarrollo de raíces (Buckman y Brady, 1969) hasta el rendimiento de semilla o grano (Ellington, 1978).

Además de la función directa del P en el desarrollo radicular. Gates (1974) encontró que en alfalfa, el P estimuló una amplia masa de nódulos, promoviendo a la vez, una mejor simbiosis. De Mooy y Pesek (1966) encontró resultados similares en soya, al aplicar altos niveles de fósforo y potasio.

Darst (1978) y Dibb (1978) indican que este elemento aplicado cerca de la semilla al momento de la siembra, proporciona mayor vigor a las plántulas. Por lo anterior, el P estimulará un mejor y más rápido desarrollo vegetativo inicial (Garman, 1970 y Dibb, 1978).

a que la fotosíntesis y translocación se aceleran y de esta manera es más rápido su desarrollo, llenado y madurez del mismo.

Fertilización Foliar

La fertilización foliar es un medio para proporcionar nutrientes a la planta con la finalidad de que sean aprovechados en menor tiempo, con relación a las aplicaciones al suelo.

Withee y Carlson (1959) mencionan que en ocasiones se ha recurrido a la fertilización foliar cuando las condiciones físico-químicas del suelo impiden la absorción de ciertos nutrientes por las plantas.

Algunos investigadores como Withee y Carlson (1959) señalan las múltiples ventajas de las aplicaciones foliares de fertilizantes, cuando se usan para corregir deficiencias de microelementos. Aldrich y Leng (1974) mencionan que la fertilización foliar puede ser usada como una medida de urgencia en la corrección de deficiencias de microelementos, ya que se facilita su aplicación en forma foliar debido a que las cantidades requeridas son pequeñas.

Las aplicaciones realizadas al follaje son afectadas por factores inherentes al medio ambiente, como por ejemplo: luz, humedad relativa y temperatura (Gustafson, 1956 y Currier y Dybing, 1959); por factores inherentes a la sustancia aplicada, como lo son: tamaño del ion, solubilidad del

compuesto, pH de la solución, surfactantes y sustancias energéticas (Gustafson, 1956, Currier y Dybing, 1959 y Yamada *et al.* (1965); y por factores inherentes a la planta, tales como: cutícula de la hoja, número y tamaño de estomas y morfología y edad de la hoja (Currier y Dybing, 1959 y Yamada *et al.* 1965).

Koontz y Biddulph (1957) al referirse específicamente a la aplicación foliar de P enumeran los siguientes factores que afectan su absorción y translocación: agentes humectantes, concentración de P, superficie foliar, fuente utilizada, tiempo de absorción, tamaño del área asperjada, edad y posición de las hojas y nivel de P en la planta.

3. MATERIALES Y METODOS

Descripción del Area de Estudio

La presente investigación se llevó a cabo en Buena-
vista, Coahuila, en terrenos de la Universidad Autónoma Agra-
ria Antonio Narro (UAAAN), cuyas coordenadas geográficas son:
25°23' latitud norte y 101°03' longitud oeste. Este lugar
presenta una altura sobre el nivel del mar de 1743 m.

De acuerdo a la clasificación de Köppen, modificada
por García (1973), la fórmula climática correspondiente a
esta zona es: BWhw(x')(e), cuya simbología indica que es un
clima muy seco, semicálido, con invierno fresco, extremoso,
con lluvias en verano y precipitación invernal superior al
10 por ciento del total anual.

En una recopilación de datos climatológicos que -
abarca 16 años, Mendoza (1985) señala que este lugar presenta
una temperatura media anual de 19.8°C; una precipitación me-
dia anual de 298.5 mm, siendo el período de mayor precipita-
ción de junio a octubre, donde julio es el mes con lluvias
más abundantes; el valor medio de la humedad relativa es de
60 por ciento en el año, observándose un rango de 30 y 80 -
por ciento en el año, durante el año predominan los vientos
del sureste, ocurriendo los vientos más fuertes de febrero a
marzo.

El suelo donde se desarrolló el experimento corresponde a la unidad taxonómica: Feozem calcárico; fase sódica y textura media; dichas características se simbolizan como Hc - n/2 (Valdez, 1985). En el Cuadro 3.1 se muestran algunas características físico-químicas del suelo donde se realizó el experimento.

Cuadro 3.1. Algunas características físicas y químicas del suelo donde se realizó la evaluación (Modificado de Valdez, 1985).

Características	Profundidad (cm)	
	0-33	33-47
Textura	C ¹	Mr ²
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	2.8	2.0
Potencial hidrógeno (1:1)	7.9	8.1
Materia orgánica	4.5	3.2
Capacidad de intercambio catiónico total (meq/100 g)	12.0	14.5
Saturación de bases (%)	10.0	10.0
Contenido de fósforo (ppm)	0.5	2.2

¹ Franco

² Migajón arcilloso

Material Experimental

Los genotipos utilizados son las cruzas simples AN₂ x AN₁ y AN-76M x AN-53M, cuyas características se presentan en el Cuadro 3.2. Estas cruzas son los progenitores del -

híbrido doble AN-430 y en combinación con otros materiales forman parte de una serie de híbridos comerciales generados por el Instituto Mexicano del Maíz (IMM) dependiente de la UAAAN (Bolaños, 1986).

Cuadro 3.2. Algunas características morfológicas de las cru^zas AN₂ x AN₁ y AN-76M x AN-53M.

Características	AN ₂ x AN ₁	AN-76M x AN-53M
Ciclo vegetativo	Intermedio	Tardío
Porte	Normal	Enano
Hojas	Normales	Erectas
	Anchas	Angostas
	Verde claro	Verde oscuro

El producto químico utilizado como fuente de fósforo presenta la fórmula 21-54-00, el cual es el más utilizado - por la industria semillera; además, se agregó un surfactante a la solución, la cual se aplicó por medio de una bomba ma - nual de 15 litros de capacidad.

Tratamientos y Diseño Experimental

Las aplicaciones se realizaron al follaje, cuando la parcela presentó un promedio de ocho y 10 hojas completa- mente emergidas. De esta manera, los tratamientos en cada genotipo resultaron de la combinación de dos factores: eta- pa de aplicación y dosis del nutriente foliar, con tres -

niveles en cada factor y además, un tratamiento testigo por cada genotipo (Cuadro 3.3).

De manera visual se estimó una tendencia de mayor fertilidad del suelo, hacia la parte baja del terreno, por lo que se estratificó en bloques en forma perpendicular a la pendiente, con la finalidad de corregir, o reducir el efecto de la heterogeneidad del suelo sobre los tratamientos en estudio. Por consiguiente, cada genotipo quedó establecido bajo un diseño en bloques al azar, en un arreglo factorial con un tratamiento testigo, en cuatro repeticiones.

Las parcelas experimentales constaron de cuatro surcos de cinco metros de largo y 0.8 m de ancho, tomando los dos surcos centrales como parcela útil, con una población aproximada de 40 plantas. Dentro de cada parcela útil se etiquetaron cinco plantas con competencia lineal completa, con el propósito de llevar un seguimiento del crecimiento y desarrollo para la caracterización de cada parcela.

Establecimiento y Manejo del Cultivo

La preparación del terreno se hizo a finales del mes de abril, la cual consistió de un barbecho a 35 cm de profundidad aproximadamente; se realizaron dos pasos de rastra y se emparejó adecuadamente el terreno.

La fertilización al suelo fue en base a la fórmula 140-80-00; posteriormente, se regó y se esperó un tiempo razonable para sembrar en tierra venida en la primer quincena del mes de mayo de 1988.

Cuadro 3.3. Descripción de los tratamientos en estudio

Genotipo	Etapa de aplicación (N° de hojas ¹)	Dosis del nutriente foliar (kg/ha)
		1
	8	2
		3
		1
AN ₂ x AN ₁	10	2
		3
		1
	8 + 10	2
		3
		1
	8	2
		3
		1
AN-76M x AN-53M	10	2
		3
		1
	8 + 10	2
		3

¹ Se consideraron hojas completamente emergidas en base al criterio de Hanway (1963).

Cuando las plantas presentaron un promedio de seis hojas, se realizó un aclareo con el fin de tener una media de cinco plantas por metro lineal, de esta manera se tuvo una población aproximada de 62,500 plantas por hectárea.

Dado que se registraron lluvias frecuentes en los meses de julio a agosto de 1988, solamente se aplicaron dos riegos de auxilio en las etapas iniciales del cultivo.

Durante los primeros 40 días después de la emergencia, se realizaron dos cultivos a fin de remover el suelo y eliminar algunas malezas. También se llevó a cabo un control manual de malezas como complemento de la labor de cultivo.

Durante el desarrollo del cultivo se presentaron infestaciones de gusano cogollero, gusano elotero y pulgón. Para el control del gusano cogollero se hicieron cuatro aplicaciones, donde se utilizaron alternadamente dos insecticidas; contra el gusano elotero se realizó una aplicación durante el inicio de floración femenina; antes de floración se llevó a cabo una aplicación para controlar pulgones.

Procedimiento de la Toma de Datos

Avance del Desarrollo de Hojas

Mediante observaciones realizadas cada 48 horas, en las plantas previamente etiquetadas, se llevó a cabo un registro del avance de la emisión de hojas completamente emergidas, considerándose todas aquellas hojas que presentaran

su lígula totalmente visible (Hanway, 1963). Este procedimiento se efectuó desde que las plantas mostraban un promedio de siete hojas hasta que se observó un promedio de 15 hojas.

De los datos del avance foliar se determinaron los días transcurridos desde la siembra a la aparición de 11, 13 y 15 hojas (etapas foliares) para evaluar el posible efecto del nutriente sobre el desarrollo vegetativo de la planta. Se decidió evaluar dichas etapas, considerando que en ese momento ya había transcurrido el tiempo suficiente para detectar el efecto de las aplicaciones foliares.

Avance de Floración Masculina y Femenina

El avance de floración masculina de la cruz $AN_2 \times AN_1$ se registró en cada una de las cinco plantas donde se llevó con anterioridad el conteo de hojas. El criterio usado para tomar este dato fue mediante apreciación visual del avance porcentual de la liberación de polen, en las espigas de las plantas ya mencionadas. Para el registro del avance de floración femenina en la cruz $AN-76M \times AN-53M$ se siguió un procedimiento similar al anterior. Ambas floraciones se contabilizaron cada 48 horas.

Las cruces $AN_2 \times AN_1$ y $AN-76M \times AN-53M$ son el progenitor masculino y femenino, respectivamente, del híbrido - - $AN-430R$, por lo que solamente se consideró la floración de interés de cada uno.

Análisis Estadístico de los Resultados

Días a Etapas Foliaras

Se realizó un análisis de varianza individual de los días a cada una de las etapas foliaras (11, 13 y 15 hojas), bajo un diseño de bloques al azar en un arreglo bifactorial con un tratamiento testigo. El modelo estadístico correspondiente a este diseño es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \gamma_k + \beta_l + \xi_{ijkl}$$

donde:

Y_{ijkl} = total de los días a la etapa foliar

μ = media general de los días a la etapa foliar

α_i = efecto de etapas de aplicación

β_j = efecto de dosis del nutriente foliar

$\alpha\beta_{ij}$ = efecto combinado de etapas de aplicación-dosis

γ_k = efecto del tratamiento testigo

β_l = efecto de bloques

ξ_{ijkl} = efecto del error aleatorio

Después de efectuado el análisis de varianza de los datos de esta variable se realizó mediante la prueba de t-student ($P \leq 0.5$), la comparación de medias entre el testigo y los tratamientos, con la finalidad de observar las diferencias en el número de días al desarrollo de hojas en cada tratamiento con respecto al testigo.

Para realizar la comparación de medias dentro de etapas de aplicación, dosis y efectos combinatorios se aplicó la prueba de Duncan ($P \leq .05$), realizando los ajustes necesarios respecto al número de observaciones provenientes de los diferentes totales.

Días a Floración Masculina y Femenina

Del por ciento de floración promedio de las cinco plantas de cada parcela se estimó el avance de floración por parcela, de donde se calculó, por medio de regresión lineal simple, los días transcurridos desde la siembra al 50 por ciento de floración en cada uno de los tratamientos.

Obtenido el número de días al 50 por ciento de floración, se realizó un análisis de varianza individual para floración masculina y femenina de la cruz $AN_2 \times AN_1$ y $AN-76M \times AN-53M$, respectivamente. Esta información se analizó en forma similar a los días a etapas foliares; por lo tanto, el modelo estadístico fue el mismo.

Posteriormente al análisis de varianza de los días a floración se realizaron las correspondientes pruebas de medias entre testigo y tratamientos, entre efectos simples y efectos combinatorios, donde se siguió el mismo procedimiento usado para la comparación de medias de los días a etapas foliares.

En base a los días requeridos desde la siembra hasta la fecha en que se presentó el 50 por ciento de floración de

ambos genotipos, se cuantificaron las unidades calor acumuladas en este período, con el propósito de hacer una comparación numérica entre unidades calor y los días requeridos a floración. Para este propósito se utilizó la ecuación propuesta por Gilmore y Rogers (1958), la cual es:

$$[(\text{Temperatura máxima diaria} + \text{Temperatura mínima diaria}) + 2] - 10^{\circ}\text{C}$$

Atendiendo lo consignado por Cross y Zuber (1972) se consideraron sólo las temperaturas registradas entre 10 y 30°C durante la estación de crecimiento.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Para el desarrollo de este capítulo, inicialmente se considera la cruza AN₂ x AN₁ y en segundo lugar la cruza - AN-76M x AN-53M. De cada cruza, primero se incluyen los resultados de los días a etapas foliares y posteriormente se hace mención de los días a floración; para cada variable se explica el análisis de varianza, pruebas de medias y análisis de correlación; después de la explicación de los resultados, de cada genotipo se comentan algunos factores que posiblemente influyeron en el efecto del fertilizante foliar; y finalmente, se hace mención de las unidades calor estimadas para ambos materiales.

Efecto del Fertilizante Fosforado Sobre los Días a Etapas Foliares de la Cruza AN₂ x AN₁

Al observar el tiempo promedio requerido a las etapas foliares en los tratamientos de la cruza AN₂ x AN₁ (Figura 4.1) se aprecia en la mayoría de los casos, mayor precosidad en los tratamientos con respecto al testigo. Asimismo, en la Figura 4.2 se hace una comparación general entre el testigo y los tratamientos, donde se nota un adelanto en los tratamientos. Sin embargo, el análisis de varianza (Cuadro 4.1) nos indica que estas diferencias no son significativas en lo referente a los tratamientos contra el -

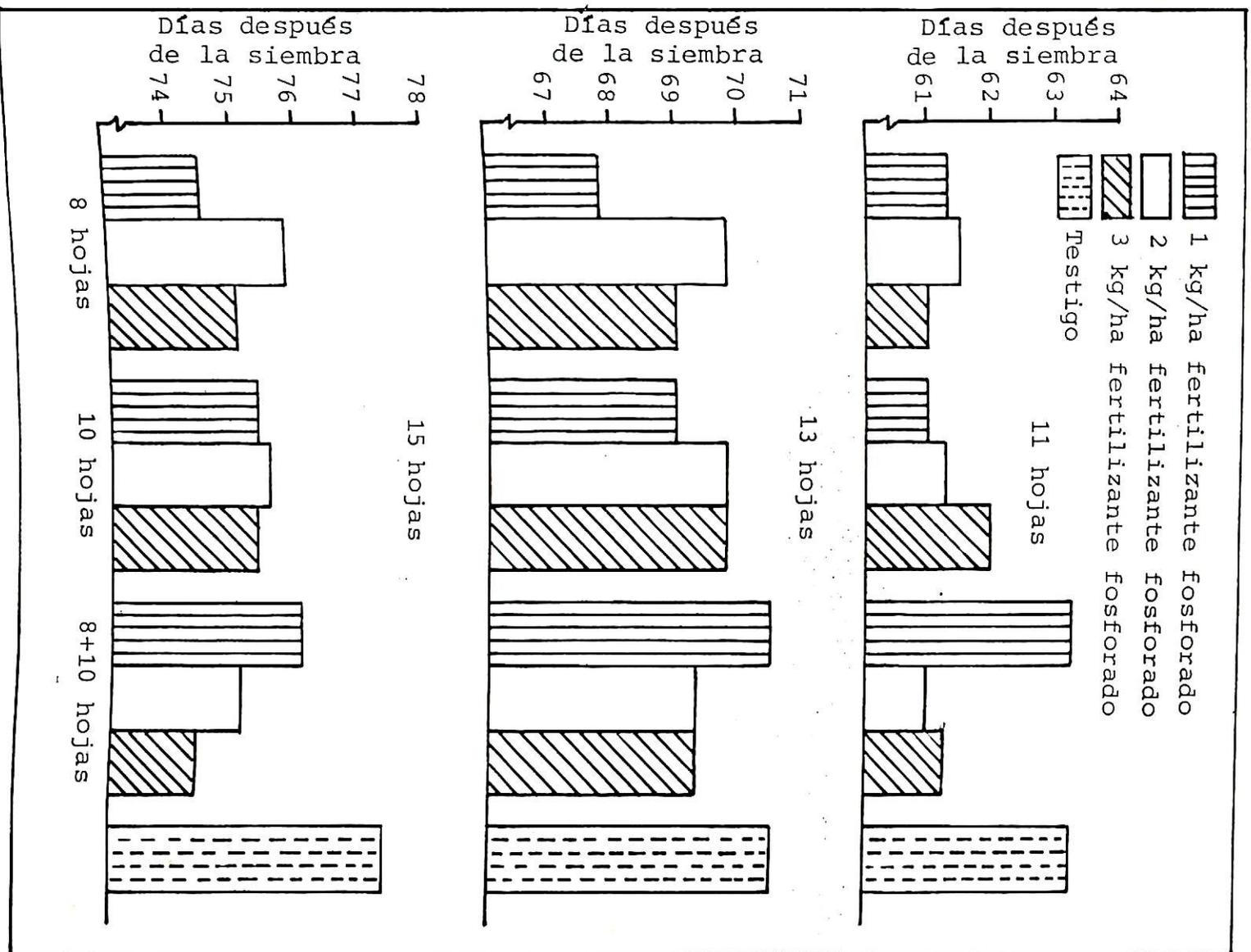


Figura 4.1 Efecto del fertilizante fosforado sobre el tiempo a etapas foliares de la cruz - AN2 x AN1.

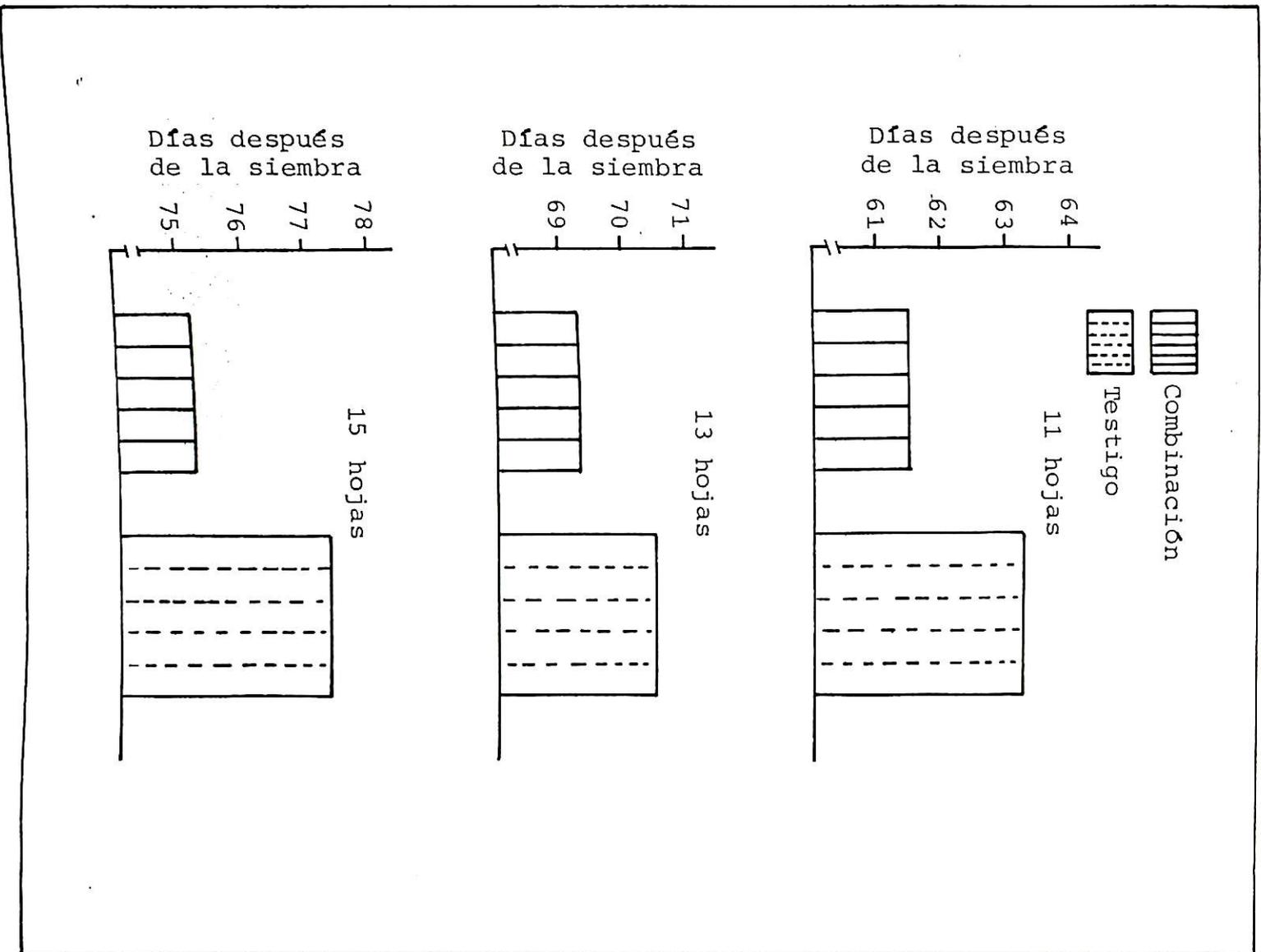


Figura 4.2 Comparación del tiempo a etapas foliares de la cruz AN2 x AN1 bajo la combinación de los tratamientos contra el testigo.

Cuadro 4.1. Cuadrados medios del análisis de varianza de los días a etapas foliares de la cruz $AN_2 \times AN_1$ bajo la aplicación de nueve tratamientos

Fuentes de variación	Etapas foliares		
	11	13	15
Bloques	13.814 *	26.592 **	20.925 *
Combinaciones vs testigo	11.025	4.900	15.625
Etapa de aplicación	1.083	2.333	0.250
Dosis de fertilizante	1.083	0.750	1.083
Etapa por dosis	3.167	3.093	1.813
Error experimental	5.085	4.693	6.628
C.V. (%)	3.615	3.098	3.370

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

testigo y de igual manera para el efecto de etapas de aplicación, dosis de aplicación y efecto combinatorio de etapa por dosis.

Solamente se detectaron diferencias significativas entre repeticiones en el tiempo a 11 hojas y diferencias altamente significativas en el tiempo a 13 y 15 hojas. Lo anterior, corrobora la existencia de un gradiente de fertilidad natural del terreno, ya que se tuvo un menor tiempo a las etapas foliares en la parte baja del mismo. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Dungan y Gausman (1951) quienes mencionan que cuando se dispone de una fertilización balanceada u óptima, las plantas presentarán un adelanto en su desarrollo, con respecto a las que dispongan de un nivel subóptimo de fertilidad.

Las comparaciones de medias de los días a etapas foliares para efectos simples y combinatorios nos reportan diferencias no significativas, como puede apreciarse en el Cuadro 4.2.

Al observar las medias de los efectos de etapas de aplicación (Cuadro 4.2) se contempla una tendencia a disminuir el tiempo a cada una de las etapas foliares, cuando las aplicaciones se realizaron en la etapa de ocho hojas; en cambio, el efecto de las aplicaciones en la etapa de 10 hojas se ve ligeramente menor, comparado con el efecto de las aplicaciones en ocho hojas. Estos resultados quizás se deban a que en la etapa de ocho hojas hay un rápido crecimiento de hojas (Hanway, 1963) por lo que se presenta, en

Cuadro 4.2. Comparación de medias de efectos simples y combinados sobre los días a etapas foliares de la cruza AN₂ x AN₁ bajo la aplicación de nueve tratamientos

Etapas foliares (N° hojas)	Etapas de aplicación (N° hojas)	Dosis de fertilizante (kg/ha)	Etapa por dosis					
			8 hojas	10 hojas	8 + 10 hojas			
11	8	61.25	1	61.25	1	61.00	1	63.25
	10	61.41	2	61.50	2	61.25	2	61.00
	8 + 10	61.83	3	61.00	3	62.00	3	61.25
		0.9681		-0.7010				
13	8	68.83	1	67.75	1	69.80	1	70.50
	10	69.50	2	69.75	2	69.75	2	69.25
	8 + 10	69.66	3	69.00	3	69.75	3	69.25
		0.9424		0.5000				
15	8	75.08	1	74.50	1	75.25	1	76.00
	10	75.33	2	75.41	2	75.50	2	75.00
	8 + 10	75.08	3	74.83	3	75.25	3	74.25
		0.0034		-0.7010				

este momento una gran actividad metabólica, la cual puede ser favorecida por el efecto del fósforo, ya que según Buckman y Brady (1969) este elemento tiene un efecto favorable sobre el crecimiento vegetativo.

Analizando los efectos del factor etapas de aplicación (Cuadro 4.2) se indica cierta tendencia a disminuir el tiempo a las etapas foliares a medida que las aplicaciones se hicieron en una etapa más temprana. El análisis de correlación (Cuadro 4.2) nos confirma lo anterior, donde se aprecian correlaciones positivas en las tres etapas foliares con relación a las etapas de aplicación.

En el caso del factor dosis (Cuadro 4.2) no se nota una clara relación de los resultados; sin embargo, apoyándonos en el análisis de correlación podemos establecer que existe una reducción del tiempo a las etapas de 11 y 15 hojas al aumentar la dosis, ya que dicho análisis reporta correlaciones negativas al incrementar la dosis del fertilizante foliar.

Al analizar el efecto de la combinación de etapa de aplicación por dosis (Cuadro 4.2) se observa un menor tiempo a 11, 13 y 15 hojas bajo las combinaciones: ocho hojas x tres kilogramos, 10 hojas x un kilogramo, ocho hojas + 10 hojas x dos kilogramos; ocho hojas x un kilogramo y ocho hojas + 10 hojas x tres kilogramos, respectivamente, observándose en esta última, sólo una ligera diferencia con la combinación ocho hojas x un kilogramo.

Efecto del Fertilizante Fosforado Sobre los Días a
Floración Masculina de la Cruza AN₂ x AN₁

En la mayoría de los tratamientos se mostró una disminución del tiempo a floración con respecto al tratamiento testigo, apreciándose una diferencia máxima de aproximadamente dos días de precocidad (Figura 4.3). También entre la combinación de los tratamientos y el testigo se observa la diferencia en precocidad (Figura 4.4).

Según el análisis estadístico (Cuadro 4.3) los adelantos de floración no fueron significativos al compararse los tratamientos y el testigo y de igual manera sucedió para efectos simples y combinatorios. Únicamente en el efecto de bloques se detectó una diferencia altamente significativa, que es atribuible al gradiente de fertilidad que aumenta en sentido de la pendiente, lo cual es congruente con lo reportado por Graig (1977) y Trybom *et al.* (1978) quienes indican que las diferencias en fertilidad del suelo provocan diferencias en el tiempo a floración, ocurriendo primero en suelos mejor fertilizados.

Dado que los análisis estadísticos no revelan diferencias significativas en las medias de efectos simples y combinatorios, en el Cuadro 4.4 sólo se hace una presentación de las mismas.

En los niveles del factor etapas de aplicación (Cuadro 4.4) se manifiesta una disminución del tiempo a floración al realizar las aplicaciones en las etapas de 10 hojas

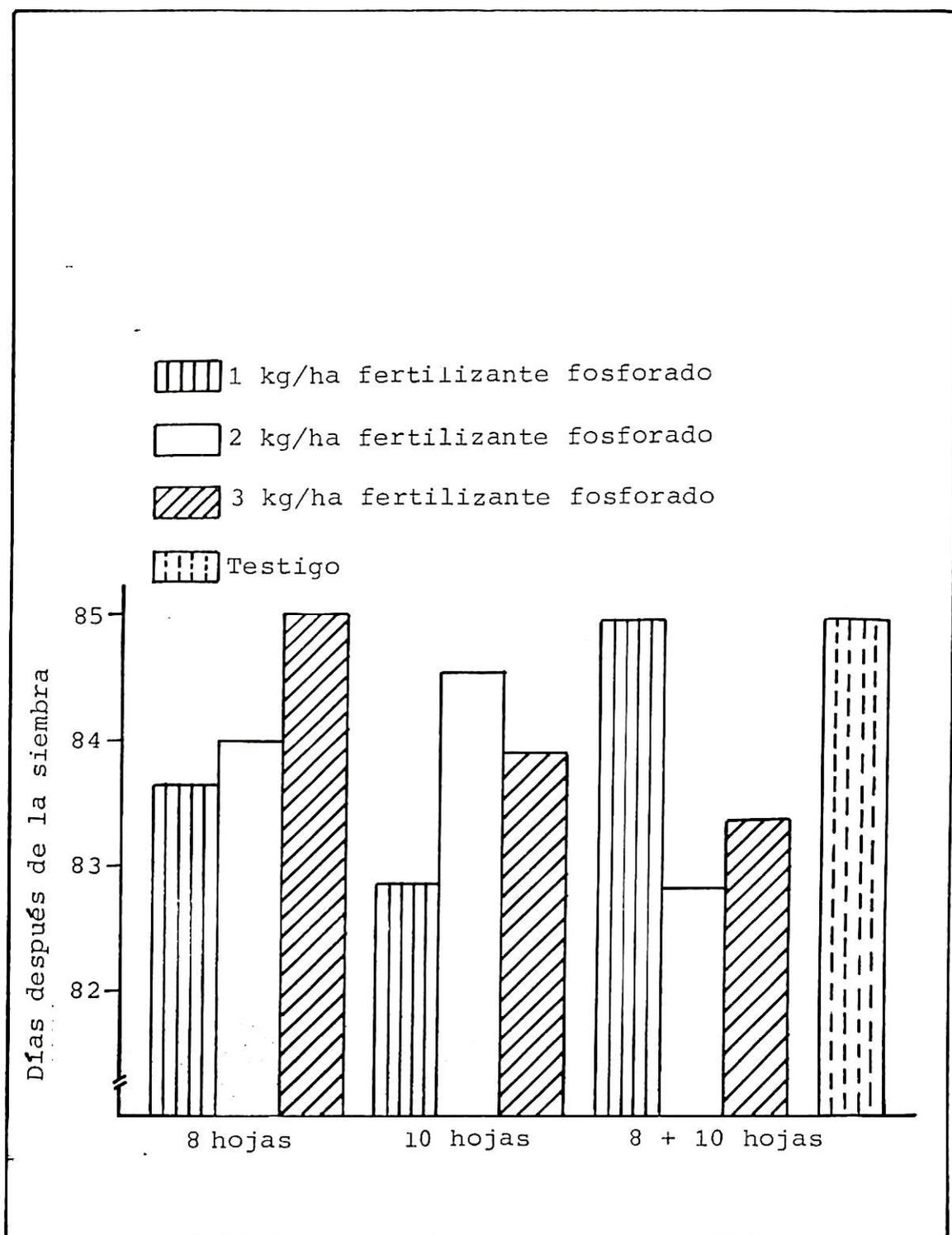


Figura 4.3 Efecto del fertilizante fosforado sobre el tiempo a floración masculina de la cruz $AN_2 \times AN_1$.

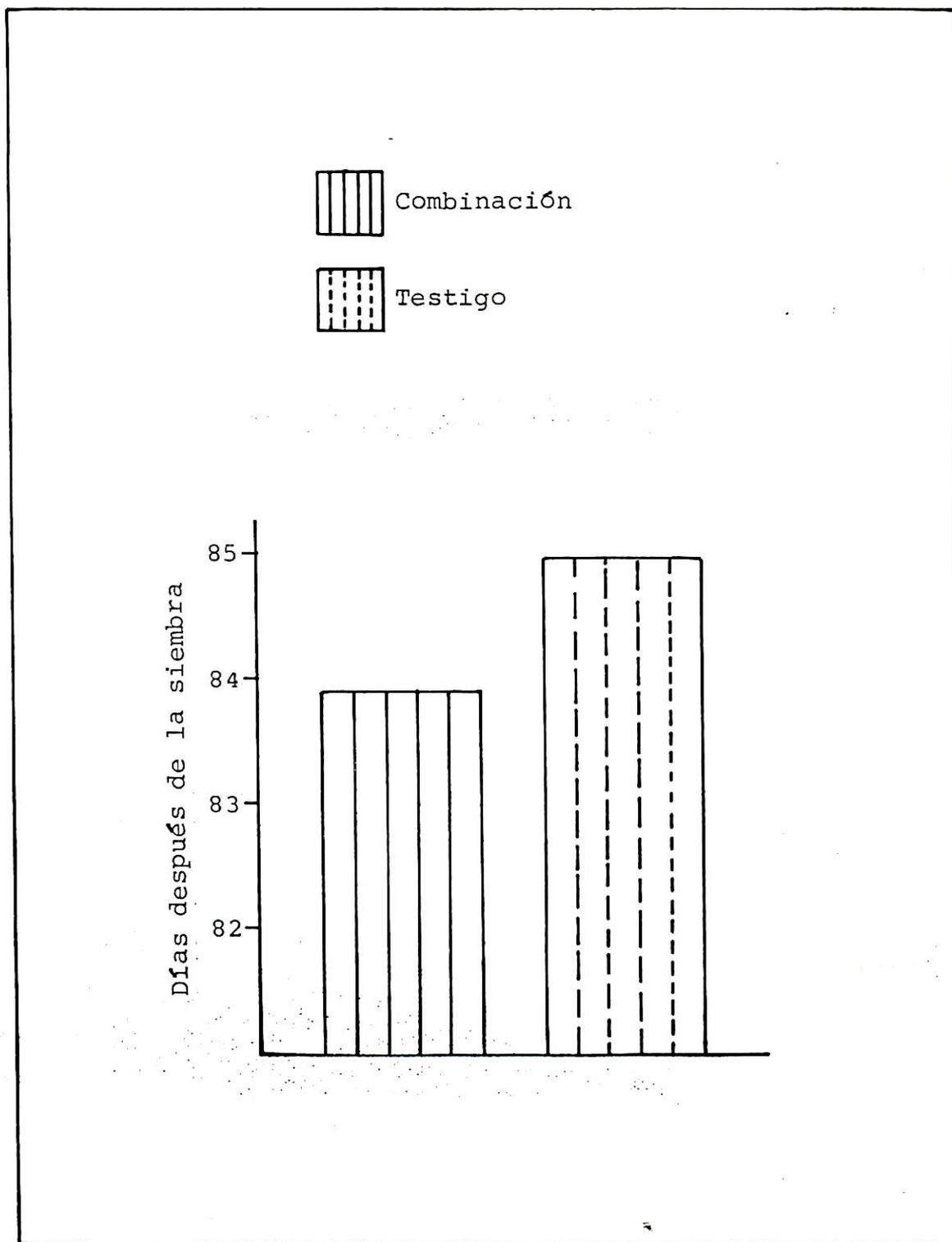


Figura 4.4 Comparación del tiempo a floración masculina de la cruz $AN_2 \times AN_1$ bajo la combinación de los tratamientos contra el testigo.

Cuadro 4.3. Cuadrados medios del análisis de varianza de los días a floración masculina de la cruza - AN₂ x AN₁ bajo la aplicación de nueve tratamientos

Fuentes de variación	g.l.	Días a flor σ
Bloques	3	19.94 **
Combinación vs. Testigo	1	3.95
Etapa de aplicación	2	0.97
Dosis de fertilizante	2	0.35
Etapa por dosis	4	4.82
Error experimental	27	2.63

C.V. (%) = 1.92

** significativo al .01 de probabilidad

Cuadro 4.4. Comparación de medias de efectos simples y combinados sobre los días a floración masculina de la cruz AN₂ x AN₁ bajo la aplicación de nueve tratamientos

Etapas de aplicación (N° hojas)		Dosis de fertilizante (kg/ha)		Etapa de aplicación por dosis de fertilizante		
8	84.24	1	83.23	8	1	83.66
10	83.78	2	83.79	8	2	84.00
8 + 10	83.71	3	84.10	8	3	85.05
	(-0.9213)		(0.8006)			
				10	1	82.87
				10	2	84.56
				10	3	83.90
				8 + 10	1	84.96
				8 + 10	2	82.82
				8 + 10	3	83.36

y ocho + 10 hojas. Según Hanway (1971) en la etapa de 10 hojas es cuando se presenta una rápida absorción del fósforo y se inicia un rápido crecimiento de la espiga; por lo tanto, se podría pensar que esta fue la razón para que la floración se acelerara. Por otra parte, se observó un mayor tiempo a floración bajo las aplicaciones en al^a etapa de ocho hojas; por lo tanto, se indica una tendencia a disminuir el tiempo a floración cuando el fertilizante foliar es aplicado en un estado mas avanzado, dicha apreciación es verificada por el análisis de correlación (Cuadro 4.4) donde se obtuvo un valor negativo al correlacionar las etapas de aplicación con el tiempo a floración.

Los resultados anteriores discrepan con los obtenidos en la evaluación de los días a etapas foliares, ya que en ese caso las aplicaciones en ocho hojas reportaron el menor tiempo para que se presentaran dichas etapas (Cuadro 4.2).

Con relación al factor dosis de aplicación, se observaron resultados similares al utilizar uno y dos kilogramos de fertilizante, apreciándose un mayor tiempo a floración con dosis de tres kilogramos, por lo que se muestra una tendencia no significativa de aumentar el tiempo a floración al incrementar la dosis, apreciación que es probada por el valor positivo del coeficiente de correlación (Cuadro 4.4).

En las medias del efecto dosis por etapas de aplicación (Cuadro 4.4) se observó que el adelanto de floración fue mayor bajo la combinación ocho hojas + 10 hojas x dos

kilogramos, lo cual es congruente con los resultados obtenidos en cada factor; o sea que en el factor dosis, el mejor nivel fue de dos kilogramos y en el factor etapas, el mejor fue ocho hojas + 10 hojas. Quizás al aplicar en ocho hojas más 10 hojas el efecto sea debido principalmente a la segunda aplicación (10 hojas) por las características de la etapa, según Hanway (1971).

Con la finalidad de observar la relación de los días a etapas foliares y los días a floración de los tratamientos se llevó a cabo un análisis de correlación entre estas dos variables (Cuadro 4.5), donde se encontraron valores no significativos, pero que nos señalan en forma general, que el tiempo a floración está correlacionado positivamente con el tiempo al desarrollo de las etapas foliares. Por lo tanto, se puede mencionar que el fósforo estimuló tanto el desarrollo vegetativo como el reproductivo, lo que es congruente con lo reportado por Wallingford (1978) y Buckman y Brady (1969).

Cuadro 4.5. Correlación entre días a etapas foliares y días a floración masculina de la cruz AN₂ x AN₁

Etapas foliares (N° de hojas)	%
	floración
11	0.4906
13	0.4033
15	0.4650

Como pudo observarse en la mayoría de los casos no se detectaron adelantos significativos en los días a etapas foliares y días a floración; razón por la cual a continuación se mencionan algunos factores que pudieron haber influido en el efecto del producto sobre los días a floración de la cruz $AN_2 \times AN_1$.

Una de las explicaciones puede estar apoyada por la influencia que tienen una serie de factores sobre las aplicaciones al follaje, tales como: factores inherentes a la planta (Currier y Dybing, 1959 y Yamada *et al.*, 1965), factores inherentes a la substancia aplicada (Gustafson, 1956; Currier y Dybing, 1959 y Yamada *et al.*, 1965) y factores inherentes al medio ambiente (Gustafson, 1956 y Currier y Dybing, 1959). La diversidad de estos factores hace difícil determinar cuál de ellos influyó conjuntamente con el producto aplicado. Sin embargo, aún sabiendo que son muchos los factores que afectaron los resultados, es de interés tratar de explicar algunos de estos factores de los cuales se tuvo la oportunidad de observar más de cerca durante la conducción del experimento.

Una situación que nos explica lo obtenido, es con relación a las etapas de la planta en las cuales se aplicó el producto. Al respecto Sánchez (1985) menciona que cualquier medida de auxilio es más efectiva si se aplica antes del inicio del estado reproductivo de la planta. En el presente trabajo, las aplicaciones se efectuaron en las etapas de ocho y 10 hojas, momento en el cual ya se había iniciado el estado reproductivo, según Hanway (1971).

Respecto a las dosis aplicadas, podemos señalar que la cantidad del producto quizás no fue suficiente para lograr un mayor efecto sobre la floración, lo cual es congruente con lo reportado por Neumann *et al.* (1981) quienes al referirse al efecto de la fertilización foliar de N, P, K y S sobre el rendimiento de maíz, señalan que dosis muy bajas no aseguran la penetración de la suficiente cantidad del producto para lograr efectos positivos. Esto concuerda con lo expresado por Mázliak (1976) quien afirma que la nutrición mineral por medio del follaje no es conveniente para los elementos principales. En cambio, la aplicación de oligoelementos se adecua muy bien a la aplicación foliar, por requerirse en cantidades muy pequeñas y son absorbidas eficientemente (Aldrich y Leng, 1974).

Según Currier y Dybing (1959) en algunos casos se han obtenido resultados nulos e inclusive detrimentales con el uso de surfactantes, asumiendo esto a una posible incompatibilidad entre el surfactante y el fertilizante foliar. Por lo tanto, el efecto del surfactante utilizado posiblemente influyó para que las hojas no absorbieran adecuadamente el producto.

También Swanson y Whitney (1953) reportan efectos contradictorios de los surfactantes al encontrar una reducción del 90 por ciento en la translocación del P^{32} cuando se usó Tween-80 en la solución aplicada al follaje. Neumann *et al.* (1981) al utilizar este mismo producto observaron que la solución permaneció en forma de gotas sobre el -

follaje y no se dispersó adecuadamente como sucedió al utilizar otro surfactante.

Debido a que durante las aplicaciones se registraron fuertes vientos fue necesario asperjar por las tardes, cuando se tenían vientos mas lentos, pero aún así, este factor pudo haber afectado la permanencia y absorción del producto por las hojas. Adicionalmente, es posible que la solución no haya tenido el tiempo necesario para ser absorbida, ya que según Currier y Dybing (1959) la luz estimula la apertura de los estomas y la oscuridad impide su apertura, por lo tanto, el cierre de los estomas tal vez impidió parcialmente la absorción de la solución.

La humedad del suelo provocada por las frecuentes lluvias ocurridas durante el ciclo de crecimiento del cultivo (Figura 4.5) quizás también influyó sobre el efecto obtenido, ya que algunos autores como Borjas (1985) y Sánchez (1985) expresan que los riegos abundantes y/o frecuentes provocan un retraso en la floración. Además, algunas veces después de las aplicaciones se presentaron lluvias, que según Rojas y Rovalo (1985) pudieron provocar el lavado de la solución asperjada.

Efecto del Fertilizante Fosforado Sobre los Días a Etapas Foliarés de la Cruza AN-76M x AN-53M

El promedio de los días requeridos para la aparición de las etapas foliares en cada tratamiento se muestra en la Figura 4.6 donde se observa, en la mayoría de los - -

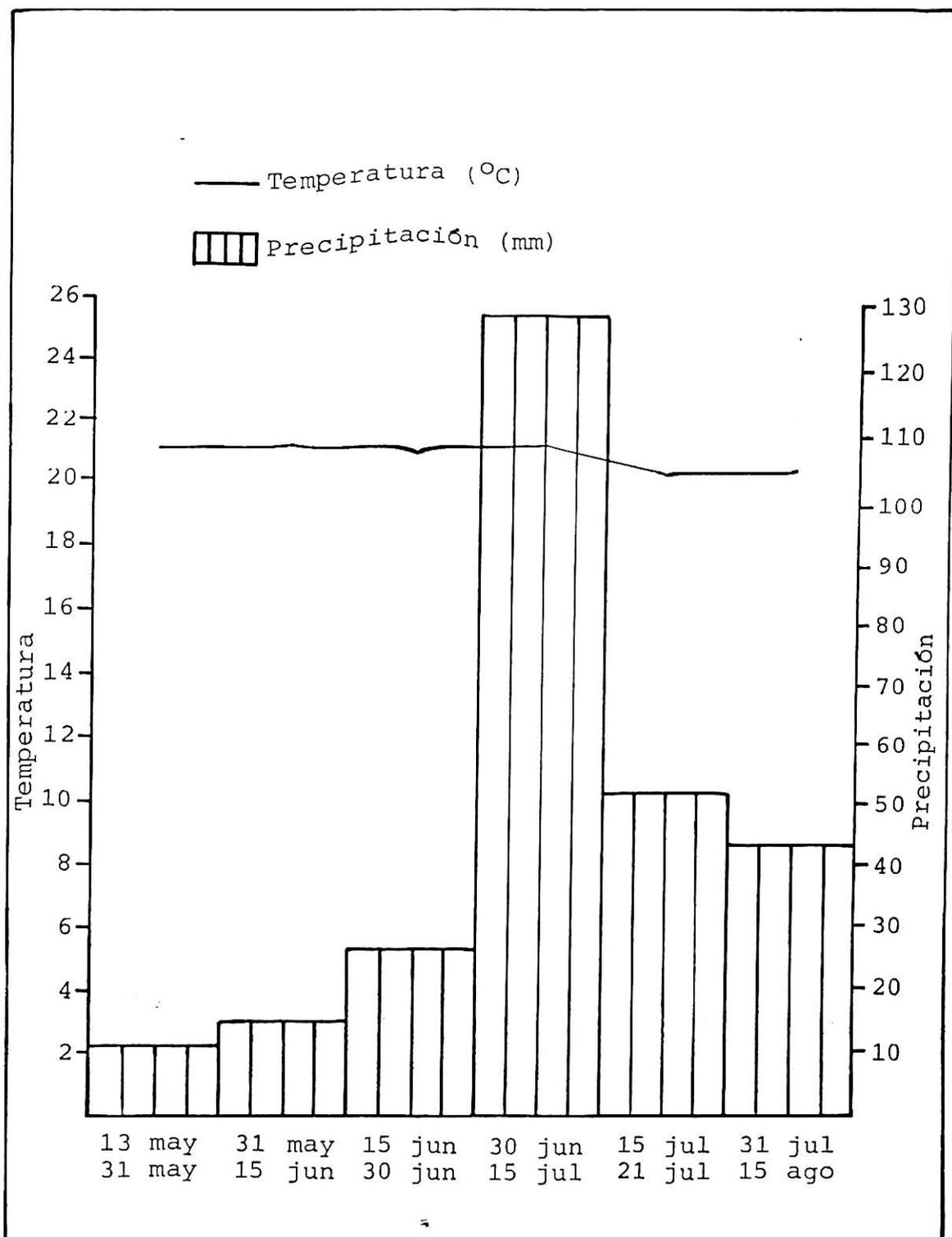


Figura 4.5 Distribución promedio de la precipitación y la temperatura durante el ciclo del cultivo. (Fuente: Estación Climatológica de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos en Buenavista, Coahuila).

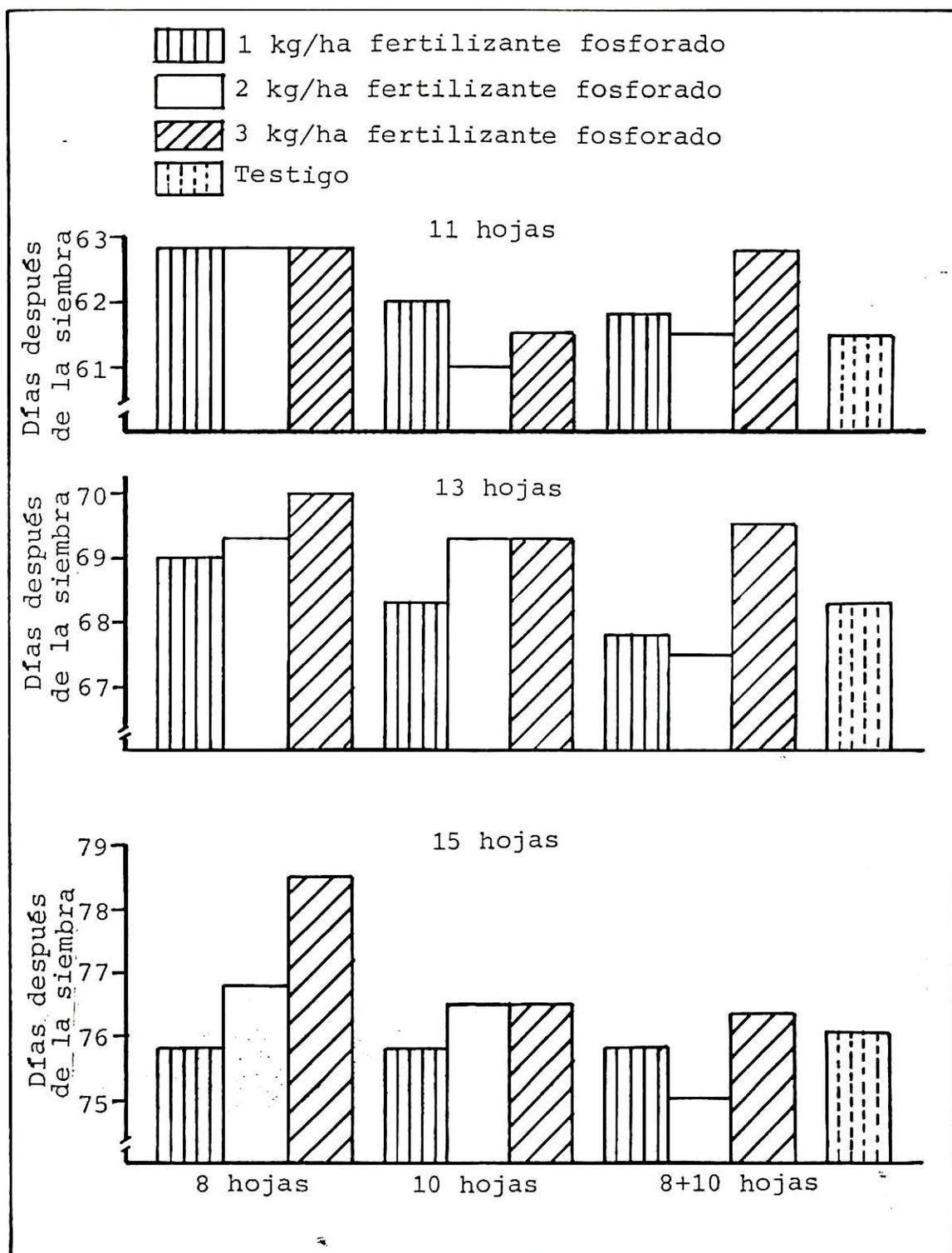


Figura 4.6 Efecto del fertilizante fosforado sobre el tiempo a etapas foliares de la cruz AN-76 MxAN-53M.

tratamientos, un mayor tiempo a dichas etapas con respecto al testigo. Adicionalmente en la Figura 4.7 se hace una comparación del promedio general del efecto de los tratamientos contra el testigo, donde se aprecia también un mayor tiempo a 11, 13 y 15 hojas en las plantas tratadas. Estos resultados se contraponen a los encontrados en la -
cruza $AN_2 \times AN_1$, donde se observaron reducciones en el tiempo para que se presentaran las etapas foliares en las plantas tratadas (Figura 4.1).

El resultado del análisis de varianza (Cuadro 4.6) no detectó diferencias significativas al comparar el testigo contra las combinaciones, y de igual manera para efectos simples y combinados; únicamente se manifestaron diferencias altamente significativas para repeticiones, lo cual es consecuencia del gradiente de fertilidad ocasionado por la pendiente del terreno.

En el Cuadro 4.7 se muestran las medias de los efectos simples y combinados, únicamente a manera de presentación de las mismas. En dicho cuadro se observa que las aplicaciones en la etapa de ocho hojas provocaron un mayor retraso a la emisión de 11, 13 y 15 hojas; en cambio, en los niveles de 10 hojas y ocho hojas + 10 hojas se aprecia un menor tiempo a las etapas foliares.

Al correlacionar etapas de aplicación con los días a etapas foliares (Cuadro 4.7) se detectó un coeficiente negativo, lo cual indica que a medida que las aplicaciones se hacen en un estado mas avanzado se disminuye el tiempo a

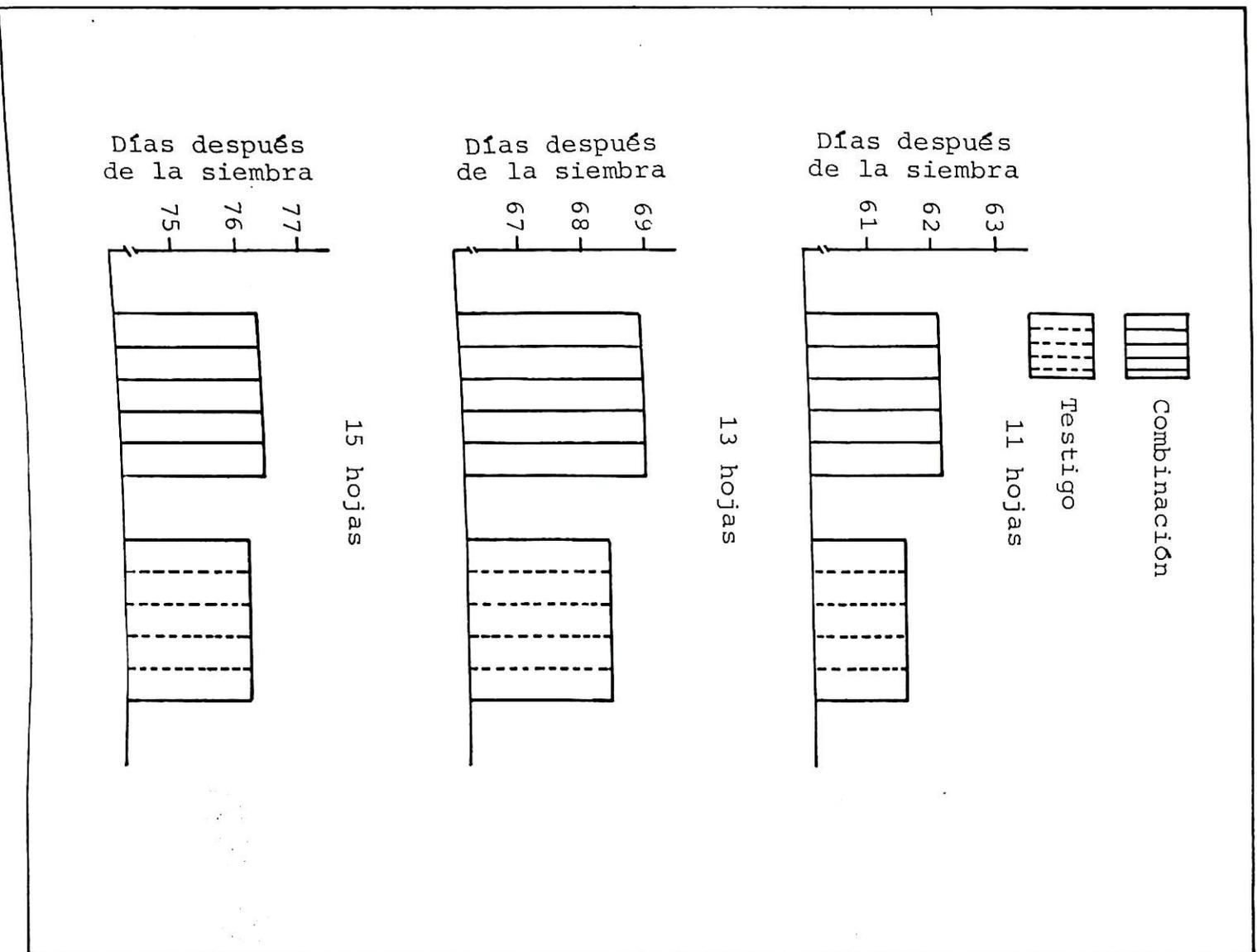


Figura 4.7 Comparación del tiempo a etapas foliares de la cruz AN-76MxAN-53M bajo la combinación de tratamientos contra el testigo.

Cuadro 4.6. Cuadrados medios del análisis de varianza de los días a etapas foliares de la cruza AN-76M x AN-53M bajo la aplicación de nueve tratamientos

Fuentes de variación	Etapas foliares		
	11	13	15
Bloques	14.027 **	32.842 **	73.731 **
Combinación vs. testigo	1.225	1.344	0.336
Etapas de aplicación	4.750	4.111	5.319
Dosis de fertilizante	1.083	5.028	5.777
Etapas por dosis	0.833	1.069	2.173
Error experimental	2.024	3.873	6.353
C.V. (%)	2.30	2.87	3.30

** significativo al .01 de probabilidad

Cuadro 4.7. Comparación de medias de efectos simples y combinados sobre los días a etapas foliares de la cruza AN-76M x AN-53M bajo la aplicación de nueve tratamientos

Etapas foliares (N° hojas)	Etapas de aplicación (N° hojas)	Dosis de fertilizante (kg/ha)	Etapa por dosis							
			8 hojas	10 hojas	8 + 10 hojas					
11	8	62.75	1	62.16	1	62.75	1	62.00	1	61.75
	10	61.50	2	61.75	2	62.75	2	61.00	2	61.50
	8 + 10	62.00	3	62.33	3	62.75	3	61.50	3	62.75
		(- 0.5960)		(0.2850)						
13	8	69.41	1	68.33	1	69.00	1	68.25	1	67.75
	10	68.91	2	68.66	2	69.25	2	69.25	2	67.50
	8 + 10	68.25	3	69.58	3	70.00	3	69.25	3	69.50
		(- 0.9968)		(0.9648)						
15	8	77.00	1	75.75	1	75.75	1	75.75	1	75.75
	10	76.25	2	76.08	2	76.75	2	76.50	2	75.00
	8 + 10	75.66	3	77.08	3	78.50	3	76.50	3	76.25
		(- 0.9976*)		(0.9602)						

*Significancia al .05 de probabilidad.

las etapas foliares. La tendencia de estos datos es totalmente diferente a lo encontrado en la cruza $AN_2 \times AN_1$, donde las aplicaciones en la etapa de ocho hojas provocaron - que las etapas foliares se presentaran en un menor tiempo (Cuadro 4.2). Estos resultados quizás se puedan atribuir a las características de cada uno de los materiales (Francis, 1971 y Sánchez, 1985).

En las medias del factor dosis (Cuadro 4.7) se observa que el tiempo a 13 y 15 hojas se redujo bajo la dosis de un kilogramo, no así para la etapa de 11 hojas, donde el menor tiempo se obtuvo al aplicar dos kilogramos. Estos resultados pueden ser debidos a que en la etapa de 11 hojas aún estan recientes las aplicaciones, por lo que el efecto del producto quizás todavía no logra manifestarse. Sin embargo, bajo la aplicación de tres kilogramos se muestra un mayor tiempo a las tres etapas foliares.

La tendencia de estos datos fue estimada por el análisis de correlación (Cuadro 4.7) donde se presentaron valores positivos, resultando ser mayores a medida que avanza el número de hojas. Por lo anterior, se puede decir que las dosis de dos y tres kilogramos provocaron un mayor retraso en el desarrollo de la planta.

Analizando las medias de los efectos combinatorios (Cuadro 4.7) se estima un mayor tiempo a las etapas de 13 y 15 hojas bajo la combinación ocho hojas x tres kilogramos y un menor tiempo, con relación al testigo, bajo la combinación ocho hojas + 10 hojas x dos kilogramos, efecto no - -

observado en el tiempo registrado a las 11 hojas. El efecto de retraso, bajo la combinación de ocho hojas x tres kilogramos, también se presentó en las medias de los efectos simples, ocho hojas y tres kilogramos, lo que indica que ambos factores influyen sobre el retraso a etapas foliares tanto en el efecto simple como en el combinado, observándose una ligera tendencia a incrementar el tiempo bajo la combinación mencionada.

Efecto del Fertilizante Fosforado Sobre los Días a Floración Femenina de la Cruza AN-76M x AN-53M

En este material se presentó un mayor tiempo a floración al hacer las aplicaciones del producto fosforado, apreciándose un retraso máximo de aproximadamente dos días, con relación al testigo. Esta diferencia se asemeja al diferencial encontrado en el genotipo AN₂ x AN₁ pero en tal caso, la diferencia representó mayor precocidad. Igualmente, al hacer una comparación en forma conjunta de las combinaciones y el tratamiento testigo, se observa una mayor precocidad en este último (Figura 4.9).

El análisis de varianza sólo detectó diferencias altamente significativas para repeticiones, lo cual es atribuido a la gran heterogeneidad del terreno experimental (Cuadro 4.8).

Al realizar la comparación de medias para efectos simples y combinados (Cuadro 4.9) sólo las medias del efecto combinado mostraron diferencias significativas, por lo que

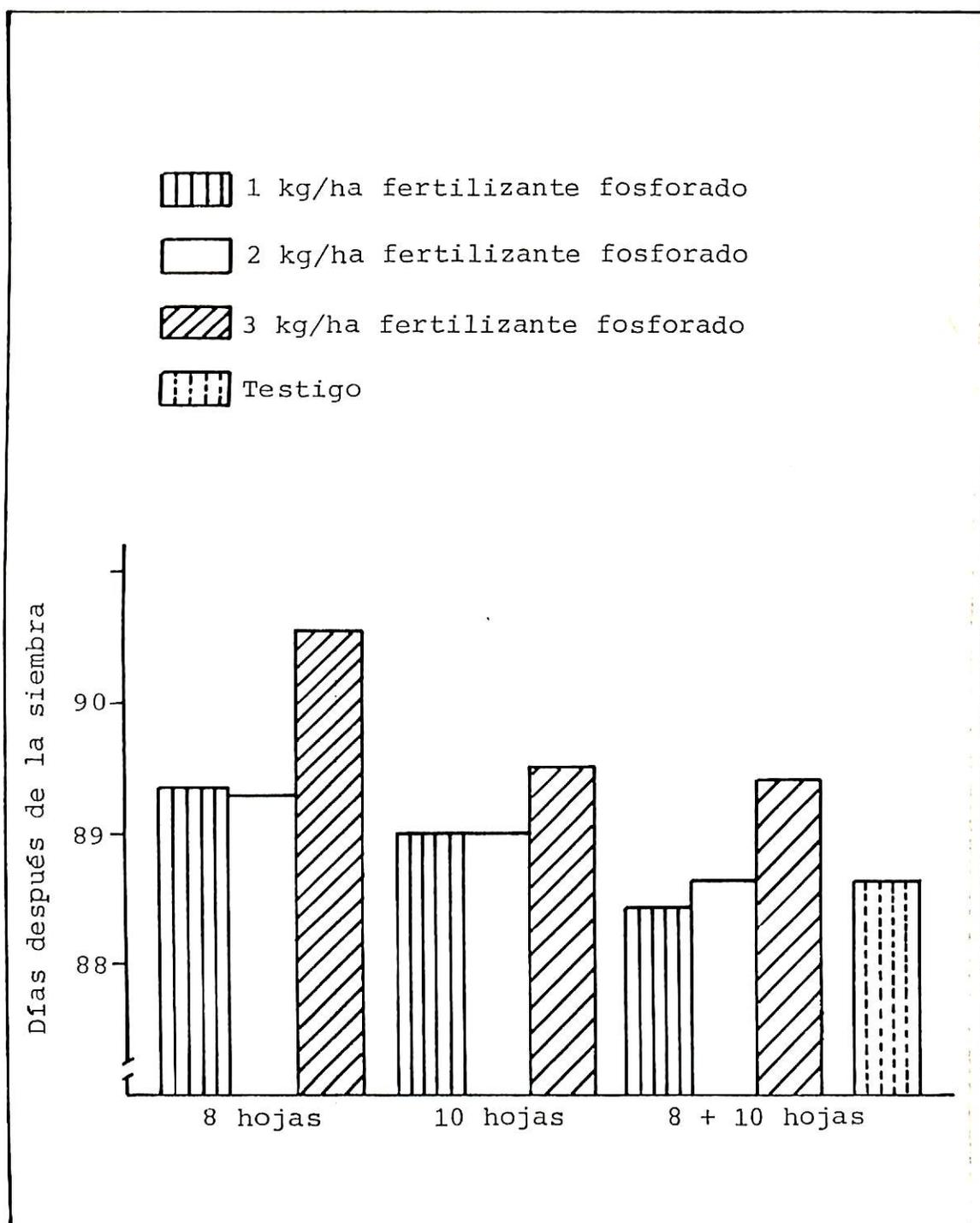


Figura 4.8 Efecto del fertilizante fosforado sobre el tiempo a floración femenina de la cruz AN-76M x AN-53M.

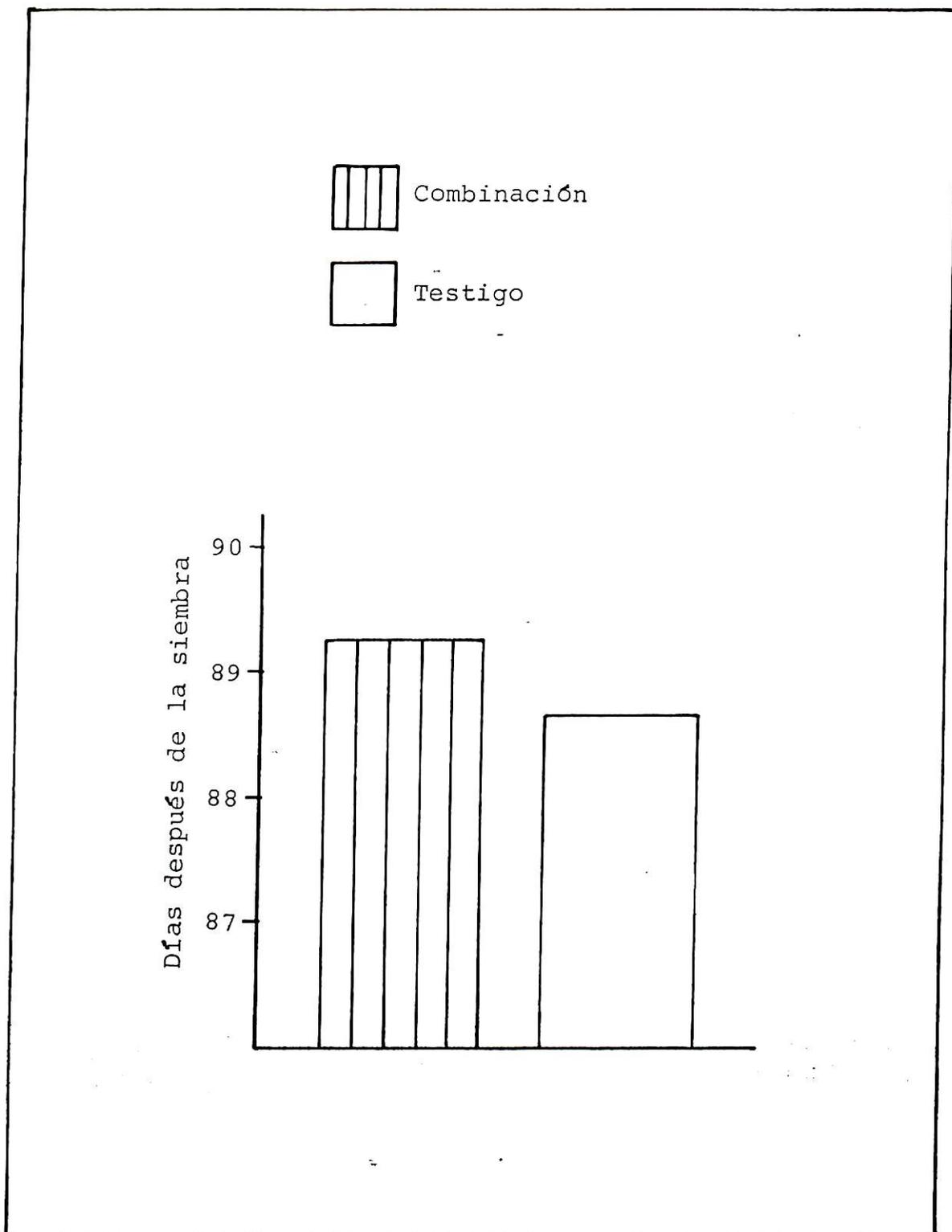


Figura 4.9 Comparación del tiempo a floración femenina de la cruz AN-76MxAN-53M bajo la combinación de los tratamientos contra el testigo.

Cuadro 4.8. Cuadrados medios del análisis de varianza de los días a floración femenina de la cruza - AN-76M x AN-53M bajo la aplicación de nueve tratamientos

Fuentes de variación	g.l.	Días a flor (Q)
Bloques	3	10.16 **
Comb. v Δ Test.	1	1.30
Etapa de aplicación	2	2.58
Dosis de fertilizante	2	2.91
Etapa por dosis	4	0.21
Error Exptal.	27	1.10

C.V. (%) = 1.17

** significativo al .01 de probabilidad

Cuadro 4.9. Comparación de medias de efectos simples y combinados sobre los días a floración femenina de la cruz AN-76M x AN-53M bajo la aplicación de nueve tratamientos

Etapa de aplicación (N° hojas)		Dosis de fertilizante (kg/ha)		Etapa de aplicación por dosis de fertilizante	
8	89.75	1	88.94	8 h + 10 h x 1 kg	88.44 a
10	89.17	2	88.99	8 h + 10 h x 2 kg	88.65 a b
8 + 10	88.83	3	89.82	10 h x 2 kg	89.01 a b
(- 0.9888)		(0.8902)		10 h x 1 kg	89.32 a b
				8 h x 2 kg	89.32 a b
				8 h x 1 kg	89.37 a b
				8 h + 10 h x 3 kg	89.42 a b
				10 h x 3 kg	89.48 a b
				8 h x 3 kg	90.56 b

Duncan ($P \leq .05$)

Literales iguales indican diferencias no significativas

aparecen en forma estratificada y se ordenan atendiendo a los objetivos del trabajo. Las medias de los efectos simples se presentan con el orden inicial asignado a los tratamientos.

En el Cuadro 4.9 se observa que las aplicaciones en la etapa de ocho hojas, la floración fue mas tardía; y bajo las aplicaciones en las etapas de 10 hojas y ocho + 10 hojas se muestra una ligera tendencia a disminuir el tiempo a floración, al compararlo con la media obtenida en la etapa de ocho hojas. Resultados similares se encontraron en los días a etapas foliares, lo que indica que en ambas variables, el producto aplicado tiene el mismo efecto. Bajo el análisis de correlación (Cuadro 4.9) se encontró un coeficiente negativo entre etapas de aplicación y días a floración, indicando de esta manera, que la floración es mas tardía a medida que las aplicaciones se hacen en estado temprano.

Las medias del factor dosis (Cuadro 4.9) indican que la aplicación de tres kilogramos provoca un mayor retraso a floración, dichas medias presentan una correlación positiva con relación a las tres dosis, lo que indica que bajo la mayor dosis el tiempo a floración se incrementó.

La estratificación de las medias del efecto combinado (Cuadro 4.9) presenta la formación de dos grupos donde se aprecia un menor tiempo a floración bajo las combinaciones de ocho hojas + 10 hojas x un kilogramo y ocho hojas + 10 hojas x dos kilogramos, siendo esta última donde se alcanzó el menor tiempo a las etapas foliares. Por otra parte, se obtuvo un mayor

tiempo a floración en la combinación ocho hojas x tres kilogramos, detectándose respuestas similares en los efectos simples; al igual que en los resultados de etapas foliares, - aquí también se indica un mayor retraso a floración en el efecto combinado de ocho hojas x tres kilogramos.

Estos resultados nos hacen pensar que existe una marcada relación positiva entre los días a floración y los días a etapas foliares. Lo anterior se demuestra por medio del análisis de correlación (Cuadro 4.10) donde se detecta un incremento del coeficiente de correlación a medida que avanzan las etapas foliares, o sea que la relación hojas-floración se hace mas estrecha en los días a 15 hojas comparada con la relación obtenida a las 11 hojas. Por lo tanto, un mayor tiempo a etapas foliares repercute en un mayor - tiempo a floración.

Cuadro 4.10. Correlación entre días a etapas foliares y días a floración femenina en la cruz AN-76M x AN-53M

Etapas foliares (N° de hojas)	r Floración
11	0.5653
13	0.8585**
15	0.8785**

** nivel de significancia al 10 por ciento

La tendencia del fósforo a prolongar el tiempo a floración de la cruza AN-76M x AN-53M, no es congruente con lo reportado en la literatura, donde se señala que este elemento tiene efectos sobre el adelanto en floración de las plantas. No tenemos la explicación para este comportamiento, - pero tal vez, además de los factores que influyeron en el adelanto de la floración de la cruza AN₂ x AN₁, otros factores afectaron el retraso de la cruza AN-76M x AN-53M. Por lo tanto, a continuación se mencionan algunos factores que nos pueden ayudar a explicar la respuesta mostrada en este último genotipo.

Es posible pensar que las características individuales de los genotipos haya ocasionado diferente respuesta a la aplicación del fertilizante fosforado; al respecto Francis (1971) establece que entre líneas y variedades de maíz se presentan diferencias genéticas con relación a la habilidad para utilizar diversos elementos. Adicionalmente, Curtis (1980) y Sánchez (1985) señalan que el efecto favorable de las aplicaciones de fertilizantes está determinado principalmente por la respuesta de cada progenitor, así como por la presencia de otros nutrientes, tipo de suelo y clima; - sin embargo, en nuestro experimento estos tres últimos factores fueron similares para ambos genotipos. Por su parte, Epstein (1972) menciona que los aspectos de absorción, translocación y utilización de nutrientes minerales están bajo control genético. Además, señala que la respuesta de la planta a los elementos nutricionales dependerá también de la morfología y fisiología de la planta.

Se puede decir que las condiciones nutricionales del suelo (migajón arcilloso y fertilización de 140-80-00) fueron normales para ambos genotipos, pero aún mejores para la cruza AN-76M x AN-53M por su baja densidad de población ya que de acuerdo con Castro (1973) este tipo de materiales soportan una densidad mayor de 100,000 plantas por hectárea. Por lo tanto, podemos suponer que la aplicación adicional de nutrientes (que tal vez la planta ya no requería) provocó una prolongación del ciclo vegetativo, lo cual ocasionó un retraso a floración. Lo anterior, es congruente con lo reportado por Levitt (1972) quien indica que bajo condiciones favorables de cultivo, el maíz alarga su ciclo.

Debido a su gene braquítico-2 (br-2) la cruza AN-76M x AN-53M muestra hojas oscuras, según Anderson y Chow (1963) esta característica debe representar bajos requerimientos de nitrógeno. Lo anterior, indica que al aplicar el nutriente foliar (N y P) a este genotipo, se le proporcionó más N que quizás haya inhibido parcial o totalmente la acción del P, por un desbalance entre ambos elementos. En cambio, la cruza AN₂ x AN₁ presenta hojas verde claro, por lo que suponemos que en este caso existió un balance más adecuado de N-P, por lo que el P tuvo la oportunidad de ejercer un efecto para estimular el desarrollo de la planta, lo cual se manifestó en un menor tiempo a etapas foliares y un adelanto de la floración.

Estimación de Unidades Calor Acumuladas en el Tiempo
a Floración de las Cruzas AN₂ x AN₁ y AN-76M x AN-53M

Para la producción del híbrido AN-430 R, normalmente se recurre a la siembra de sus progenitores en diferente fecha, tomando como base el diferencial de floración que fluctúa entre siete y 10 días, bajo condiciones de zonas donde se produce. Sin embargo, algunas veces se observan desfazamientos durante el desarrollo de las plantas que traen como consecuencia fallas en la coincidencia de floración, si antes no se aplica una medida correctiva.

Basados en lo anterior, en el presente trabajo se calcularon las unidades calor acumuladas, como una forma de predecir el tiempo a floración de los progenitores de este híbrido.

Concretándonos únicamente en el tiempo a floración de las plantas que no fueron tratadas por el fertilizante foliar, se observa en el Cuadro 4.11 un diferencial de floración de aproximadamente cuatro días, lo cual representa aproximadamente 44 unidades calor. En base a dicha diferencia, en futuras siembras para producción de semilla, se puede proceder a sembrar primero el progenitor femenino AN-76M x AN-53M y cuando se hayan acumulado 44 unidades calor sembrar el progenitor AN₂ x AN₁. Es posible aplicar lo anterior; sin embargo, es necesario considerar que la temperatura del suelo, humedad del suelo, fertilizante, fotoperíodo y otras condiciones de desarrollo, pueden alterar la fecha de floración (Wright, 1980).

Cuadro 4.11. Días y unidades calor acumuladas de siembra a floración de las cruzas AN₂ x AN₁ y AN-76M x AN-53M

Etapa de Aplicación (N° hojas)	Dosis de Fertilizante foliar (kg/ha)	AN ₂ x AN ₁		AN-76M x AN-53M	
		Días	U.C.A.*	Días	U.C.A.*
8	1	83.66	902.40	89.37	968.86
	2	84.00	905.65	89.32	968.23
	3	85.05	917.82	90.56	983.84
10	1	82.87	894.70	89.02	964.40
	2	84.56	912.14	89.01	964.27
	3	83.90	904.69	89.48	970.27
8 + 10	1	84.96	916.78	88.44	957.59
	2	82.82	894.16	88.65	960.05
	3	83.36	899.53	89.42	969.50
T e s t i g o		84.96	916.78	88.65	960.05

* unidades calor acumuladas

La elección de las fechas de siembra diferenciales por medio del cálculo de las unidades calor, resulta un método muy práctico, ya que de acuerdo con Russelle *et al.* - (1984) la temperatura ha mostrado consistencia y alta correlación con el crecimiento y desarrollo de las plantas. En cambio, al emplear los días del calendario para predecir la floración en especies como el maíz, resulta poco eficaz al utilizarse para determinar siembras diferenciales, ya que el número de días entre fechas de siembra no siempre causará un correspondiente cambio en las fechas de floración (Major, 1980 y Flores *et al.*, 1985).

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo y tomando en cuenta que este tema ha sido poco explorado en la investigación sobre la producción de semillas, se hacen las siguientes sugerencias.

Para futuros trabajos similares, sería deseable considerar otras alternativas, tales como: la siembra en suelos planos y/o con baja o nula fertilidad, donde se pueda obtener una mejor estimación del efecto esperado de diferentes elementos nutricionales; o bien, establecer previamente ensayos en blanco en los terrenos donde se planea realizar esta clase de trabajos.

Se deben seguir evaluando fertilizantes foliares, - tanto en genotipos normales como en aquellos que presenten el gene br-2, bajo diferentes densidades de población y, además, contemplar distintas fechas de siembra.

Finalmente, sería de gran utilidad efectuar aplicaciones foliares para este propósito, desde estados iniciales de la planta hasta poco antes de floración, aunado a esto, el uso de productos que contengan únicamente un sólo elemento nutricional y aplicar mayores dosis, o bien, incrementar el número de aplicaciones por cada dosis. Además de lo anterior, es necesario considerar la importancia de los análisis edáficos, antes y durante el desarrollo del cultivo; así como la ejecución de análisis foliares antes y después de las aplicaciones.

De esta manera, se podrá generar mayor información que nos proporcione las bases necesarias para una acertada aplicación de este tipo de prácticas tendientes a mejorar la producción de semilla de híbridos de maíz.

5. CONCLUSIONES

Después de haber analizado y discutido los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

- Es posible adelantar la floración de plantas de maíz mediante aplicaciones foliares de fertilizante fosforado.
- Las características individuales de los genotipos influyeron sobre la diferente respuesta del fertilizante fosforado sobre el tiempo a ocurrencia de etapas foliares y días a etapa de floración.
- En forma general, el tiempo a la ocurrencia de etapas foliares repercutió en similar medida, sobre el tiempo a la etapa de floración de ambos genotipos.

6. RESUMEN

Con el propósito de evaluar el efecto de un fertilizante fosforado sobre el adelanto de la floración, se hicieron aplicaciones foliares del producto bajo diferentes dosis y distintas etapas de desarrollo de dos cruzas simples de maíz.

Se estimaron los días transcurridos desde la siembra hasta la fecha de ocurrencia de tres etapas foliares y el 50 por ciento de floración. Para determinar el efecto del producto fosforado sobre la floración, se consideró la floración masculina de la cruz $AN_2 \times AN_1$ y la floración femenina de la cruz $AN-76M \times AN-53M$.

La respuesta a las aplicaciones fue diferente entre genotipos. En la cruz $AN_2 \times AN_1$ se obtuvo un adelanto a la ocurrencia de etapas foliares y un correspondiente adelanto en la floración. En la cruz $AN-76M \times AN-53M$ se registró un mayor tiempo para que se presentaran las etapas foliares y, en consecuencia la floración fue más tardía con relación al testigo. Las diferentes respuestas al fertilizante pueden ser atribuidas a las características propias de cada genotipo.

7. LITERATURA CITADA

- Airy, J.M. 1955. Production of hybrid corn seed. In: Sprague, G.F. (Ed.). Corn and corn improvement. Academic Press. New York. USA. p. 379-422.
- Aldrich S., R. y E. Leng. R. 1974. Producción moderna del maíz. Trad. del inglés por Oscar Martínez Tenreiro y Patricia Leguisamon. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 308 p.
- Anderson, J.C. and P.N. Chow. 1963. Phenotypes and grain yield associated with brachytic-2 gene in single-cross hybrids of dent corn. Crop Sci. 3:111-113. United States of America.
- Bates, T.E. 1971. Response of corn to small amounts of fertilizer placed with the seed III. Relation to P and K placement and tillage. Agron. J. 63:372-375. United States of America.
- Bolaños J., J.G. 1986. Determinación de la fecha de siembra para la producción de semilla híbrida de maíz en el Bajío Mexicano. Tesis. Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Coahuila, México. 68 p.
- Borjas C., M. 1985. Producción de sorgo híbrido para grano. Memorias del Taller Sobre la Producción de Semilla de Sorgo en América Latina. Centro Internacional de Maíz y Trigo (CIMMYT). El Batán, México. p. 226-233.
- Breuer, C.M., R.B. Hunter and L.W. Kannenberg. 1976. Effects of 10 and 20 hour photoperiod treatments at 20 and 30°C on rate of development of a single cross maize (*Zea mays*) hybrid. Can J. Plant Sci. 56:795-798. Canada.
- Buckman, O.H. y C.N. Brady. 1969. The nature and properties. 7 ed. The MacMillan Company/Collier MacMillan Limited. London. USA. 653 p.
- Castro G., M. 1973. Todo cabe en un jarrito sabiéndolo a como dar: Híbridos superenanos como el AN-360 permitirán duplicar la densidad de siembra y el rendimiento. El Surco 78: 22-23 p. México.

- Chapman, S.R. and L.P. Carter. 1976. Crop production: Principles and practices. W.H. Freeman and Company. USA. 564 p.
- Cisneros D., J. 1976. Reunión de trabajo sobre manejo y producción de semillas de maíz. SAG-PRONASE. Tepalcingo, Morelos, México. (Mimeo).
- Cloninger, F.D., M.S. Zuber and R.D. Horrocks. 1974. Synchronization of flowering in corn (*Zea mays* L.) by clipping young plants. Agron. J. 66:270-272. United States of America.
- Covarrubias C.R. (Sin fecha). Algunos aspectos sobre la producción de semillas certificadas de maíz y sus implicaciones. II Reunión Nacional de Investigadores de Maíz y Sorgo del INIA y PRONASE. México. 48 p. (Mimeo).
- Cross, H.Z. and M.S. Zuber. 1972. Prediction of flowering dates in maize based on different methods of estimating thermal units. Agron. J. 64:351-355. United States of America.
- Currier, H.B. and C.D. Dybing. 1959. Foliar penetration of herbicides-review present status. Weeds 7:195-213.
- Curtis, D.L. 1980. Some aspects of *Zea mays* seed production in the USA. In: Hebblethwaite, P.D. (Ed.). Seed Production. Butterworths. London. Great Britain. p. 389-400.
- Darst, B.C. 1978. Effects of phosphorus on crop maturity. In: Ellington, D.P. (Comp.). Phosphorus for agriculture. Potash/Phosphate Institute. USA. p. 95-99.
- De Mooy, C.J. and J. Pesek. 1966. Nodulation responses of soybeans to added phosphorus, potassium and calcium salts. Agron. J. 58:275-280. United States of America.
- Dibb, D.W. 1978. Phosphorus an placement. In: Ellington, C.P. (Comp.). Phosphorus for agriculture. Potash/Phosphate Institute. USA. p. 51-61.
- Duncan, W.G. 1980. Maize. In: Evans, L.T. (Ed.). Crop physiology. Cambridge University Press. Great Britain. p. 23-50.
- Dungan, G.H. and H.W. Gausman. 1951. Clipping corn plants to delay their development. Agron. J. 43:90-93. United States of America.

- Ellington, C.P. 1978. Crop yield responses to phosphorus. In: Ellington, C.P. (Comp.). Phosphorus for agriculture. Potash/Phosphate Institute. USA. p. 25-41.
- Epstein, E. 1972. Mineral nutrition of plants: Principles and perspectives. John Willey and Sons. New York. USA. 412 p.
- Flores M., J., J.L. Chain C. y A. Bravo L. 1985. Fenología de maíz y frijol en el Altiplano de Zacatecas II. Unidades calor (UC) y desarrollo fenológico. Fito-tecnia 7:66-91. México.
- Francis C., A. 1971. Influencia del medio ambiente en el crecimiento y desarrollo del maíz. Tópico presentado en las conferencias de becarios del CIAT. Colombia. 9 p. (Mimeo.).
- Galicia O., J. y H. Celis A. 1986. El control manual de la polinización en maíz. Tema Didáctico N° 1. SARH-INIFAP. México. 24 p.
- García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 2ed. UNAM. México. 246 p.
- Garman W., H. 1970. Manual de fertilizantes. Centro Regional de Ayuda Técnica. México/Buenos Aires. Ofset Universal. México. 292 p.
- Gates, C.T. 1974. Nodule and plant development in *Stylosanthes humilis* a symbiotic response to P and S. Aust. J. Bot. 22:45-55. Australia.
- Gilmore, E.C., Jr. and J.S. Rogers. 1958. Heat units as a method of measuring maturity in corn. Agron. J. 50: 611-615. United States of America.
- Graig, W.F. 1977. Production of hybrid corn seed. In: Sprague, G.F. (Ed.). American Society of Agronomy, Inc. Madison, USA. P. 671-719.
- Gustafson, F.G. 1956. Absorption of Co-60 by leaves of young plants and its translocation through the plant. Amer. J. Bot. 43:157-160. United States of America.
- Hanway, J.J. 1963. Growth stages of corn (*Zea mays* L.). - Agron. J. 55:487-492. United States of America.
- _____. 1971. How a corn plant develops. Special report N° 48. Iowa State University of Science and Technology-Cooperative Extension Services-Ames, Iowa. USA. 17 p.

- Koontz, H. and O. Biddulph. 1957. Factors affecting absorption and translocation of foliar applied phosphorus. *Plant Physiol.* 32:463-470. United States of America.
- Kuldip, R.C. 1982. Production and harvesting of maize seed. Seed proceedings FAO/SIDA. Technical Conference on Improved Seed Production. Roma. p. 202-214.
- Larson, W.E. and J.J. Hanway. 1977. Corn production. In: Sprague, G.F. (Ed.). *Corn and corn improvement*. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, USA. p. 625-669.
- Levitt, J. 1972. Responses of plants to environmental stresses. Academic Press. New York. San Francisco, London, U S A 697 p.
- MacFarlane J., J. 1982. El tratamiento de semillas. Memorias del Curso de Actualización sobre Tecnología de Semillas. Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas. UAAAN. Buenavista, Coahuila, México. p. 89-98.
- Major, D.J. 1980. Environmental effects of flowering. In: Fehr, W.R. and Handley, H.H. (Ed.). *Hybridization of crop plants*. Amer. Soc. Agron. and Crop Sci. Soc. Amer. Madison, Wisconsin, USA. p. 1-15.
- Mendoza H., J.M. 1985. Diagnóstico climático para la zona de influencia inmediata de la UAAAN. UAAAN. Buenavista, Coahuila, México. 615 p.
- Mazliak, P. 1976. *Fisiología vegetal: Nutrición y metabolismo*. Trad. del Inglés por José Andrés Canadell. Omega. Barcelona. España. 350 p.
- Miles J., W. 1984. Reproducción y mecanismos de la floración. Curso Intensivo sobre Producción de Semilla de Pastos Tropicales. CIAT. Colombia.
- Neumann, P.M., Y. Ehrenreich and Z. Golab. 1981. Foliar fertilizer damage to corn leaves: Relation to cuticular penetration. *Agron. J.* 73:979-982. United States of America.
- Peaslee, D.E., J.L. Ragland and W.G. Duncan. 1971. Grain filling period of corn as influenced by phosphorus, potassium, and time of planting. *Agron. J.* 63:561-563. United States of America.
- Poehlman J., M. 1986. Mejoramiento genético de las cosechas. Trad. del inglés por Nicolás Sánchez Durón y José Luis de la Loma. LIMUSA. México. 453 p.

- Puente B., H.M. 1983. Producción de semilla híbrida de sorgo. Memorias del Curso de Actualización sobre Tecnología de Semillas. Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas. UAAAN. Buenavista, Coahuila. México. p. 65-75.
- Robledo de P., F. y L. Martín V. 1981. Aplicación de los plásticos en la agricultura. Mundi-Prensa. Madrid. España. 553 p.
- Rojas G., M. y M. Rovalo M. 1985. Fisiología vegetal aplicada. 3ed. McGraw-Hill. México. 302 p.
- Russelle, M.P., W.W. Wilhelm, R.A. Olsen and J.P. Power. 1984. Growth analysis based on degree days. Crop Sci. 24: 28-32. United States of America.
- Saldivar L., R. 1982. La producción de semilla de sorgo híbrido. Memorias del Curso de Actualización sobre Tecnología de Semillas. Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas. UAAAN. Buenavista, Coahuila, México. p. 147-154.
- Sánchez E., A. 1985. Problemas de campo en la producción de semillas certificadas de maíz y sorgo. Memorias de la Reunión Nacional sobre Producción de Semillas en México. UACH. Chapingo, México. p. 174-183.
- Shaw, R.H. and H.C.J. Thom. 1951. On the phenology of field corn, the vegetative period. Agron. J. 43:9-15. United States of America.
- Singh, A.R., N.L. Bhale and S.T. Borikar. 1984. Induction of early flowering by simple water soaking treatment in sorghum. Sorghum News Letter 27:134. India.
- Swanson, C.A. and J.B. Whitney Jr. 1953. Studies on the translocation of foliar applied P^{32} and other radioisotopes in bean plants. Amer. Jour. Bot. 40:816-823. United States of America.
- Tanaka A. and J. Yamaguchi. 1984. Producción de materia seca, componentes del rendimiento y rendimiento del grano en maíz. Trad. del Inglés por Josué Kohashi Shibata. C.P. Chapingo, México. 120 p.
- Trybom, J.C., R.L. Vanderlip, and W.A. Moore. 1978. Delay flowering of grain sorghum lines for hybrid seed production. Crop Sci. 18:712-714. United States of America.
- Valdez R., J.U. 1985. Estudio edafológico de la UAAAN en el área correspondiente a Buenavista, Saltillo, Coah. Tesis. Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Coahuila, México. 154 p.

- Wallingford, W. 1978. Phosphorus functions in plants. In: Ellington, C.P. (Comp.). Phosphorus for Agriculture. Potash/Phosphate Institute. USA. p. 6-12.
- Withee, L.V. and C.W. Carlson. 1959. Foliar and soil application of iron compounds to control iron chlorosis of grain sorghum. Agron. J. 51:474-476. United States of America.
- Wright, H. 1980. Commercial hybrid seed production. In: Fehr, W.R, and Hadley, H.H. (Ed.). Hybridization of crop plants. Amer. Soc. Agron. and Crop Sci. Soc. Amer. Madison, Wisconsin, USA. p. 671-719.
- Yamada, Y., S.H. Wittwer and M.J. Bukovac. 1965. Penetration of organic compounds through isolated cuticular membranes with special references to C^{14} urea. Plant Physiol. 40:170-175. United States of America.