

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



“EFECTO DEL SULFATO FERROSO ($FeSO_4$) Y DE LA
APLICACION EXOGENA DE ACIDO GIBERELICO
SOBRE LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO
EN FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)”

TESIS

QUE EN OPCION AL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

JAIME TRINIDAD FLORES BERNAL

MONTERREY, N. L.

NOVIEMBRE DE 1983

T

SB327

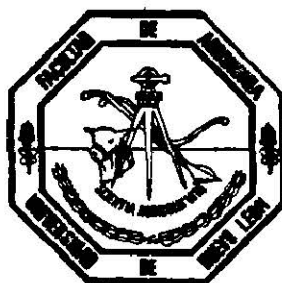
F5

C.1



1080062325

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



" EFECTO DEL SULFATO FERROSO ($FeSO_4$) Y DE
LA APLICACION EXOGENA DE ACIDO GIBERELICO
SOBRE LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO EN
FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.) "

T E S I S
QUE EN OPCION AL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA
JAIME TRINIDAD FLORES BERNAL

MONTERREY, N. L.

NOVIEMBRE DE 1983

6032 *JFB*

T
SB327
F5



040-633
A 1
1983
e.5

D E D I C A T O R I A

A MIS PADRES

JOSE ISABEL FLORES GARCIA
AURORA BERNAL DE FLORES

Con todo respeto y cariño, quienes
con su esfuerzo hicieron posible
la culminación de mi Carrera.

A MIS HERMANOS

JOSE ISABEL
MARIA VICTORIA
FRANCISCO GERARDO
AURORA MARISOL
FLORA ESTHER

A MIS SOBRINOS

SANDRA IMELDA
LEIDY GUADALUPE
CESAR SAUL

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS.

AGRADECIMIENTO

A mis compañeros de generación y amigos que de alguna manera u otra participaron con el desarrollo de la tesis.

Muy en especial al asesor Ing. Agr. M.C. Cesáreo Guzmán Flores por sus consejos y su atinada asesoría durante el desarrollo de este trabajo.

A la Biol. M.C. Elizabeth Cárdenas Cerda por la revisión del escrito.

Al Ing. M.C. Marco Vinicio Gómez Meza por su ayuda prestada en el análisis estadístico.

El presente trabajo forma parte del Programa de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo para las zonas bajas del Estado de Nuevo León. Centro de Investigaciones Agropecuarias, U.A.N.L.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	1
INTRODUCCION	3
REVISION DE LITERATURA	6
Origen, distribución e importancia	6
Taxonomía de la especie estudiada	7
Características botánicas de <u>Phaseolus vulgaris</u> L.	7
Raíz	8
Tallo	8
Hojas	8
Flores	9
Fruto	9
Semilla	9
Aspectos morfoagronómicos	10
Fecundación	10
Ciclo vegetativo	10
Exigencias ecológicas	10
Temperatura	10
Fotoperíodo	11
Clima	11
Humedad	12
Suelo	12
Clasificación de los elementos nutritivos	12
Macronutrientes	14
Micronutrientes	14
Funciones del fierro	15
Compuestos naturales de fierro	17

	página
Factores que afectan la nutrición	18
El hierro en suelos encharcados	19
Potencial osmótico	19
Factor PH del suelo	20
Absorción del hierro	23
Transporte de nutrientes	25
Síntomas de deficiencia	26
Deficiencia fisiológica	28
Hambre oculta	28
Formas de corregir las deficiencias	29
Efecto de las giberelinas sobre la floración	31
Abscisión y "amarre"	33
Prácticas para evitar la abscisión o para inducir el crecimiento del fruto	35
MATERIALES Y METODOS	40
Localidad	40
Genotipo estudiado	40
Características del genotipo	41
Diseño experimental	41
Fertilización y aplicación de ácido giberélico	42
Labores culturales	43
Control de plagas y enfermedades	43
Siembra	44
Riegos	44
Muestreos	44
Variables estudiadas	45

	página
Fisiológicas	45
Peso seco del fruto	45
Grano	46
Pericarpio	46
Vainas	46
Morfológicas	46
Tallo	46
Número de nudos del tallo principal, de ramas primarias y secundarias	46
Número de ramas primarias y secundarias	46
Organos reproductivos	46
Vainas por planta	46
Posición de vainas	46
Longitud de vainas	46
Granos por vaina	47
Volumen del grano	47
RESULTADOS Y DISCUSION	48
Variables morfológicas	48
Nudos del tallo principal	48
Ramas primarias y secundarias por planta	51
Nudos de ramas primarias y secundarias	56
Vainas por planta	60
Longitud de vainas	61
Granos por vaina	63
Volumen del grano	66
Variables fisiológicas	66
Peso seco del pericarpio	66
Peso seco del grano por planta	48

	Página
Variables ambientales	70
CONCLUSIONES	73
RECOMENDACIONES	74
BIBLIOGRAFIA	75
APENDICE	87

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

	página
CUADROS DEL APENDICE	
Cuadro 1, 2 y 3. Análisis de varianza del número de nudos del tallo principal a los 53, 66 y 84 días después de la siembra respectivamente.	88
Cuadro 4. Análisis de varianza del número de nudos del tallo principal a los 101 días después de la siembra.	89
Cuadro 5, 6 y 7. Análisis de varianza del número de ramas primarias a los 53, 66 y 84 días después de la siembra respectivamente.	90
Cuadro 8. Análisis de varianza del número de ramas primarias a los 101 días después de la siembra.	91
Cuadro 9, 10 y 11. Análisis de varianza del número de ramas secundarias a los 53, 66 y 84 días después de la siembra respectivamente.	92

	página
Cuadro 12. Análisis de varianza del número de ramas secundarias a los 101 días después de la siembra.	93
Cuadro 13, 14 y 15. Análisis de varianza del número de nudos de ramas primarias a los 53, 66 y 84 días después de la siembra respectivamente.	94
Cuadro 16, 17 y 18. Análisis de varianza del número de nudos de ramas secundarias a los 53, 66 y 84 días después de la siembra respectivamente.	95
Cuadro 19, 20 y 21. Análisis de varianza del número de vainas por planta a los 66, 84 y 101 días después de la siembra respectivamente.	96
Cuadro 22, 23 y 24. Análisis de varianza de la longitud de vainas a los 66, 84 y 101 días después de la siembra respectivamente.	97
Cuadro 25 y 26. Análisis de varianza del número de granos llenos y abortados respectivamente a los 101 días después de la siembra.	98

	página
Cuadro 27. Análisis de varianza del volumen del grano a los 101 días después de la siembra.	99
Cuadro 28, 29 y 30. Análisis de varianza del peso seco del pericarpio a los 66, 84 y 101 días después de la siembra respectivamente.	100
Cuadro 31. Análisis de varianza del peso seco del grano a los 101 días después de la siembra.	101
 FIGURAS	
Figura 1 Producción de nudos del tallo principal de cada uno de los tratamientos durante el desarrollo.	50
Figura 2 Número de ramas primarias/planta de cada uno de los tratamientos durante el desarrollo.	53
Figura 3 Producción de ramas secundarias/planta de cada uno de los tratamientos, durante el desarrollo.	55

	página	
Figura 4	Número de nudos de ramas primarias de cada uno de los tratamientos durante el desarrollo.	57
Figura 5	Número de nudos de ramas secundarias de cada uno de los tratamientos durante el desarrollo.	59
Figura 6	Vainas/planta de cada uno de los tratamientos durante el desarrollo.	62
Figura 7	Longitud promedio de las vainas presentes de cada uno de los tratamientos durante el desarrollo.	64
Figura 8	Granos/vaina al momento de la cosecha en cada uno de los tratamientos.	65
Figura 9	Volumen del grano/planta al momento de la cosecha, en cada uno de los tratamientos.	67
Figura 10	Peso seco del pericarpio de cada uno de los tratamientos, durante el desarrollo.	69
Figura 11	Peso seco del grano/ PLanta al momento de la cosecha, de cada uno de los tratamientos.	71

Figura 12 Precipitación pluvial, temperatura máxima, media y mínima prevalecientes - durante el desarrollo del experimento.

RESUMEN

El presente trabajo se hizo con el objeto de conocer los efectos de la fertilización foliar con sulfato ferroso (FeSO_4) y de la aplicación de ácido giberélico sobre los componentes del rendimiento en frijol (Phaseolus vulgaris L.) de hábito de crecimiento semideterminado, bajo las condiciones de Marín, N.L.

El trabajo se efectuó en el campo agrícola experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, que se encuentra ubicado en el Km. 17 de la carretera Zuazua - Marín, en el Municipio de Marín, N.L.

Hipótesis planteadas

La aplicación de sulfato ferroso (FeSO_4) modificará los componentes del rendimiento del genotipo en estudio.

La aplicación de ácido giberélico aumentará el número de vainas por planta.

El diseño experimental utilizado fue un bloques al azar con cuatro tratamientos y seis repeticiones.

Se cuantificaron las siguientes variables

Número de nudos del tallo principal, número de ramas primarias y secundarias, número de nudos de ramas primarias y secundarias, vainas por planta, posición de vainas, longitud de vainas, granos por vaina, volumen del grano, peso seco del grano, peso seco del pericarpio y peso seco de vaina.

En base a los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1.- En general no hubo efecto de los tratamientos sobre los componentes del rendimiento, aunque la aplicación de ácido giberélico indujo una mayor ramificación; en menor grado el sulfato ferroso indujo el mismo fenómeno.
- 2.- No hubo efecto de los productos anteriores para inducir mayor "amarre" de órganos reproductivos.
- 3.- Por lo tanto, se rechazan las hipótesis planteadas en el presente trabajo.

INTRODUCCION

En el sector agrícola en la actualidad, México está -
viviendo una etapa crítica que se proyecta básicamente en
la deficiente producción de alimentos. Es por eso esen- -
cial incrementar la investigación en la producción de cul-
tivos básicos, entre los cuales se encuentra el frijol - -
(Phaseolus vulgaris L.), leguminosa que constituye la base
de la alimentación de nuestro país, y ocupa el segundo lu-
gar en importancia entre los granos.

La producción nacional en años anteriores y actualmen-
te, apenas alcanza a cubrir las necesidades del pueblo, es
to debido a los bajos rendimientos que se obtienen en las
diversas zonas productoras.

Al tratar de explicar el bajo rendimiento promedio na-
cioanl, es conveniente considerar las condiciones y facto-
res involucrados bajo los cuales se establece esta legumi-
nosa, para así detectar los errores en que se incurre en
a producción de este cultivo.

En Nuevo León, en particular, un factor que podemos -
mencionar es la naturaleza alcalina de sus suelos, lo cual
trae como consecuencia la baja disponibilidad de algunos -

nutrientes, entre los cuales se encuentra el fierro; esto provoca serios problemas de deficiencias en los cultivos, y por lo tanto, disminución en el rendimiento.

Otro factor que se debe tomar en cuenta es de que durante el ciclo temprano (primavera) el cultivo del frijol presenta una marcada abscisión de los órganos reproductivos en estado inmaduro, esto puede ser debido a las altas temperaturas que se presentan en la región.

Por lo anterior los objetivos del trabajo son:

- 1) Conocer los efectos de la fertilización foliar con sulfato ferroso (FeSO_4) sobre los componentes del rendimiento.
- 2) Conocer los efectos de la aplicación del ácido giberélico sobre el "amarre" de vainas y los componentes del rendimiento.

Hipótesis planteadas

- 1) La aplicación de sulfato ferroso (FeSO_4) modificará los componentes del rendimiento del genotipo en estudio.

- 2) La aplicación de ácido giberélico aumentará el número -
de vainas por planta.

REVISION DE LITERATURA

Origen, distribución e importancia del frijol

El frijol (Phaseolus vulgaris L.), es originario de América, y México ha sido señalado como el más probable centro de origen, o al menos, como centro de diversificación primaria. (Anónimo CIAT).

DeCandolle y Vavilov, citados por Miranda (1967), indican que Phaseolus vulgaris L. se originó en la parte occidental del área México-Guatemala, a una altura de aproximadamente 1200 m.s.n.m.

El cultivo del frijol ha sido considerado como uno de los más antiguos, según hallazgos arqueológicos en su posible centro de origen y en Sudamérica, ya que estos indican que era conocido desde unos 5000 años antes de Cristo - - (CIAT).

Su distribución en el continente fue en forma natural, se llevó a Europa después de la conquista en el siglo XVI, teniendo una buena adaptación, debiéndose ésta a su gran número de variedades y tipos (Lourdes, 1970; Ruiz, 1980).

El frijol (Phaseolus vulgaris L.) se cultiva esencialmente para obtener las semillas, las cuales tienen un alto contenido de proteínas. Las semillas pueden ser consumidas tanto inmaduras como secas. También puede consumirse la vaina entera inmadura, ya que el frijol es parte importante de la dieta alimenticia en Centro y Sudamérica - - (CIAT; Crispín, 1967).

Taxonomía (Según CIAT)

Orden	Rosales
Familia	Leguminosae
Sub-familia	Papilionoidae
Tribu	Phaseoleae
Sub-tribu	Phaseolinae
Género	<u>Phaseolus</u>
Especie	<u>vulgaris</u>

Características botánicas de "Phaseolus vulgaris L."

El nombre científico de Phaseolus vulgaris L., recibe los nombres de frijol común, habichuela, judía, poroto, - caraota, french bean, haricot, alubia, vainita, snap bean, etc. (CIAT; Gill y Vear, 1965; Hill, 1965; Ruiz, 1977;- - Messiaen, 1975).

El frijol es una planta anual o perenne (Kohashi, ci-

tado por Ramírez, 1981), herbácea, trepadora o no trepadora, de tamaño variado, pudiendo alcanzar hasta 40 cms. en las variedades de enrame (Mela, 1971; Ruiz, 1976; Anónimo, 1976; Gill y Vear, 1976; Hill, 1965).

Raíz

La raíz es típica o pivotante ramificada en su origen, en la que después se notan nudosidades bacterianas que fijan el nitrógeno atmosférico, estas nudosidades son producidas por microorganismos del género Rhizobium (Ruiz, 1977; Mela, 1971).

Tallo

El tallo es herbáceo, de crecimiento determinado o indeterminado, con pelos cortos y rígidos que favorecen su adhesión a su soporte (Ruiz; 1977; Mela, 1971).

Hojas

Las hojas, exceptuando las dos primeras, son compuestas, alternas, pecioladas, compuestas por 3 folíolos obovado-agudos cuando son jóvenes y escotados en su base después, de color verde claro, provistas de estípulas y estípulas persistentes (Ruiz, 1977; Mela, 1971; CIAT).

Flores

Son de forma amariposada (papilionadas), de color variado según sea la variedad (rojo, blanco, amarillo, púrpura, etc.) y se agrupan en racimos cortos, que aparecen en la axila de las hojas o en la parte terminal de la planta (Mela, 1971; Ruiz, 1977; Messiaen, 1975).

Caliz: Pequeño con cinco sépalos, gamosépalo.

Corola: Dialipétala

Estambres: Diez, nueve unidos y uno libre.

Ovario: Unicular, de 6 a 7 óvulos.

(Ruiz, 1977; Mela, 1971).

Fruto

Es una vaina o legumbre (ejote) colgante de 8 a 22 cms. de longitud, ésta depende de la cantidad y separación de las semillas; puede ser recta o arqueada, comprimida, se abre en dos valvas (Ruiz, 1977; Messiaen, 1975; Mela, 1971).

Semillas

Son de forma variable, generalmente reniforme, curvado oblonga, más o menos comprimida y de diversos colores, dependiendo de la variedad (blanco, colorado, rojo, bayo,

negro, etc.) (Ruiz, 1977; Mela, 1971; Messiaen, 1975).

Aspectos Morfoagronómicos

Fecundación

Phaseolus vulgaris L., es una especie anual y autóga-
ma, pero el cruzamiento natural puede ocurrir en diferen-
tes gradientes según sea la variedad, la distancia entre
las plantas, las condiciones ambientales de la localidad y
la época del año. Este puede ser de 0.1 a 5 % (Crispín, -
citado por Engleman, 1979; Miranda, 1971).

Ciclo vegetativo

De acuerdo al ciclo de vida las variedades de frijol
se clasifican en:

Precoces: 80 a 100 días

Intermedias 100 a 110 días

Ciclo tardío 110 a 130 días (Anónimo, 1981).

Exigencias ecológicas

Temperatura

Para iniciar una buena germinación requiere de 8 a -
10°C según las variedades; 16°C para florecer, y de 8 a -

20°C para madurar (Mela, 1971).

Siendo una planta de vía de fijación C-3, la temperatura óptima para el desarrollo del cultivo es de 18 a 24°C, ya que las altas temperaturas pueden afectar, evitando la fecundación, el cuajado del fruto y la formación de las semillas; las temperaturas bajas también tienen efectos negativos en su desarrollo (Juscafresa, 1966; Monroy, 1981).

Fotoperíodo

Phaseolus vulgaris L. se clasifica dentro de las plantas que requieren una corta duración del período de luz - - (8 h/día) (Rojas, 1979).

Clima

Se desarrolla bien en regiones templadas y tropicales, pero en general se cultiva en todas las regiones agrícolas del país, únicamente durante los ciclos de temprano y tardío, ya que es susceptible a las bajas temperaturas. En la región de Nuevo León, según experiencias de los agricultores, se recomienda cultivar durante el ciclo de tardío, ya que en el ciclo de temprano no se recomienda por motivo a que se presentan altas temperaturas que afectan la fecundación floral y cuajado de frutos (Juscafresa, 1966; Ramírez, 1981; Anónimo, 1981).

Humedad

Se puede cultivar bajo condiciones de temporal si existe una buena precipitación durante su ciclo vegetativo; - en las regiones donde no se alcanzan los requerimientos mínimos de humedad deberá recurrirse al riego (Bailey, citado por Ramírez, 1981).

Francis (1981), menciona que el frijol es más productivo en regiones de baja humedad, debido principalmente a - que hay menos incidencia de enfermedades e insectos que se presentan en las zonas húmedas y que ocasionan problemas al cultivo.

Suelo

El frijol prospera bien en suelos fértiles, ligeros - y bien drenados, como son los areno-arcillosos, "de vega" y "de montaña". En los "barriales", que son suelos arcillosos no, ya que retienen humedad por bastante tiempo, causando pudrición de las raíces, muriendo las plantas por tal motivo (Juscáfresa, 1966; Mela, 1977; Robles, 1976; Crispín, 1977; Anónimo, 1981; Francis, 1981).

Clasificación de los elementos nutritivos

En los vegetales podemos encontrar un gran número de

elementos, de los cuales pocos son a los que se les ha encontrado una función útil dentro de las plantas; pero cabe aclarar que no todas las plantas contienen la misma cantidad de elementos (Schütte, 1966; Gros, 1976; Teuscher y Adler, 1979).

De todos los elementos, únicamente 16 son requeridos por las plantas para su desarrollo y reproducción. Las plantas toman los elementos nutritivos de tres fuentes: aire, agua y suelo. El carbono y el oxígeno los obtienen del aire, el hidrógeno del agua y los demás nutrientes los toman del suelo. Estos se dividen de acuerdo a su requerimiento en: Macronutrientes y Micronutrientes (Tamhane, Motiramani y Bali, 1978; Foth y Turk, 1975; Schütte, 1966; Bergman, 1963).

Los macronutrientes o elementos mayores son aquellos que son requeridos por las plantas en grandes cantidades (1000 p.p.m. o más), los micronutrientes son también llamados elementos menores, elementos traza, oligoelementos, etc. y son requeridos en muy pequeñas cantidades (menos de 100 p.p.m.) (Salisbury and Ross, 1978).

Sivori, Montaldi y caso (1980), mencionan que el contenido de los macronutrientes se expresa en valores porcentua

les y los micronutrientes se expresan en partes por millón.

Algunos autores consideran al fierro como micronutriente, otros consideran que se encuentra en un punto intermedio entre macro y micro. Devlin (1976), lo considera como un macronutriente debido a la gran importancia que tiene dentro de la planta.

Macronutrientes

El crecimiento de las plantas puede ser retardado, ya sea por la escasez de estos en el suelo, porque resulten asimilables muy lentamente, o porque no estén adecuadamente equilibrados por los demás elementos nutritivos (Buckman y Brady, 1977).

La deficiencia de un elemento genera síntomas que muestran muchas veces la función y movimiento de éste dentro de la planta.

Micronutrientes

Estos elementos juegan un papel importante en las reacciones biológicas, aunque algunos han sido considerados definitivamente como esenciales (Schütte, 1966).

La deficiencia aguda de un elemento produce síntomas bien definidos de enfermedad que no se producen por la deficiencia de cualquier otro elemento (Tamhane, Motiramani y Bali, 1978).

Las plantas que sufren deficiencia de oligoelementos pueden no manifestar síntoma alguno, solamente que el desarrollo no es bueno, o pueden manifestar los síntomas durante un corto período de tiempo en la época de crecimiento - (Russell, 1968).

En la actualidad se puede decir que no todos los elementos traza son esenciales, y los que sí son tienen funciones importantes como es el caso del hierro, que es necesario para el desarrollo de los vegetales y no puede ser sustituido por otro elemento (Demolon, 1972; Bennett, 1965).

Funciones del hierro en la planta

Es esencial en la síntesis de los grupos pirrólicos - de la clorofila, aunque sin llegar a ser, éste un componente directo de su estructura (Sauchelli, 1957; Bear, 1969; Selke, 1968; Jacob y Uesküll, 1973; Anónimo, 1974; Tamhane, Motiramani y Bali, 1978; Ray, 1980).

Actúa como catalizador de la clorofila (Collings, - - 1958; Juscafresa, 1963; Price y Karali, 1963; Anónimo, 1974; Anónimo, 1977).

Forma parte de la molécula de los citocromos, que actúan como transportadores de electrones en la fotosíntesis y en la respiración de las plantas (Jacob y Uesküll, 1973; Salisbury and Ross, 1978; Rojas, 1979; Sivori, Montaldi y Caso, 1980; Ritcher, 1972).

Participa en varias reacciones de oxidación y reducción y en la síntesis de proteínas, y en varias reacciones metabólicas (Tamhane, Motiramani y Bali, 1978; Salisbury and Ross, 1978).

Está presente en la enzima nitrito reductasa, que reduce los nitratos a iones amonio (Sivori, Montaldi y Caso, 1980; Salisbury and Ross, 1978).

Actúa como sustancia catalítica en la división y desarrollo celular (Tisdale y Nelson, 1970).

El hierro no es movable dentro de la planta debido a la formación de compuestos insolubles como la fitoferritina que se acumula en los cloroplastos de las hojas como un

complejo hierro-proteína, y por lo tanto, se afecta la actividad fotosintética (Salisbury and Ross, 1978).

Existen numerosas evidencias de que tanto el contenido de clorofila, como la actividad de algunos sistemas enzimáticos están íntimamente correlacionados con el abastecimiento de fierro. Aunque diversos investigadores señalan la falta de correlación entre el contenido de fierro total y los contenidos de clorofila, por lo que únicamente una fracción de las hojas esté estrechamente relacionada con la formación de clorofila (Jacobson citado por García, 1978).

Compuestos naturales de fierro

El fierro es uno de los elementos más comunes en la corteza terrestre, éste se encuentra contenido en los meteoritos ferruginosos, pero combinado con otros elementos forma parte de numerosos minerales. Estos se encuentran en diversos tipos de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas o bien existen en yacimientos aislados más o menos grandes, de los cuales los más importantes son los óxidos como la hematita (Fe_2SO_4) y la magnetita (Fe_3O_4), el hierro espático o siderosa (FeSO_3) y el sulfuro o pirita (FeS_2) (Teuscher y Adler, 1974).

Las formas asimilables de fierro provienen de la intemperización de la roca ferromagnésica que origina minerales secundarios (Jacob y Uesküll, 1973; Pérez, 1968).

La forma en que está disponible para las plantas es en la forma ferrosa (Fe^{++}) y la forma férrica (Fe^{+++}) (Teuscher y Adler, 1974; Tisdale y Nelson, 1970; Tamhar Motiramani y Bali, 1978).

Factores que afectan la nutrición

Algunos de los factores que interfieren en la nutrición de las plantas son:

Sequía

Encharcamiento

PH

Potencial osmótico

Compactación del suelo

Densidad y distribución del sistema radicular.

(Anónimo, 1974; Toth y Turk, 1975; Charles, Aceves y Tah, 1982; Lancaster, 1964; Longoria, Alcalde, García, 1975).

De acuerdo a los fines del presente trabajo se discutirá brevemente el 2º, 3º y 4º factor.

El fierro en los suelos encharcados

Cuando el oxígeno es excluído del suelo, como en las inundaciones, los compuestos de fierro férrico son reducidos a la forma ferrosa. En suelos bien drenados, el fierro está normalmente en estado férrico y los compuestos férricos son muy insolubles. Los compuestos ferrosos son mucho más solubles, pero cuando se añaden a suelos bien drenados son oxidados rápidamente al estado férrico (Tisdale y Nelson, 1970).

Los suelos de Marín, N.L. son arcillosos, lo cual provoca lo anterior, afectando las formas en que se encuentra disponible el fierro para las plantas ocasionando síntomas de deficiencia.

Longoria, Alcalde y García (1975) mencionan que el dar tratamientos de inundación a suelos calcáreos trae como consecuencia abatimientos en el potencial de oxidación reducción que conducen a un incremento notorio de iones Fe^{++} , también que esto se presenta una menor absorción de manganeso y un aumento en la absorción de fierro.

Potencial osmótico

Charles, Aceves y Tah (1982) mencionan que a diferen-

tes gradientes de potencial osmótico afectan el aprovechamiento de los nutrientes del suelo, por el cultivo del frijol; ya que en el trabajo realizado por ellos, se encontró que el contenido de nitrógeno y fósforo extraídos en el material vegetal tiende a disminuir a medida que se incrementa el potencial osmótico.

Algunos autores indican que la salinidad posee una curiosa facultad de limitar el crecimiento de las plantas - sin causar daños o lesiones evidentes. Las hojas parecen tener más o menos la actividad metabólica, en proporción a su tamaño, que las hojas normales (Neiman citado por Charles, Aceves y Tah, 1982).

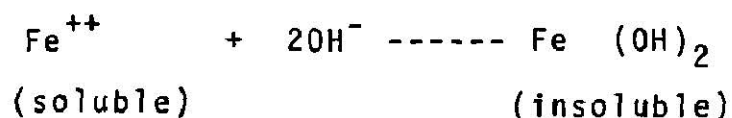
PH del suelo

El PH del suelo es un factor muy importante en nutrición, y en general, en la vida de las plantas (Rojas, 1979).

El grado de acidez o alcalinidad del suelo influye en el grado de asimilabilidad de algunos nutrientes de las - plantas, y en la eficiencia y utilización de otros por el vegetal (Lancaster, 1964; Schütte, 1966; Teuscher y Adler, 1974).

Los cationes micronutrientes son mucho más solubles y asimilables bajo condiciones ácidas. En suelos muy ácidos existe una abundancia relativa de los iones Fe, Mn, Zn, y Cu. Bajo estas condiciones las concentraciones de uno o más de estos elementos son, a menudo, lo suficientemente altas para ser tóxicas para la mayor parte de las plantas (Buckman y Brady, 1970).

A medida que el PH va aumentando, las formas iónicas de los cationes micronutrientes son cambiables a hidróxidos u óxidos, por ejemplo el ion ferroso, que bajo esta condición cambia de una forma soluble a una insoluble.



(Buckman y Brady, 1970)

El aumento en el PH está asociado con el incremento en la cantidad de calcio y magnesio en la solución del suelo (Foth y Turk, 1975).

En sí las reacciones del suelo juegan un factor importante en la determinación del estado nutricional de éste (Truog, 1951).

Los valores comprendidos entre 6.0 a 7.0 resultan ser los más favorables para el aprovechamiento y la efectividad de la mayoría de los nutrientes (Lancaster, 1964; Jacob y Uesküll, 1973).

La disponibilidad de algunos nutrientes disminuye con un aumento del PH, por ejemplo el fierro y el manganeso -- (Foth y Turk, 1965; Buckman y Brady, 1970).

El ion férrico (Fe^{+++}) es soluble desde PH 3.0 hasta un poco arriba de PH 5.0, quedando así a disposición de las plantas; a un PH neutro o ligeramente mayor predomina el ion ferroso (Fe^{++}) y a PH cercano a 8.0 siguen siendo solubles los humatos ferroso y férricos, cuya solubilidad es evidente a valores mayores de PH 8.0 (Teuscher y Adler 1974).

En general en las zonas bajas del estado de Nuevo -- León el PH predominante es de 7.0 a 8.5, en el caso de Marín, N.L. el de 7.5, predominando además los suelos calcáreos, debido a ésto se presentan serios problemas en los cultivos por deficiencias de elementos nutritivos, ya que no se encuentran en forma asimilable, éste es el caso particular del fierro.

Absorción del fierro

La absorción del fierro puede ser de varias formas:

Através de las hojas

De la solución del suelo

De iones intercambiables en la superficie de la arcilla y del humus.

De minerales que se descomponen con facilidad.

(Tamhane, Motiramani y Bali, 1978; Tisdale y Nelson, 1970; Trocme y Gras, 1972).

Desde hace mucho tiempo se sabe que las plantas son capaces de absorber elementos esenciales por sus hojas, la absorción tiene lugar por los estomas y también a través de la cutícula de las hojas. El movimiento de los elementos es rápido a través de los estomas, pero la absorción total puede ser a través de la cutícula (Tamhane, Motiramani y Bali, 1978; Henkes, 1970).

Henkes (1970) y Wittwer (1970), indican que la proporción de absorción por los estomas es elevada cuanto mayor es el número de estomas en las hojas.

Sin embargo algunos investigadores indican lo contrario.

Las hojas jóvenes absorben las sustancias nutritivas con mayor rapidez que las viejas y tanto la superficie superior como la inferior absorben igualmente bien los nutrientes.

Las hojas viejas pierden los nutrientes con más rapidez que el follaje nuevo (Witter, 1960; Witter, 1964; Gros, 1976).

Los agentes mojantes, humectantes o surfactantes facilitan grandemente el paso de los materiales de aspersión hasta las cavidades estomáticas y por lo tanto se mejora la absorción (Henkes, 1970; Wittwer, 1970).

Las plantas leñosas y herbáceas son capaces de absorber nutrientes a través de la superficie de sus tallos o troncos y frutos (Witter, 1960; Witter, 1964; Wittwer, 1970; Tamhane, Motiramani y Bali, 1978).

La absorción foliar puede ser afectada por la hora del día, humedad, luz y obscuridad, agentes humectantes y portadores salinos ya que son diferentes los efectos según el nutrimento, aunque estos efectos no están bien aclarados (Witter, 1960; Witter, 1964).

La absorción del ión hierro es en forma divalente y trivalente (Férrica Fe^{+++} y ferrosa Fe^{++}) por las raíces o a través de las hojas como sales orgánicas o como complejos de hierro llamados quelatos (Tamhane, Motiramani y Balli, 1978).

Aunque el ión férrico (Fe^{+++}) puede ser absorbido por las plantas, la forma activa metabólica parece ser el ión ferroso (Fe^{++}) (Tisdale y Nelson, 1970).

Transporte de nutrientes

Los nutrientes son transportados por la corriente de savia y llegan hasta las partes de la planta donde ocurre la conversión de las materias primas en diversos productos intermedios y finales.

Las velocidades de absorción y el grado de distribución en la planta varían considerablemente con el nutriente.

El uso de radioisótopos ha sido importante para la obtención de los conocimientos sobre la alimentación foliar; se han hecho mediciones precisas de la absorción y transporte de los nutrientes.

Algunos autores sugirieron que el transporte de hierro dentro de la planta debe ser afectado por el PH del tejido de conducción; se ha observado que las acumulaciones de hierro generalmente ocurren donde el PH es alto, encontrándose éste en formas no aprovechables (Ohlrogge, 1957; Witter, 1964; Witter, 1964; Greulach y Adams, 1970; Bukovas, Witter y Tukey, 1971; Bukovas y Wittwer citados por García, 1979; Brown citado por García, 1979).

Síntomas de deficiencia

Es de gran importancia el detectar las deficiencias minerales en los cultivos ya que su manifestación varía entre las especies cultivadas, debido a que el requerimiento de nutrientes es diferente.

En el caso del hierro la deficiencia se puede manifestar como una clorosis que va de imperceptible hasta una clorosis fuerte, entre éstos dos extremos existe un gradiente deficitario que en algún punto afecta los componentes del rendimiento (Ramírez, 1981).

Algunos autores mencionan que la deficiencia de hierro se manifiesta como una clorosis típica, los síntomas se presentan primero en las hojas jóvenes, debido a que el

fierro es relativamente inmóvil. En general, las áreas internervaduras de las hojas jóvenes se vuelven verde pálido y amarillas, pero las nervaduras se mantienen verdes; a medida que la deficiencia aumenta, aparecen en los espacios internervaduras, áreas necróticas o muertas (Collings, 1958; Edmond, Senn y Andreus, 1967; Russell, 1968; Tisdale y Nelson, 1970; Gros, 1976).

La clorosis férrica muy pocas veces es debida a una falta de fierro en el suelo, siendo más frecuente a que su absorción es difícil a causa de un exceso de cal que inmoviliza el fierro en el suelo.

La deficiencia de fierro se presenta principalmente en árboles y arbustos cultivados como los cítricos, así como también las leguminosas como la soya y el frijol; fresas nortalizas y plantas ornamentales. También se presenta en sorgo creciendo en suelos neutros o alcalinos. El desarrollo se retarda y los entrenudos son cortos, teniendo plantas de porte bajo, la formación de yemas florales se reduce enormemente. Si no se corrige la deficiencia la planta puede llegar a la muerte (Tisdale y Nelson, 1970; Jacob Desküll, 1973; Gros, 1976; Russell, 1968).

La clorosis férrica también puede ser inducida por deficiencia de algunos elementos como el potasio, ya que éste contribuye a la movilidad del hierro en la planta (Russell, 1968; Bear, 1969; Demolon, 1972; Trocme y Gas, 1972; Teuscher y Adler, 1974; Tamhane, Motiramani y Bali, Foth y Turk, 1975; Anónimo, s.f.).

Deficiencia fisiológica

La "deficiencia fisiológica" es común tratándose de ciertos elementos menores. La capacidad de las plantas para absorber el elemento nutritivo está afectada por el comportamiento de otros, por ejemplo el potasio, calcio y - - magnesio. Las plantas manifiestan los síntomas típicos de la deficiencia de un elemento determinado, siendo que según análisis químico, dicho elemento se encuentra en el suelo en forma aprovechable y en concentración satisfactoria (Teuscher y Adler, 1974).

Hambre oculta

Como se mencionó anteriormente la manifestación de la

deficiencia de fierro en las plantas, puede ser desde una clorosis imperceptible hasta una clorosis aguda.

El término de "hambre oculta" según National Plant Food, 1982; se le da al punto en el cual una planta no muestra síntoma alguno, a pesar de que el contenido de nutrientes no es suficiente para dar su máximo rendimiento posible, ya que se encuentra en el punto más importante del crecimiento. Se presenta en la zona situada entre las deficiencias agudas y los rendimientos máximos.

En comparación con la deficiencia aguda, el "hambre oculta" se roba mucho más los rendimientos y las ganancias, debido a que está distribuida en toda la planta y pasa desapercibida.

El "hambre oculta" únicamente puede ser detectada mediante pruebas con tejidos de la planta, ya sea en el campo o en el laboratorio, ya que mediante estos, la planta refleja el nivel de nutrición (Sauchelli, 1957; Ohlrogge, 1957; Anónimo, 1967; Anónimo, 1968; Tisdale y Nelson, 1970).

Formas de corregir las deficiencias

Para tratar de contrarrestar los daños por clorosis -

férrica, han sido probados varios métodos que de una forma directa o indirecta tratan de abastecer a las plantas con Fe^{++} ; esto se puede lograr con aplicaciones de sulfato ferroso ($FeSO_4$) al follaje y al suelo, así como quelatos de hierro al suelo o al follaje con productos como (ácido etilén-diaminotetra acético Fe-EDTA), e inyecciones de sales de hierro en el tronco de los árboles (Sauchelli, 1957; Collings, 1958; Thompson, 1966; Russell, 1968; Selke, 1968; Edmond, 1967; Bear, 1969; Trocme y Gras, 1972; Mateo, Terron, 1973; Jacob y Uesküll, 1973; Longoria., Alcalde y García, 1975).

Otras prácticas para tratar de contrarrestar la deficiencia de hierro son:

Tratamientos de preinundación, drenaje eficiente, cosecha de cobertura, cultivo superficial, injerto de variedades susceptibles sobre patrones resistentes (Holmes y Brown, 1964; Longoria, Alcalde y García, 1975).

Las aplicaciones de hierro directamente al suelo no se recomiendan, ya que son poco efectivas (Thompson, 1966).

Como el aplicar hierro al suelo es ineficiente, se recomiendan las aspersiones foliares con sulfato ferroso y -

quelatos (Thompson, 1966).

En la actualidad el uso de los quelatos no es muy común, ya que su costo es elevado y no es reductible.

Las aplicaciones foliares se deben hacer durante las etapas tempranas de crecimiento como la floración y fructificación de los cultivos, para obtener buenas respuestas y rendimientos favorables (Witter, 1960; Thompson, 1966).

El número de aspersiones depende del grado de la deficiencia, pudiendo ser de 3 a 4 cada 10 a 15 días; algunas plantas requieren varias aspersiones durante toda la estación, como es el caso de los críticos (Thompson, 1966; Larrea, 1969).

Las concentraciones más adecuadas para controlar la clorosis férrica dependen de la intensidad de ésta, pero pueden ser de 0.5 a 2.0%, ya que una concentración mayor puede causar daños fitotóxicos (Ramírez, 1981; Larrea, 1969).

Efecto de las giberelinas sobre la floración

La iniciación floral está determinada por el genotipo,

pero pueden intervenir condiciones ambientales específicas para provocar este fenómeno. La función que desempeñan - ciertos reguladores del crecimiento para inducir la iniciación floral es también de gran importancia. Las giberelinas son las únicas sustancias químicas capaces de reemplazar ciertas condiciones ambientales específicas (temperatura, horas luz) que controlan la formación de flores (Devlin, 1975; Weaver, 1976; Sivori, Montaldi y Caso, 1980).

Wittwer y Bukovac citados por Weaver (1976) indican - que la formación de flores en plantas de día corto o de día largo-corto puede controlarse mediante la regulación - del nivel endógeno de giberelinas, esto se ha demostrado - en plantas de día largo, en algunas especies como la lechuga escarola, rábano y mostaza.

Más sin embargo, Miller (1967) menciona que no puede decirse que las giberelinas sean la causa directa del florecimiento, sino que éstas pueden cambiar el hábito de la planta, por ejemplo, muchas plantas de día largo permanecen en estado de roseta durante los días cortos, y se alargan cuando los días son largos, el primer efecto de las giberelinas es producir la elongación; la floración es un - efecto indirecto.

Abscisión y "amarre"

Abscisión es el fenómeno de ablación o caída natural de ciertos órganos, en particular de hojas, brácteas, p^e-ruñas, frutos, semillas y de flores u otros órganos como pétalos, sépalos, estambres y estilos (Weaver, 1976; Sivori, Montaldi y Caso, 1980).

Los factores que promueven la abscisión pueden ser: - ausencia de fecundación en flores maduras, bajo contenido de hidratos de carbono, condiciones de sequía edáfica, días cortos y deficiencia de nutrientes (Sivori, Montaldi y Caso, 1980).

Este fenómeno está regulado por factores hormonales, en particular por auxinas y etileno; las giberelinas y citoquininas también intervienen, pero en forma indirecta, a través de la influencia que ejercen sobre los niveles auxinicos (Sivori, Montaldi y Caso, 1980).

Weaver (1976) menciona que probablemente las hormonas activas en la abscisión de las hojas sean también activas - en la de los frutos y tengan mecanismos similares de acción. En un principio se creía que las auxinas controlaban la abscisión de los frutos.

La producción de auxinas, giberelinas y citocininas - en las flores y hojas jóvenes y en los frutos en crecimiento determina procesos activos de redistribución de nutrientes y fotosintatos hacia esos órganos, impidiendo la senescencia y abscisión. Cuando los estados nutricional o hídrico son deficientes, los órganos en crecimiento compiten entre sí (especialmente entre hojas y frutos jóvenes) por la disponibilidad de nutrientes o de agua y determinan la retención de muchos de aquellos en la planta a expensas de la abscisión de los restantes (Sivori, Montaldi y Caso, - 1980).

Previamente a la abscisión de un órgano de la planta, suele formarse una capa de tejido especial en su base, que es fácil de distinguir de los demás que lo rodean, a esta parte se le llama zona de abscisión (Devlin, 1975).

Addicott y Lynch citados por Devlin (1975) demostraron que el factor más importante en la regulación de la abscisión consiste en la presencia de un gradiente de auxina a lo largo de la zona de abscisión.

Sivori, Montaldi y Caso (1980) mencionan que cuando el gradiente auxínico decrece desde el órgano hacia el tallo, la abscisión se inhibe, mientras que cuando el gra-

diente se invierte, el fenómeno se estimula. Este es el caso de las flores maduras, no polinizadas, o de las hojas viejas en fase de senescencia y también el de los frutos maduros en los que la producción de auxina ha decaído sensiblemente; los niveles auxínicos se han alterado experimentalmente donde se ha puesto en evidencia dicho fenómeno, ya que cuando se hacen aplicaciones proximales (del lado del tallo) en la zona de abscisión se altera el gradiente en favor de esa zona provocando la caída del órgano. Lo contrario ocurre cuando se hacen aplicaciones distales (del lado del órgano) ya que se inhibe o se retarda la abscisión.

Prácticas para evitar la abscisión o para inducir el crecimiento del fruto

Muchas veces el frijol debe cultivarse en condiciones ambientales que son desfavorables para el "amarre" de frutos. El clima cálido y seco durante la floración es la condición más desfavorable; temperaturas superiores a 32°C hacen que los botones florales se caigan. Cuando se presentan días cálidos y secos durante el intervalo normalmente corto de floración y formación de vainas es cuando ocurren los grandes incrementos en el bajo "amarre" de fruto. Sin embargo, la aplicación de un regulador del crecimiento

puede contrarrestar los efectos desfavorables del clima, incrementando los rendimientos en un 40% al fomentar la producción de más vainas de menor tamaño (Wittwer y Murneek citados por Weaver, 1976).

En la actualidad, pocos reguladores del crecimiento han logrado aceptación comercial, pero su potencial es muy real; además de aumentar los rendimientos ofrecen las siguientes ventajas:

Previenen el volteo o acame de los cultivos.

Aumentan la resistencia de las plantas al frío y la sequía.

Promueven la más temprana formación de frutos.

Hacen que los frutos tengan un mejor aspecto, etc.

Algunos de los productos que pueden usarse para este fin son: El Diaminozide, Clormequat, Hidroxipiridina maleíca, Ethephon, El ácido giberélico y otros (Dease, 1978).

En el caso específico del ácido giberélico, Dease (1978) menciona que puede usarse en gran cantidad de especies obteniendo buenos resultados.

Primo y Cuñat (1966) señalan que si se aplica ácido giberélico a las plantas de tomate antes de la fructificación

ción se evita la caída de los frutos. Ya que según Orellana (1976) el efecto primordial del ácido giberélico es la fijación de flores, principalmente aquellas que emergen de último.

Mitchell (1970) menciona que el ácido giberélico usado experimentalmente, estimula el crecimiento y cuajado de fruto en las plantas de tomate Earlypak.

Kresdorn y Cohen citados por Fabela (1978) mencionan que al efectuar aplicaciones con ácido giberélico (A_3) a vástagos florales de plantas de tangelo Orlando, se encontró que la producción aumentaba, pero las plantas presentaron efectos adversos como; defoliación, gran producción de frutos pequeños y cuarteado de los frutos; estos daños se presentaron cuando se hizo la aplicación en plena floración.

Otros autores mencionan que al asperjar con ácido giberélico a plantas de naranjo Washington Navel con frutos jóvenes, se incrementa grandemente el cuajado de frutos, más aún cuando esto se hizo al momento de la floración (Iwasaki citado por Franciosi y Ponce, 1970).

El ácido giberélico aplicado en forma de aspersion al

momento de la floración en uva, estimula el crecimiento, originando de parte de las plantas la producción de racimos muy sueltos con frutos grandes y alargados (Krezdorn, 1967; Mitchell, 1970; Dease, 1978).

Krezdorn (1967) menciona que algunas especies pueden ser sensibles al ácido giberélico como es el caso del tangelo Orlando que a concentraciones tan bajas como 2.5 a 10ppm han aumentado el rendimiento, pero sin embargo, a una concentración de 25 ppm o más, ha dado lugar a caída de hojas y los frutos han adquirido una cáscara gruesa.

El crecimiento de la papa blanca ha sido estimulado bajo algunas condiciones, con la aplicación de ácido giberélico, pero ésto no se recomienda como práctica cultural para este cultivo. Ya que el ácido giberélico exógeno puede alterar el período latente de la papa y, bajo ciertas condiciones, acelerar el crecimiento de las yemas (Mitchell, 1970).

La aplicación de ácido giberélico se deberá hacer solamente con agua y no con productos químicos como pesticidas pues algunos de éstos muestran incompatibilidad (Orrellana 1976).

Orellana (1976) menciona que siempre que se aplique ácido giberélico se debe de tomar en cuenta la fertilidad del suelo, puesto que a mayor número de flores fijadas corresponde un mayor número de frutos y por ende mayor extracción de nutrientes habrá, por lo tanto hay que fertilizar bien para mantener la fertilidad del suelo; lo anterior quedó manifestado en los experimentos realizados anteriormente por Elizarrarás (1974) y Fabela (1978), donde en las plantas tratadas con ácido giberélico se observó un crecimiento y una clorosis excesiva, siendo ésto, síntomas de deficiencia como producto de la mayor respuesta vegetativa.

Las aplicaciones de ácido giberélico deberán hacerse por la mañana o por la tarde, o bien en días nublados para que no afecte la absorción del mismo la radiación solar (Orellana, 1976).

MATERIALES Y METODOS:

Localidad

El presente trabajo se efectuó en el campo agrícola - experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, que se encuentra ubicado en el Km 17 de la carretera Zuazua - Marín, en el municipio de Marín N.L., cuyas coordenadas geográficas son 25°53' Latitud Norte y 100°03' Longitud Oeste, con una altitud de 367.3 - - M.S.N.M.

La temperatura media anual es de 22°C y la precipitación promedio anual es ligeramente superior a los 500 mm.

El clima predominante en la región es semiárido - - BSo (h')hx(e') de acuerdo a la clasificación climática de - Koppen modificada por García (1973).

Genotipo estudiado

El genotipo que se estudió fué la variedad "Delicias-71 Selección Benavides # 4" del programa de Mejoramiento - de Maíz, Frijol y Sorgo de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, no susceptible a presentar clorosis por deficiencias de fierro en los suelos del área de in -

fluencia del presente estudio.

Caraterísticas del genotipo

Días a floración	47 días
Hábito de crecimiento	Tipo II (Indeterminado erecto arbustivo según CIAT).
Color de flor	Blanca
Color de testa	Pinto bayo café
Días a madurez fisiológica	103
Color de tallo	Verde
Tamaño de semilla	Chica
Rendimiento	2833 Kg/Ha. bajo riego

Diseño experimental

Se estudiaron cuatro tratamientos, los cuales se distribuyeron bajo un diseño experimental de bloques al azar, con cuatro repeticiones. Las unidades experimentales constaron de 4 surcos de 5.0 metros de largo con una separación entre surcos de 0.80 metros, tomándose como parcela útil los 2 surcos centrales, eliminándose las plantas de las cabeceras de los mismos.

Los tratamientos fueron:

- T₁ Testigo
- T₂ Fertilizado con Sulfato Ferroso (1.5%)
- T₃ Aplicación de ácido giberélico (75 ppm)
- T₄ Fertilizado con sulfato ferroso (1.5%) más
Aplicación de ácido giberelico (75 ppm)

Fertilización y aplicación de ácido giberélico

Fertilizante: Sulfato ferroso ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) al 100%
Productos Químicos Monterrey S.A.

Acido giberélico: Pfizer S.A. de C.V.

Aspersora (mochila)

Para la aplicación de los tratamientos se procedió de la siguiente manera: Primeramente se prepararon 15 litros de solución al 1.5% en agua de sulfato ferroso y otra solución a 75 ppm de ácido giberélico, éste previamente se diluyó en 10 cc de alcohol etílico. Posteriormente se hicieron las aspersiones por separado, aunque en el caso del tratamiento # 4 primeramente se llevó a cabo la fertilización.

En todos los casos la aplicación se efectuó a los 55

días después de la siembra cuando el 50% de las plantas presentaban flores en anthesis.

Labores culturales

Se efectuaron el aporque y tres deshierbes; estas prácticas se realizaron con azadón. A la vez que se iba eliminando la maleza se les arrimaba tierra a las plantas. La maleza que se presentaba cerca de las plantas de frijol se eliminaba con la mano para evitar daños al cultivo.

Los deshierbes se hicieron a los 42, 62 y 70 días después de la siembra, éstos se efectuaron así debido a que en un principio no hubo incidencia de malezas.

Control de plagas y enfermedades

Material: Lucathión

A los 46 días después de la siembra se efectuó una aplicación de lucathión a razón de 750 ml en 400 litros de agua, para prevenir el posible ataque de chicharrita (Empoasca fabae Harris) ya que en cultivos cercanos a la parcela experimental comenzaba a presentarse.

Siembra

Antes de realizarse la siembra se preparó adecuadamente el terreno para éste fin utilizandose la maquinaria necesaria: Tractor, rastra, arado, etc.

La distancia entre surcos fué de 80 centímetros; se sembró con tractor partiendo el lomo del surco, quedando la semilla en el fondo del mismo, a una distancia de 5 centímetros.

Una vez que se sembró se procedió a "arropar" la humedad para que ésta no se perdiera, para ésto se tumbó la parte superior del lomo del surco dándose un paso de rastra con tracción animal.

Luego que hubo emergido el total de las plántulas se realizó el aclareo dejando una planta cada 20 centímetros; ésto se llevó a cabo a los 18 días despúes de la siembra.

Riegos

Unicamente se dieron dos riegos, uno de presiembra y el otro de auxilio, los dos fueron por agua rodada.

El riego de auxilio se efectuó a los 19 días después de la siembra. No fué necesario dar más riegos debido a que el suelo mantuvo su humedad por las precipitaciones que se presentaron en estas fechas y que fueron suficientes para el desarrollo del cultivo.

Muestreos

Se hicieron 5 muestreos y éstos fueron a los 25, 53, 66, 84 y 101 días después de la siembra, las plantas se seleccionaban aleatoriamente llevándose posteriormente al laboratorio, disectándose en sus diferentes órganos para así poder determinar las variables experimentales, para ésto las plantas se cortaban al ras del suelo y se colocaban en bolsas para su transporte.

El primer muestreo no se tomó en cuenta en el análisis estadístico debido a que se tomaron 10 plantas al azar de todo el lote experimental. El muestreo #5 fué al momento de la cosecha.

VARIABLES ESTUDIADAS

Fisiológicas

Peso seco del fruto

Grano

Pericarpio

Vainas. Suma del peso de los dos órganos.

Para determinar estas variables se colocó el material en la estufa a 65°C durante 48 horas para su deshidratación.

Morfológicas

Tallo

Número de nudos del tallo principal y de ramas de primero, segundo y tercer orden.

Número de ramas primarias y secundarias

Organos reproductores: Solamente se consideraron los frutos desde que se desprendía la corola y se dejaba expuesta la vaina.

Vainas por planta: Número total de vainas presentes - incluyendo las vanas.

Posición de vainas: Esto se refiere al nudo, ya sea - del tallo principal o de la ramificación en que se desarrollaron.

Longitud: Esta se determinó midiendo desde el punto de - - unión entre el pedicelo y la vaina hasta la parte -

distal de la misma.

Granos por vaina: En los muestreos 4 y 5 se determinó el número de granos por vaina, especificando el número de granos abortados en la misma; para esto se abrió a la vaina y se procedía a contar los granos.

Semilla

Volumen: En la cosecha se determinó el volumen de las semillas por planta utilizando el método de Arquímedes.

RESULTADOS Y DISCUSION

En sus primeras etapas de plántula el crecimiento del cultivo fue normal; a los 25 días después de la siembra - cuando las plantas presentaban la tercera hoja compuesta - se empezaron a presentar daños de liebre (Lepus sp), las - cuales devoraban las partes tiernas de la planta. Cabe - aclarar que estos daños fueron uniformes en toda la parce- la experimental, por lo cual se consideró que el material todavía era susceptible de estudio.

A los 53 días después de la siembra se presentó la - floración, 2 días después de ésta se efectuaron los trata- mientos, 46 días después se llevó a cabo la cosecha. En - ninguna etapa del cultivo se manifestaron síntomas por de- ficiencias de nutrientes.

En seguida se presentan los resultados obtenidos y pa- ra una mejor comprensión de estos, se hará una discusión breve después de la exposición y análisis de los resulta- dos obtenidos para cada variable.

VARIABLES MORFOLÓGICAS

Nudos del tallo principal

A los 25 días después de la siembra las plantas presentaban cuatro nudos en todas las parcelas; 28 días después, 2 días antes de iniciar los tratamientos la cantidad de nudos por planta de cada una de las parcelas asignadas a los tratamientos era diferente, existiendo una diferencia del 28% entre el tratamiento que presentaba el mayor número de nudos (tratamiento 3) contra el que presentaba el menor número de nudos (tratamiento 2), presentando el testigo una posición intermedia. En este caso el análisis estadístico detecta diferencias entre tratamientos (cuadro 1 del apéndice).

A los 66 días después de la siembra, 11 días después de efectuar los tratamientos, solamente el tratamiento 2 presentaba un incremento considerable en el número de nudos, desapareciendo la diferencia que tenía con el tratamiento 3 en el muestreo anterior. A partir de este momento todos los tratamientos mantuvieron valores constantes, cercanos a 10 nudos, con ligeras variaciones hasta el final del experimento (Fig. 1).

Los resultados anteriores nos sugieren que la aspersión de sulfato ferroso a los 55 días después de la siembra no indujo una mayor producción de nudos del tallo principal, coincidiendo esto con Nava (1982) y Carrillo (1983),

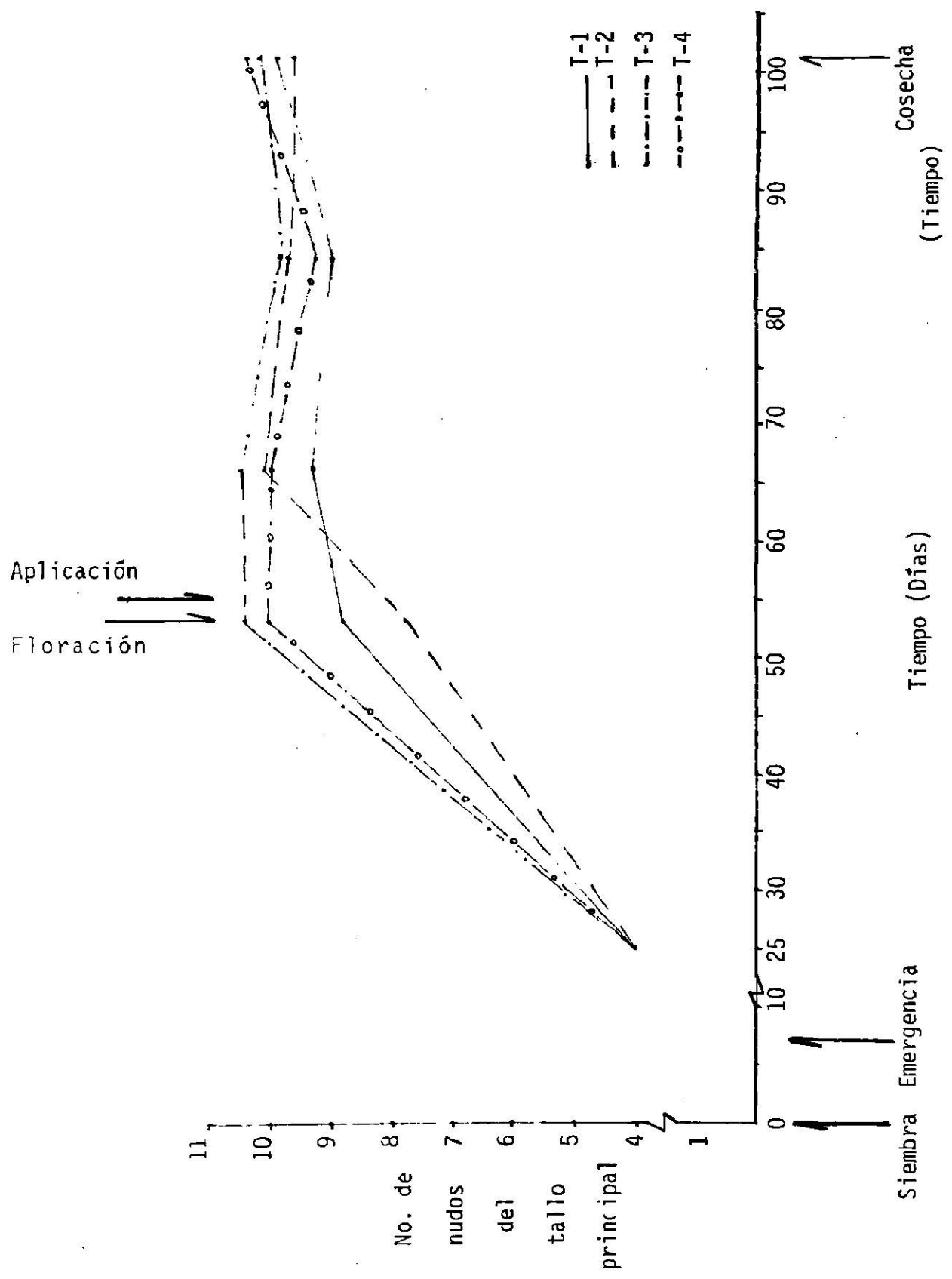


Figura 1. Producción de nudos del tallo principal de cada uno de los tratamientos durante el desarrollo.

aunque el trabajo de Ramírez (1981) sugiere lo contrario.

Así mismo dichos resultados sugieren que el ácido giberélico tampoco modificó esta variable.

Ramas primarias y secundarias por planta

La producción de ramas primarias y secundarias, en general, siguió la misma tendencia durante todo el ciclo. En el primer caso a los 53 días después de la siembra, 2 días antes de iniciar los tratamientos, las plantas de todas las parcelas experimentales presentaban casi el mismo valor en la producción de ramas primarias, aproximadamente de 3 ramas; 13 días después se presentaban diferencias en dicho valor, siendo el tratamiento 3 el que presentaba el máximo valor con 6.5 ramas primarias/planta, mientras que el testigo y el tratamiento 2 presentaban el mínimo valor con 4.8 ramas primarias/planta. El análisis estadístico indica diferencias entre tratamientos (cuadro 6 del apéndice).

A los 84 días después de la siembra las diferencias anteriores habían aumentado manteniendo el tratamiento 3 el máximo valor con 8.9 ramas primarias/planta, el testigo presentaba el mínimo valor con 5.4 ramas primarias/planta,

mientras que el tratamiento 2 presentó un incremento pronunciado, presentando valores de 7.6 ramas primarias/planta; el análi--sis estadístico indica diferencias entre tratamientos (Cuadro 7 del apéndice).

A los 17 días después del muestreo anterior, las diferencias habían disminuido ; en el caso de los tratamientos 1 y 4 se manifestaron ligeros incrementos, mientras que en los tratamientos 2 y 3 se presentaron decrementos, siendo el segundo de estos el que presentó el máximo valor con - 7.1 ramas primarias/planta, mientras que los tratamientos 1 y 4 presentaron el mínimo valor con 6 ramas primarias/ - planta (Fig. 2); en este caso el análisis estadístico no - detecta diferencias entre tratamientos (Cuadro 8 del apéndice).

En el caso de la producción de ramas secundarias, al principio se manifestaron pequeñas diferencias, siendo el tratamiento 4 el que presentaba el máximo valor de 1,4 ramas secundarias/planta, mientras que el tratamiento 3 presentaba el mínimo valor con 0.3 ramas secundarias/planta.

A los 11 días después de iniciados los tratamientos, las diferencias se habían incrementado siendo ahora el - tratamiento 3 el que presentaba el máximo valor con 5.2 ra

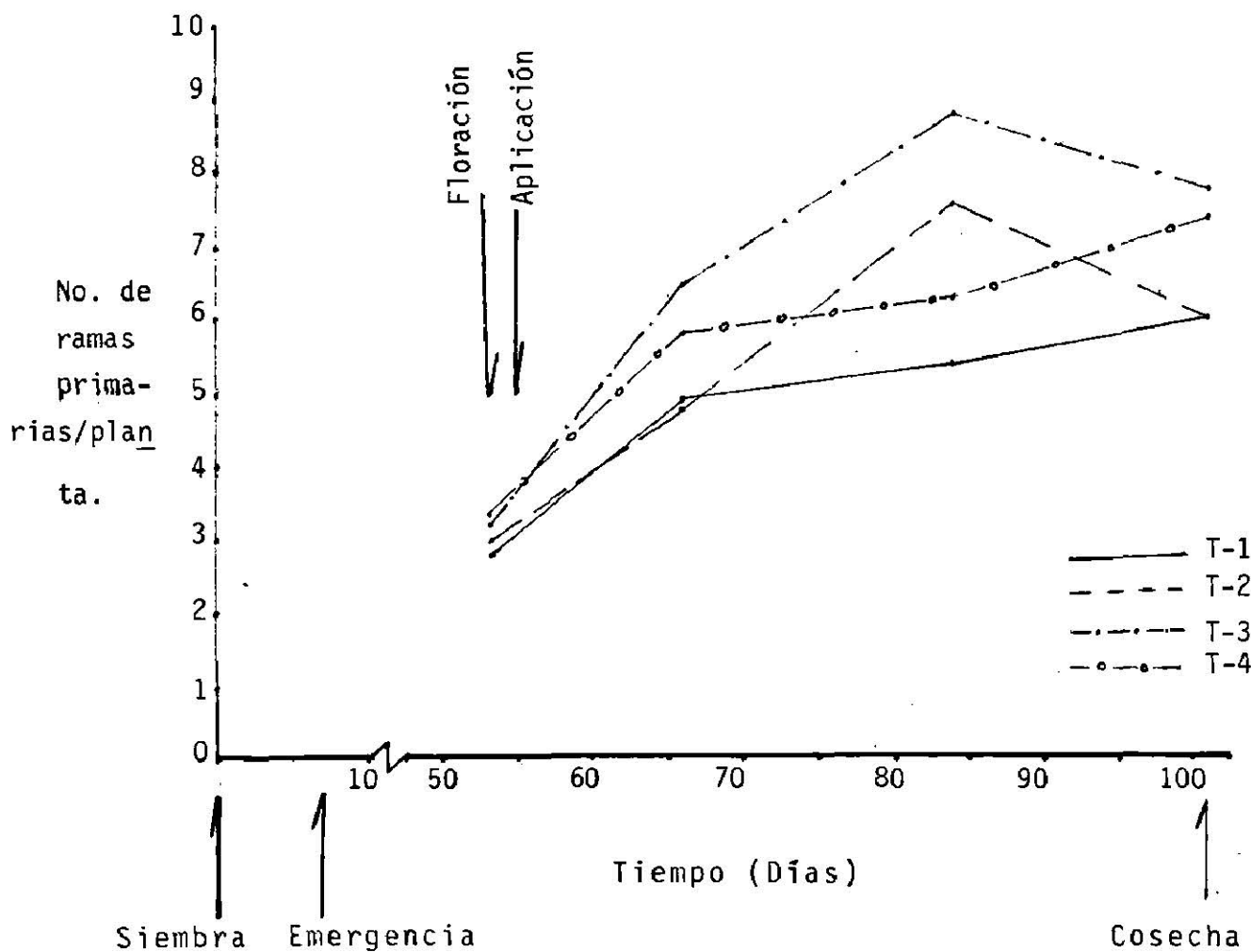


Figura 2. Número de ramas primarias/planta de cada uno de los tratamientos durante el desarrollo.

mas secundarias/planta. A los 84 días después de la siembra todos los valores se incrementaron, lo mismo las diferencias entre tratamientos, manteniendo el tratamiento 3 el máximo valor con 7.8 ramas secundarias/planta. Al final del crecimiento a los 101 días después de la siembra, solamente el tratamiento 3 manifestó un ligero incremento llegando a un valor de 8.1 ramas secundarias/planta, el cual fue el máximo valor alcanzado por los tratamientos; el resto de los tratamientos presentaron los mínimos valores, los cuales eran cercanos a 4.5 ramas secundarias/planta (Fig. 3). En ningún caso el análisis estadístico detecta diferencias entre tratamientos (cuadros 9, 10, 11 y 12 del apéndice).

Lo anterior nos sugiere que la aplicación del ácido giberélico indujo una mayor producción y/o elongación de brotes posiblemente debido a que éste induce una mayor elongación y división celular como lo menciona Mitchell (1970), provocando con esto que los brotes alcanzaran un tamaño adecuado para ser considerado durante la cuantificación de esta variable.

Por otra parte, aunque el análisis estadístico no detectó diferencias entre tratamientos, la producción de ramas secundarias sufrió el mismo efecto que en el caso anterior.

En el caso de la fertilización con sulfato ferroso aparentemente indujo una mayor producción de vástagos, aunque en menor grado que el producto anterior.

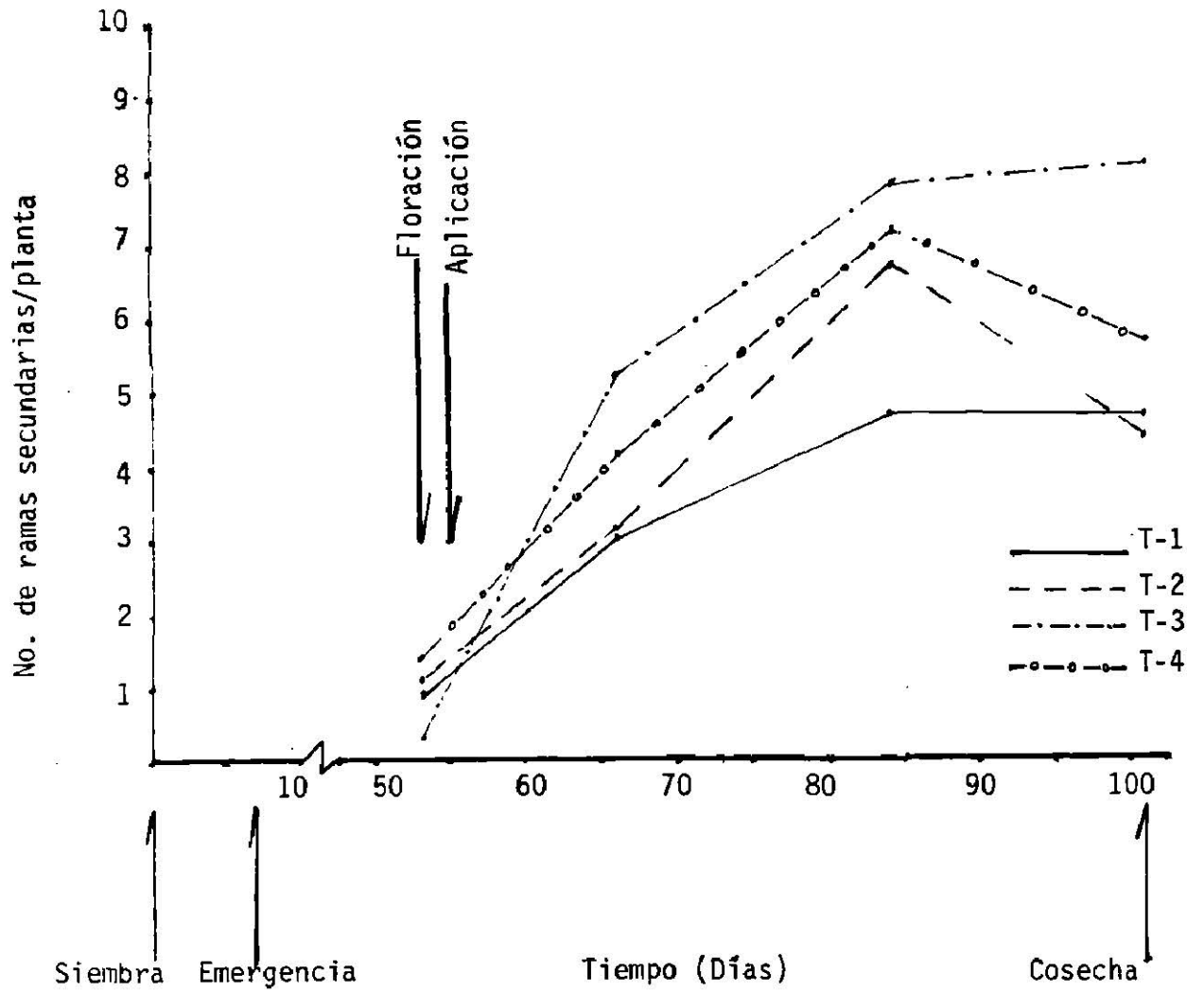


Figura 3. Producción de ramas secundarias/planta de cada uno de los tratamientos durante el desarrollo.

Nudos de ramas primarias y secundarias

La producción de nudos de ramas primarias y secundarias, en general, tuvieron la misma tendencia durante todo el ciclo. En el primer caso a los 53 días después de la siembra, 2 días antes de efectuar los tratamientos, había una pequeña diferencia entre los tratamientos, siendo el tratamiento 4 el que presentaba el máximo valor con 12.6 nudos de ramas primarias y el tratamiento 2 el mínimo valor con 10.2 nudos de ramas primarias, los tratamientos 1 y 3 presentaban valores intermedios; el análisis estadístico no detecta diferencias entre tratamientos (cuadro 13 del apéndice).

A los 11 días después de efectuar los tratamientos la diferencia absoluta aumentó, presentando los tratamientos 3 y 4 un valor de 24 nudos de ramas primarias siendo éste el máximo valor, el mínimo valor lo presentó el tratamiento 1 con 19 nudos de ramas primarias; el tratamiento 2 tuvo un valor intermedio. A los 29 días después de la aplicación de los tratamientos siguió aumentando la diferencia, presentando el tratamiento 3 el máximo valor con 30.6 nudos de ramas primarias; el mínimo valor lo presentó el tratamiento 1 con 22 nudos de ramas primarias, los demás tratamientos tuvieron valores intermedios (Figura 4). En es-

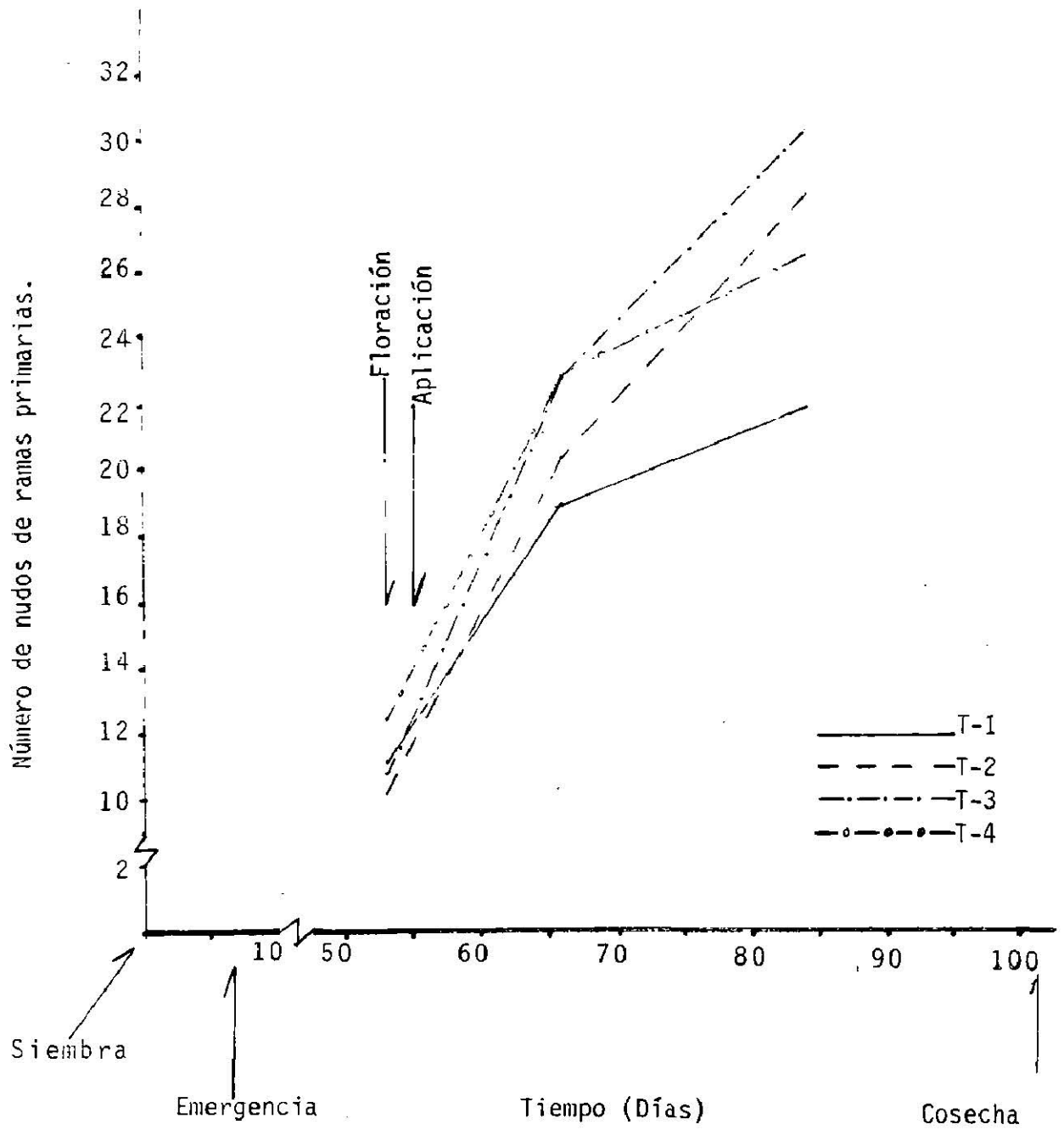


Figura 4. Número de nudos de ramas primarias de cada uno de los tratamientos durante el desarrollo.

tos dos últimos casos el análisis estadístico detectó diferencias entre tratamientos (cuadros 14 y 15 del apéndice).

En el caso de la producción de nudos de ramas secundarias al principio se manifestaron pequeñas diferencias, siendo el tratamiento 4 el que presentaba el máximo valor con 3 nudos de ramas secundarias, mientras que el tratamiento 3 presentaba el mínimo valor con 0.6 nudos de ramas secundarias; los demás tratamientos presentaban valores intermedios. A los 11 días después de efectuar los tratamientos, la diferencia se había incrementado, siendo ahora el tratamiento 3 el que presentaba el máximo valor con 14 nudos de ramas secundarias, mientras que el tratamiento 1 el mínimo con 8 nudos de ramas secundarias. A los 29 días después de la aplicación de los tratamientos, todos los valores se incrementaron, así como las diferencias entre tratamientos, manteniendo el tratamiento 3 el máximo valor con 21.1 nudos de ramas secundarias y el tratamiento 1 el mínimo valor con 13 nudos de ramas secundarias (Figura 5). En ningún caso el análisis estadístico detecta diferencias entre tratamientos (cuadros 16, 17 y 18 del apéndice).

Al igual que en la variable anterior, los resultados nos sugieren que en el ácido giberélico y el sulfato ferro

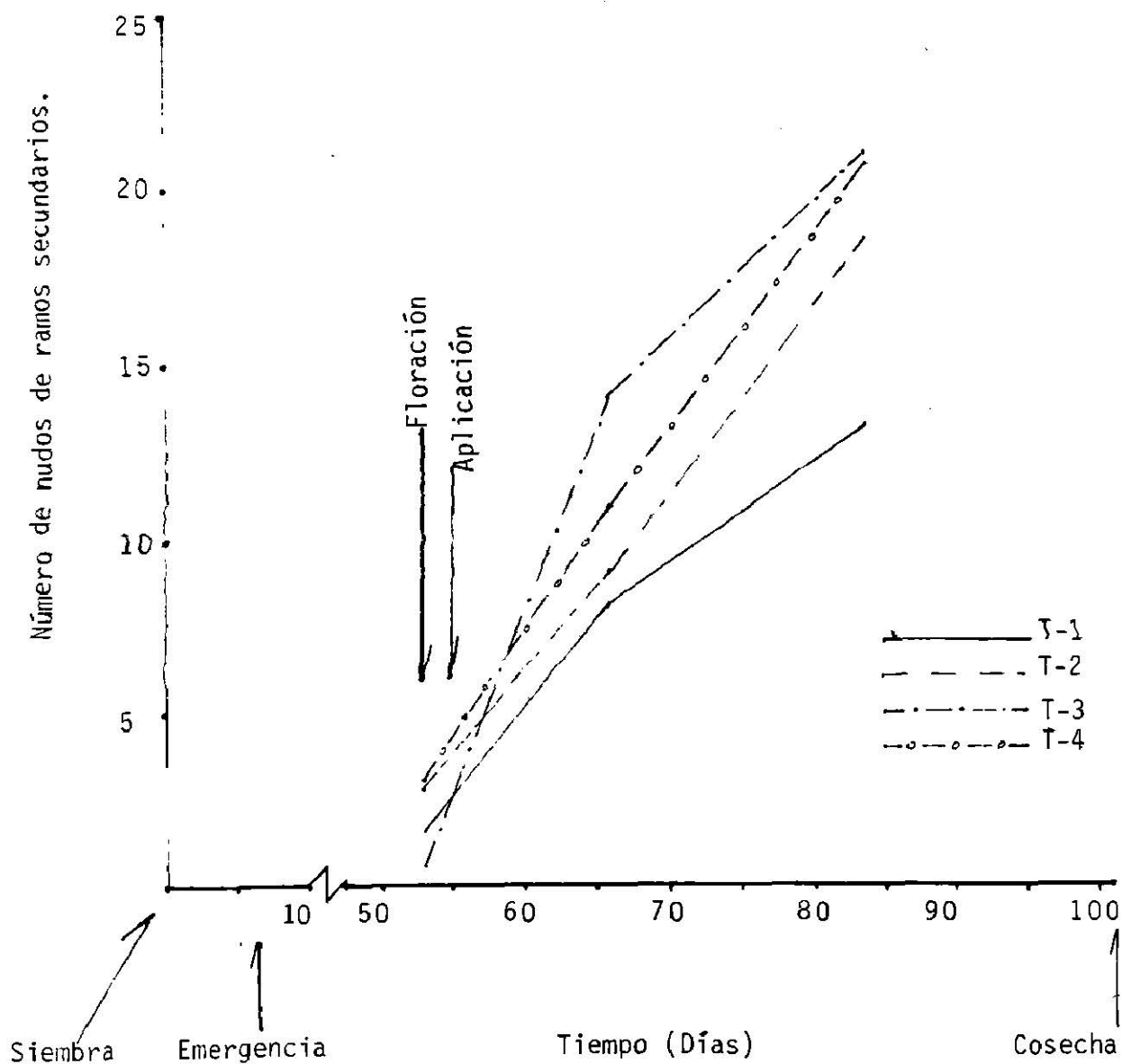


Figura 5. Número de nudos de ramas secundarias de cada uno de los tratamientos durante el desarrollo.

so tuvieron efecto sobre la producción de nudos de las ramificaciones, el segundo caso coincide con Ramírez (1981), esto se debió posiblemente a las causas ya discutidas en la variable anterior.

Vainas por planta

A los 66 días después de la siembra, 11 días después de efectuar los tratamientos se manifestó una diferencia del 40% entre los tratamientos 4 y 2, que eran los que presentaban el mayor y menor número de vainas por planta respectivamente, los demás tratamientos presentaban valores intermedios, no obstante que el análisis estadístico no detecta diferencias entre tratamientos (cuadro 19 del apéndice).

A los 29 días después de la aplicación de los tratamientos, la diferencia que existía entre los tratamientos 4 y 2 se redujo, manifestando los tratamientos 1 y 3 el máximo valor con 14.6 vainas/planta; el mínimo valor lo presentó el tratamiento 2 con 10.8 vainas/planta. A los 101 días después de la siembra, 46 días después de efectuar los tratamientos, se volvió a manifestar la diferencia entre los tratamientos 4 y 2, siendo ésta del 45%; el tratamiento 1 presentaba los mismos valores que el trata-

miento 4 con 14.9 vainas/planta aproximadamente siendo éste el máximo valor; el tratamiento 2 tuvo un decremento, alcanzando un valor de 8 vainas/planta siendo el mínimo (Figura 6).

Al igual que en el primer muestreo, en estos dos últimos el análisis estadístico no indica diferencias entre tratamientos (cuadros 20, 21 del apéndice).

Lo anterior nos sugiere que no hubo efecto del ácido giberélico ni del sulfato ferroso sobre la presencia de vainas, en el segundo caso los resultados no coinciden con Ramírez (1981), aunque sí con Nava (1982) y Carrillo (1983).

Longitud de vainas

A los 66 días después de la siembra, 11 días después de la aplicación de los tratamientos, había una diferencia del 25 % en la longitud de vainas que presentaban el mayor y menor valor de esta variable, siendo estos los tratamientos 3 y 1 respectivamente, los demás presentaban valores intermedios; en este caso el análisis estadístico indica diferencias entre tratamientos (cuadro 22 del apéndice). A los 84 días después de la siembra, 29 días después de la

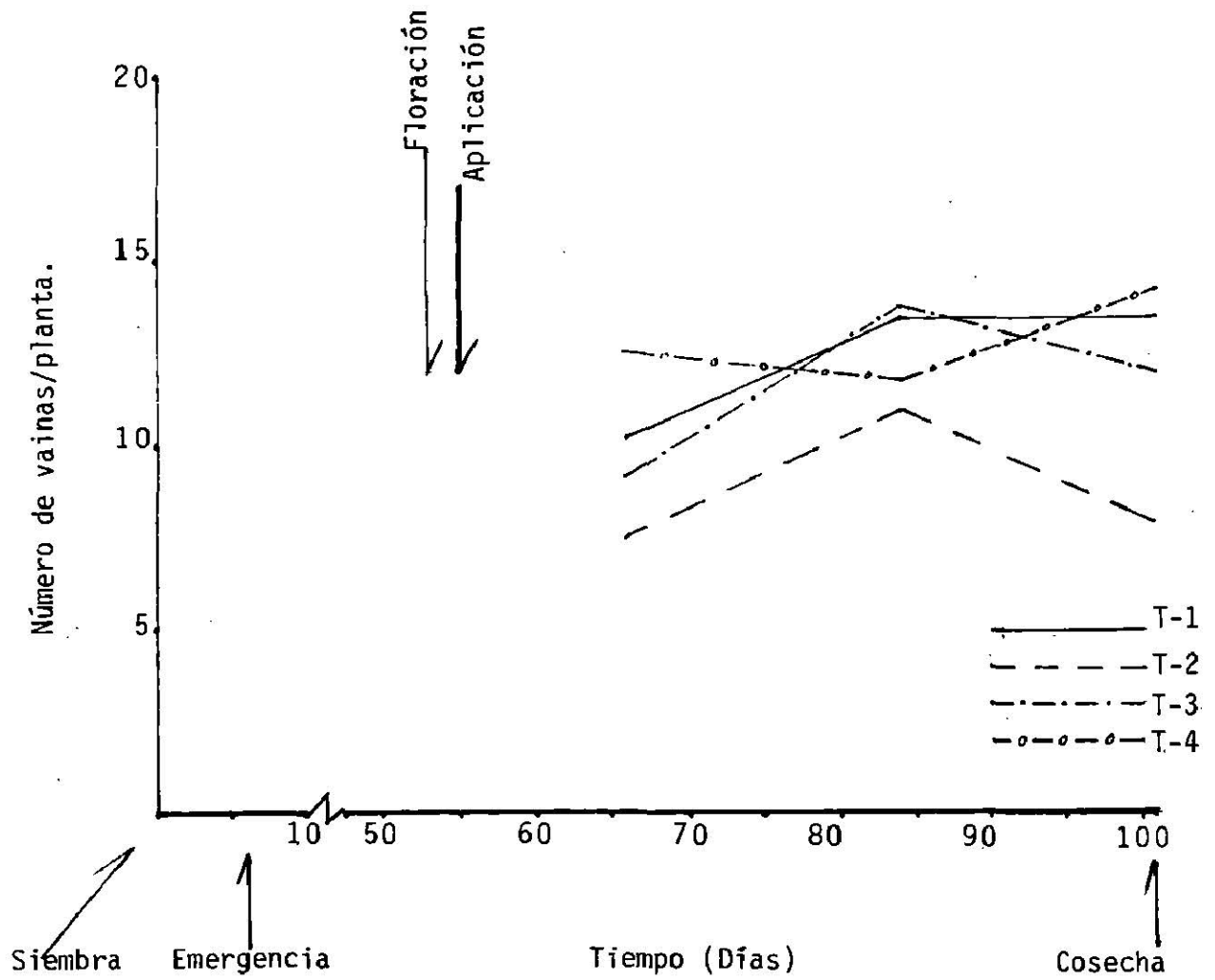


Figura 6. Vainas/planta de cada uno de los tratamientos durante el desarrollo.

aplicación de los tratamientos, la diferencia mencionada se redujo, desapareciendo prácticamente al final del ciclo a los 101 días después de la siembra (Figura 7). En estos dos últimos casos el análisis estadístico no detecta diferencias entre tratamientos (cuadros 23 y 24 del apéndice).

Lo anterior nos sugiere que no hubo efecto del ácido giberélico; pero en cambio la fertilización con sulfato ferroso indujo la presencia de vainas de mayor tamaño en los primeros días de la etapa productiva, coincidiendo esto con lo obtenido por Ramírez (1981) en el cual las plantas fertilizadas con sulfato ferroso presentaban vainas de mayor tamaño en las primeras etapas productivas, aunque al final del ciclo dichas diferencias habían desaparecido.

Granos por vaina

No se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos en los valores de esta variable, tal como lo indica el análisis estadístico (cuadros 25 y 26 del apéndice). El tratamiento 1 fue el que presentó el máximo valor con 4.3 granos/vaina, mientras que el tratamiento 3 presentó el mínimo valor con 3,2 granos/vaina. En general los tratamientos presentaron aproximadamente un 12.5 % de granos abortados (Figura 8).

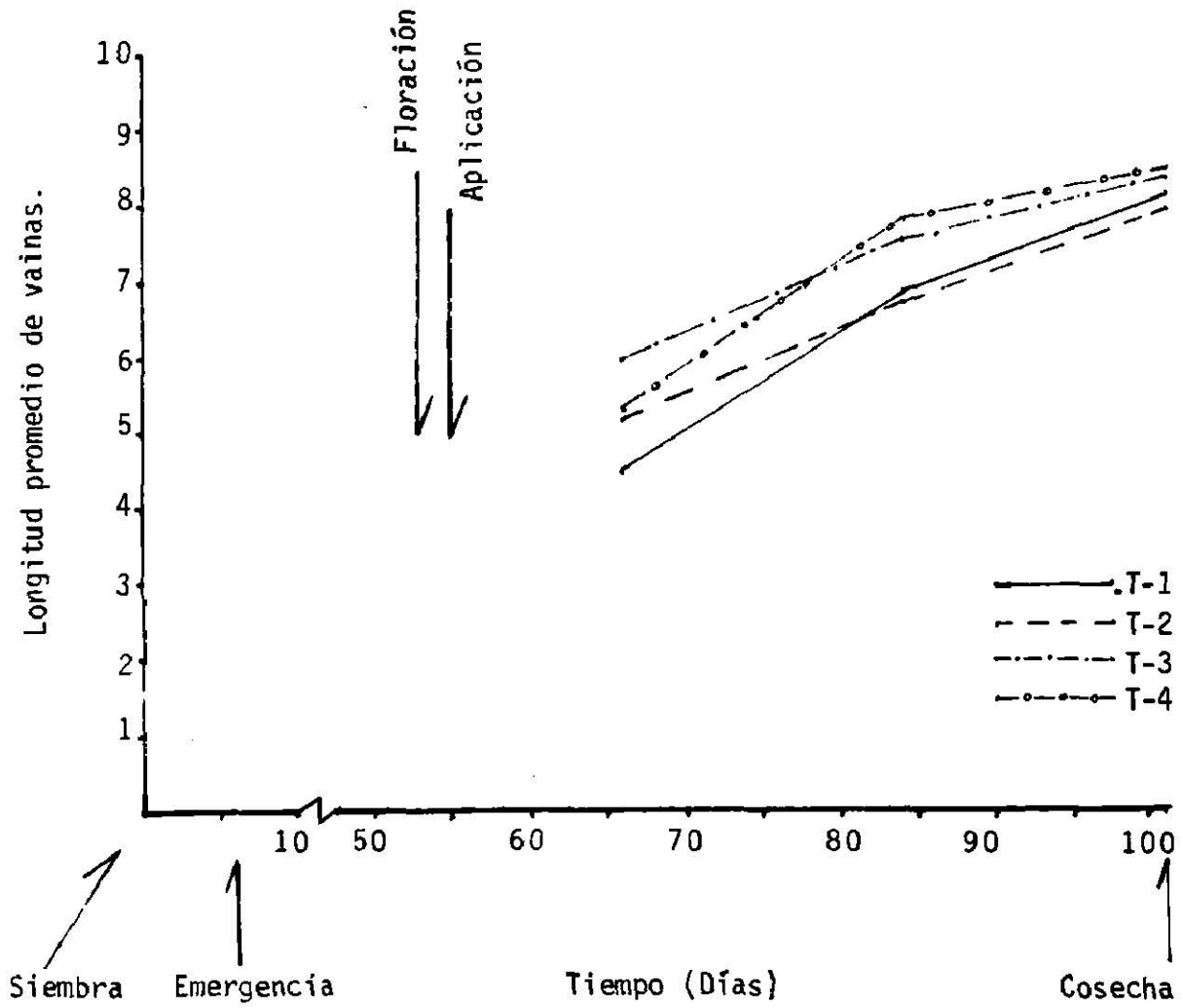


Figura 7. Longitud promedio de las vainas presentes de cada uno de los tratamientos durante el desarrollo.

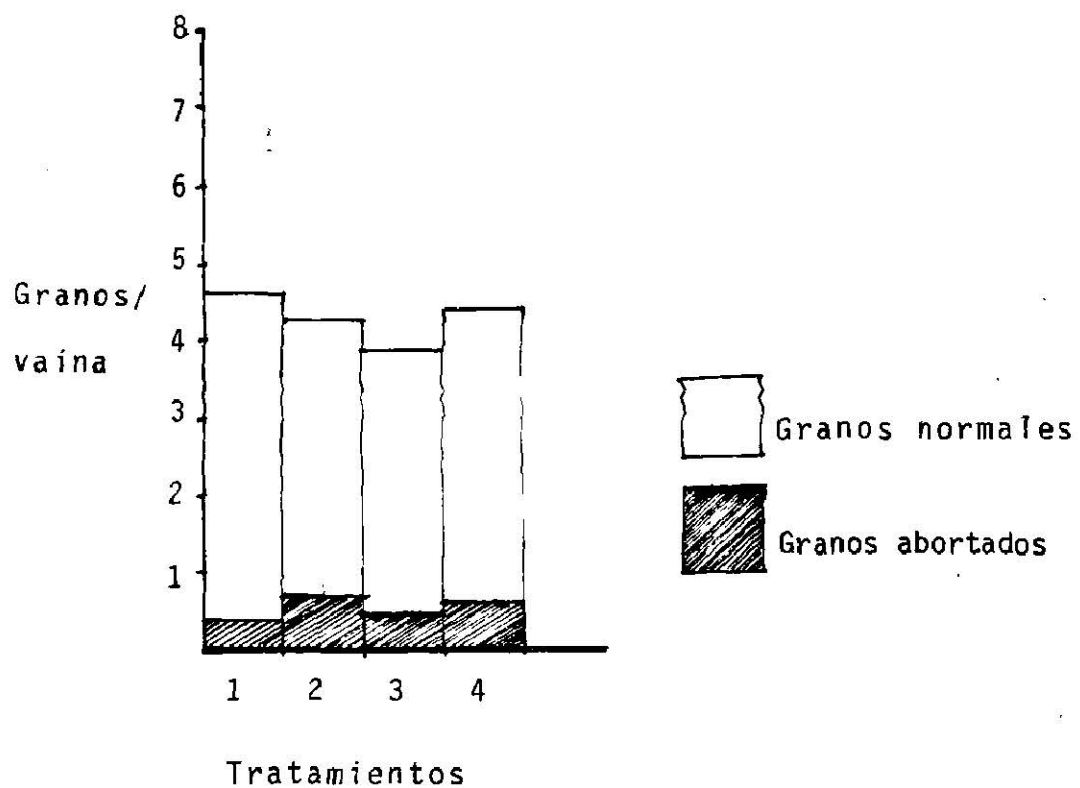


Figura 8. Granos/vaina al momento de la cosecha en cada uno de los tratamientos.

Lo anterior nos sugiere que no hubo efecto del ácido giberélico ni de la fertilización foliar con sulfato ferroso sobre el número de granos por vaina. Esto último coincide con lo obtenido por Ramírez (1981).

Volumen del grano

No hubo diferencias significativas entre los tratamientos de esta variable, tal como lo manifiesta el análisis estadístico (cuadro 27 del apéndice). El tratamiento 4 fue el que presentó el máximo valor con 6.6 ml., mientras que el tratamiento 2 tenía el mínimo valor con 4.2 ml; los demás tratamientos presentaron valores intermedios (Figura 5).

Lo anterior sugiere que no hubo efecto del ácido giberélico, ni del sulfato ferroso sobre el tamaño de la semilla.

Variables fisiológicas

Peso seco del pericarpio

A los 66 días después de la siembra, 11 días después de efectuar los tratamientos, había una pequeña diferencia, presentando el tratamiento 4 el mínimo valor con 1.8 gra--

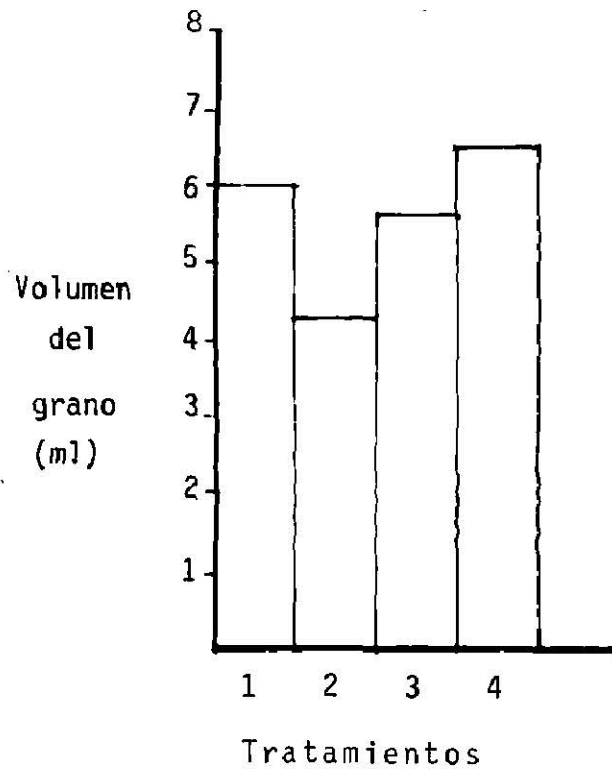


Figura 9. Volumen del grano/planta al momento de la cosecha, en cada uno de los tratamientos.

mos y el tratamiento 2 el mínimo valor con 0.7 gramos, los demás tratamientos presentaban valores intermedios. A los 29 días después de la aplicación de los tratamientos, los tratamientos 1, 3 y 4 presentaban aproximadamente el mismo valor de 2.3 gramos, siendo éste el máximo; mientras que el tratamiento 2 seguía manifestando el mínimo valor con 1.6 gramos.

Al final del ciclo a los 101 días después de la siembra, la diferencia existente fue mayor, ya que los tratamientos 1, 3 y 4 presentaron un pequeño incremento, siendo el tratamiento 1 el que presentaba el máximo valor con 2.9 gramos; el tratamiento 2 presentó un ligero decremento en su valor, siendo éste el mínimo con 1.4 gramos (Figura 10).

En ningún caso el análisis estadístico detecta diferencias entre tratamientos (cuadros 28, 29 y 30 apéndice).

Lo anterior nos sugiere que no hubo efecto del ácido giberélico ni del sulfato ferroso sobre el peso seco del pericarpio.

Peso seco del grano por planta

En el caso de esta variable el análisis estadístico no detectó diferencias entre tratamientos (cuadro 31 del

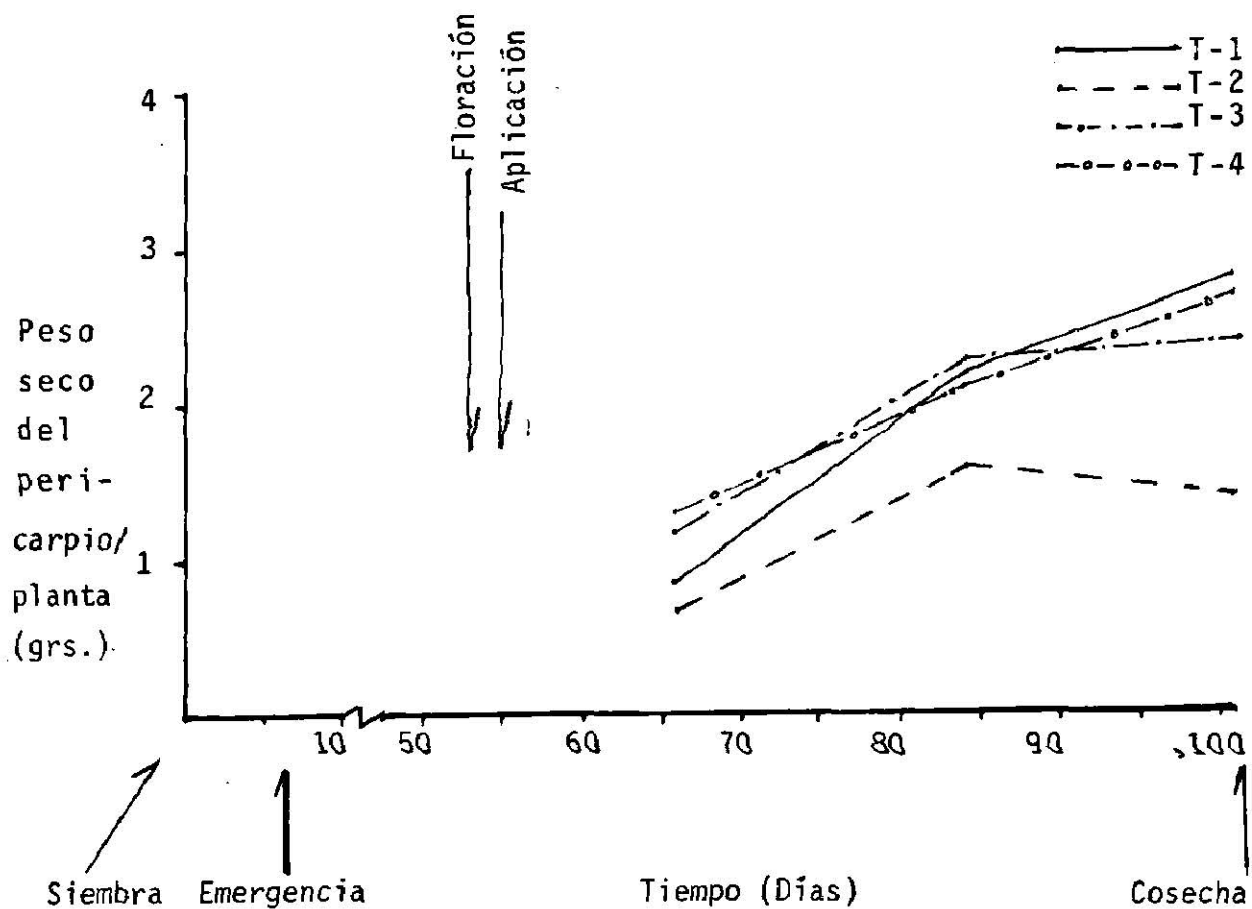


Figura 10. Peso seco del pericarpio de cada uno de los tratamientos durante el desarrollo.

apéndice). Siendo el tratamiento 4 el que mantuvo el máximo valor con 8.0 gramos, mientras que el tratamiento 2 el mínimo con 4.2 gramos, los demás tratamientos presentaron valores intermedios (Fig.11).

Los resultados anteriores nos sugieren que no hubo efecto de la aplicación del ácido giberélico y del sulfato ferroso sobre el peso seco del grano.

Variables ambientales

La temperatura máxima, media y la precipitación prevalecientes durante el desarrollo del presente trabajo se presentan en la figura 12.

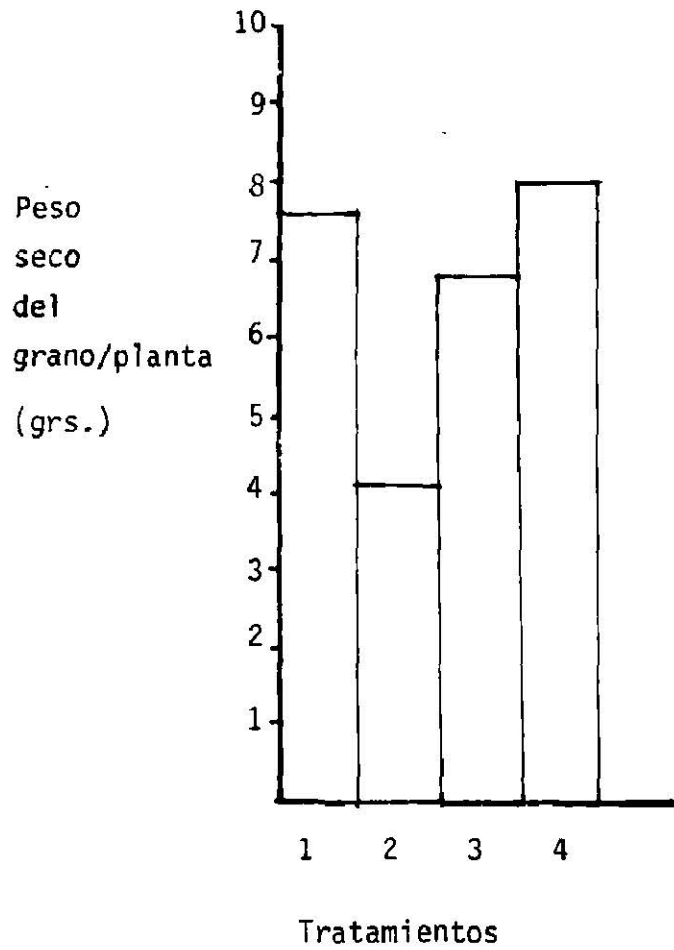


Figura 11. Peso seco del grano/planta al momento de la cosecha, de cada uno de los tratamientos.

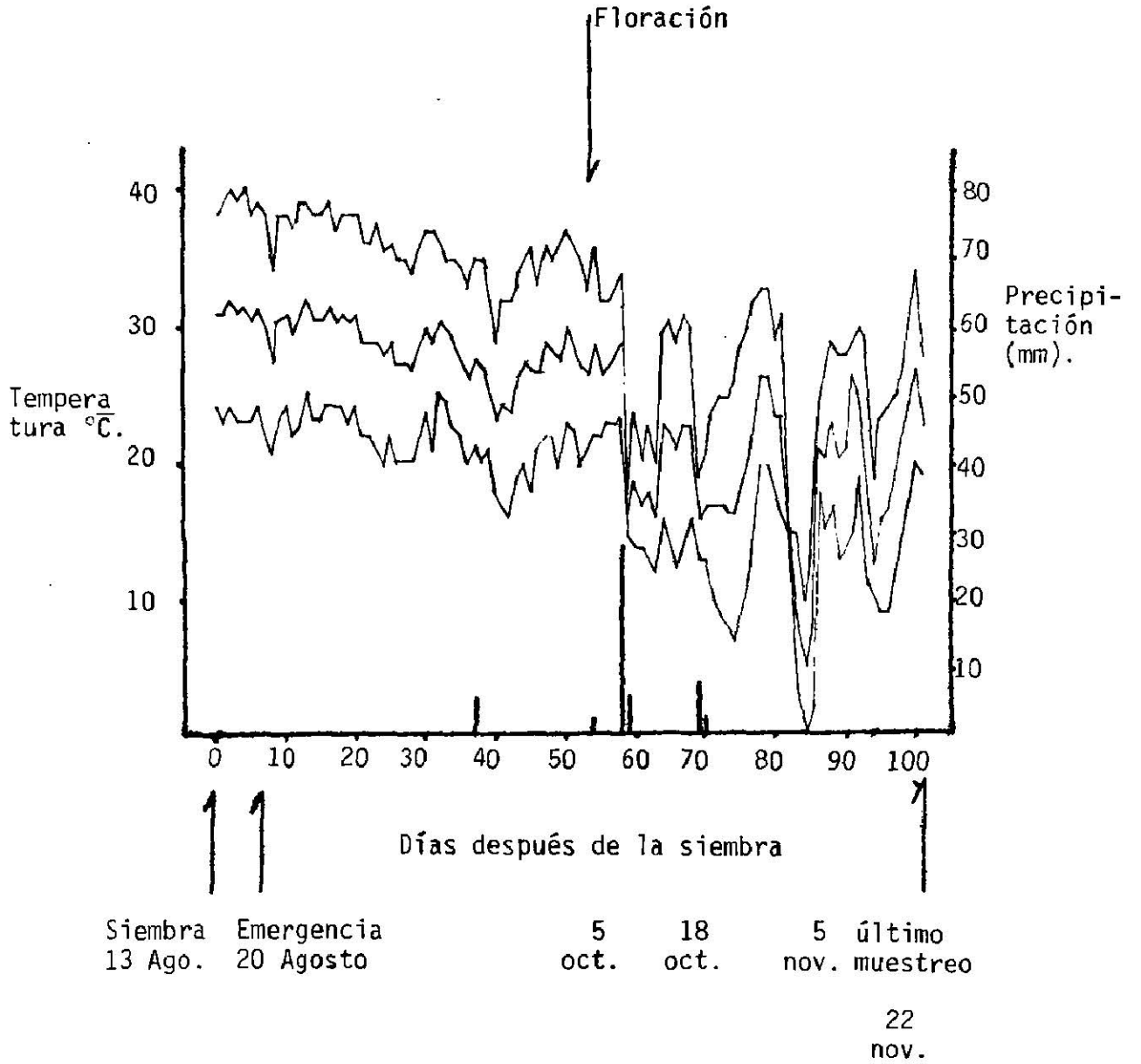


Figura 12. Precipitación, pluvial, temperatura máxima, media y mínima prevaecientes durante el desarrollo del experimento.

C O N C L U S I O N E S

Los resultados generales nos llevan a las siguientes conclusiones.

- 1.- En general no hubo efecto de los tratamientos sobre los componentes del rendimiento, aunque la aplicación de ácido giberélico indujo una mayor ramificación; en menor grado el sulfato ferroso indujo el mismo fenómeno.
- 2.- No hubo efecto de los productos anteriores para inducir mayor "amarre" de órganos reproductivos.
- 3.- Se rechazan las hipótesis planteadas en el presente -- trabajo.

R E C O M E N D A C I O N E S

- 1.- Se recomienda continuar estudios con el ácido giberélico en relación a dosis y épocas de aplicación.

LITERATURA REVISADA

1. ANONIMO. 1967. Pruebas con tejidos: Armas contra el -- hambre oculta; Agricultura de las Américas.
2. ANONIMO. 1968. Nutrientes indispensables para producir buenas cosechas. Agricultura de las Américas. pp 37, 38, 48.
3. ANONIMO. 1974. Síntomas de carencias en los frutales. Ministerio de agricultura. Madrid, España.
4. ANONIMO. 1976. Plantas hortícolas. Floraprint. España.
5. ANONIMO. 1977. Fitonutrientes: Conozca su acción y su importancia relativa. Agricultura de las Américas. pp 34, 35, 65.
6. ANONIMO. 1981. Frijol y Chícharo. Editorial Trillas. México.
7. ANONIMO. 1982. Antecedentes y Objetivos del Campo. Estación experimental Agropecuaria, Facultad de Agronomía U.A.N.L. área de Fitotecnia. Marín, N. L., México.
8. ANONIMO. s.f. Quelatos. Boletín Técnico-Informativo. Diamond Chemicals. México.

9. BEAR, F.E. 1969. Los suelos en relación con el crecimiento de los cultivos. Trad. José Abeijón V. Omega. Barcelona. pp 82-85.
10. BENNETT, W.F. 1965. El uso de los fertilizantes. La hacienda. pp 50-55.
11. BERGMAN, E.L. 1963. Relación entre los nutrientes de las plantas, es factor mayor. La hacienda. pp 32-34.
12. BUCKMAN, H.O., N.C. BRADY. 1977. Naturaleza y propiedades de los suelos. Trad. R. Salard Besceló Editorial Montaner y Simon, S. A. Barcelona. pp18-25, 34-40.
13. CARRILLO, H.J.G. 1983. Efecto del sulfato ferroso - - (FeSO_4) en tres épocas de aplicación, Sobre - los Componentes del Rendimiento en Frijol. Tesis (sin publicar) de la Facultad de Agro-- nomía de la U.A.N.L. Marín, N. L.
14. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. s.f. Guía de estudio. Morfología de planta de frijol común (Phaseolus vulgaris L.). Cali, Co-- lombia.
15. CRISPIN, M.A. 1977. El cultivo del frijol en México.

INIA, SARH. Folleto # 53. México.

16. COLLINGS, G.H. 1958. Fertilizantes comerciales; sus fuentes y uso. Trad. Eleuterio Sánchez Buedo. Salvat Editores, S. A. Barcelona. pp 363-370.
17. CHARLES, L.J., L. ACEVES N., J.F. TAHL. 1982. Respuesta del frijol a la fertilización (N,P), bajo diferentes gradientes de potencial osmótico. Revista Chapingo 35-36 vol. 111 pp. 37-39.
18. DEASE, T. 1978. Reguladores del crecimiento: Más rendimiento y mejor calidad. Agricultura de las Américas. pp. 20-23, 55.
19. DEMOLON, A. 1972. Crecimiento de vegetales cultivados. Trad. José Pérez Malla. 2a. edición. Ediciones Omega, S.A., Barcelona. pp. 145-164, 330-333, 390-392.
20. DEVLIN, R.M. 1975. Fisiología vegetal. Trad. Xavier Lliomona pagés. 2a. edición. Ediciones Omega, S.A. Barcelona. pp. 344-346, 378-388.
21. DIEHL, R., J.M. MATEO B., P.V. TERROM. 1973. Fito-técnica general. Trad. J.M. Mateo Box. Ediciones Mundi-prensa. Madrid. pp. 174-175,

384-389, 528-531.

22. EDMOND, J.B., T.L. SENN, F.S. ANDREWS. 1967. Principios de horticultura. 3a. edición. CECOSA. México. pp. 156-157.
23. ELIZARRARAZ, O.R. 1974. Efecto del ácido giberélico como regulador de crecimiento en el algodónero en el valle del fuerte. Seminarios técnicos 1973-1974. Campo Agrícola Experimental Valle del Fuerte. Los Mochis, Sinaloa. pp. 8-15.
24. ENGLEMAN, E.M. 1979. Contribuciones al conocimiento del frijol (Phaseolus) en México. Colegio de postgraduados. Chapingo, México.
25. FABELA, G.J. 1978. Efecto inducido por diferentes dosis y número de aplicaciones de ácido giberélico en plántula de nogal pecanero (Carya illinoensis Koch). Tesis de la Fac. Agronomía, U.A.N.L. Marín, N.L. pp. 3-15.
26. FOTH, H.D. Y L.M. TURK. 1975. Fundamentos de la ciencia del suelo. Trad. Ramón Fernández González. Editorial Continental. México. pp. 235-237.
27. FRANCIOSI, T.R. Y M.A. PONCE. 1970. Influencia del

- ácido giberélico en el cuajado y desarrollo de los frutos del naranjo Washington Navel. Tropical Región A.S.H.S. vol. 14. pp. 101-117.
28. FRANCIS, CH.A. 1981. El cultivo del frijol. Rev: La Hacienda. pp. 33-34.
29. GARCIA, P.P. 1968. Influencia del sulfato ferroso (FeSO_4) en el control de la clorosis de soya (Glicine max L.) en la región de Río Bravo, Tamps. Tesis de la Fac. de Agronomía de la U.A.N.L. pp. 7-13.
30. GARCIA, B.A. 1973. Delicias 71, Nueva variedad de frijol para el distrito de riego #05 de Delicias, Chih. Agricultura Técnica en México, INIA, SAG. Vol. III #6 pp. 207-210.
31. GARCIA, M.H.J. 1979. Evaluación de tolerancia y susceptibilidad del sorgo (Sorghum bicolor L. Monench). a la clorosis férrica y algunos mecanismos de adaptación, tesis de maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapin-go, México.
32. GARCIA, L.R. 1978. Amarillamiento de la soya (Glicine max L.) por deficiencias de fierro y efec-

- tos de inundación del suelo. Tesis de M.C. -
Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
33. GILL, N.T. Y K.C. VEAR. 1965. Botánica agrícola. -
Trad. Horacio Marco Moll. Editorial Acribia.
Zaragoza, España. p. 208.
34. GROS, A. 1976. Abonos: Guía práctica de la fertili-
zación. Trad. Alonso Domínguez Vivancos. 6a.
Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. pp. 268-
298, 520-523.
35. GILBERT, F.A. 1953. Mineral nutrition of plants and
and animals; Norman, University of Oklahoma,
press U.S.A. pp. 50-53.
36. HENKES, R. 1970. Fertilización foliar en gran esca-
la. Agricultura de las ámericas. pp. 14-18.
37. HILL, A.F. 1965. Botánica económica; Plantas útiles
y productos vegetales. Trad. Emma Gifre. -
Editorial Omega. España. pp. 383-384.
38. HOLMES, R.S. Y J.C. BROWN. 1964. ¿Es asimilable el
hierro en su tierra? ¡Equilibre alimento y -
acidez del suelo para que la planta utilice
el hierro! La Hacienda. pp. 46-48.

39. JACOB, A. Y H.V. UESKULL. 1973. Fertilización, nutrición y abonado de los suelos tropicales y subtropicales. Trad. L. López Martínez. 4a. edición. Ediciones Euroamericanas. México. pp. 60-65, 97-98.
40. JUSCAFRESA, B. 1963. Las plantas necesitan micronutrientes. La Hacienda. pp. 22-24.
41. JUSCAFRESA, B. 1966. Bulbos, tubérculos y leguminosas. Editorial Serrahina y Urpi, S.A. Barcelona. pp. 74-80.
42. KREZDORN, A.H. 1967. Reguladores del crecimiento: - Problema y promesa. Rev. La Hacienda. pp. - 68-69.
43. LANCASTER, G.L.E. 1964. PH: La llave que abre la - productividad del suelo. Rev. La Hacienda. pp. 22-23.
44. LARREA, R.E. 1969. Clorosis en leguminosas de grano en el norte de Tamaulipas. Agricultura Técnica en México. 2 (10) INIA, SAG. pp. 467-471.
45. LONGORIA, G.G.A., S. ALCALDE B. y R. GARCIA L. 1975. Prevención de la clorosis férrica en suelos calcáreos mediante la liberación de Fe^{++} por

- tratamiento de preinundación. Agrociencia -
19. pp. 145-159.
46. MELA, M.P. 1971. Cultivos de regadío. Tomo II. 2a.
edición. Editorial Agrociencia. España. pp.
233-260.
47. MESSIAEN, C.M. 1975. Las hortalizas. Editorial -
Blume. México. pp. 238, 239.
48. MILLER, E.V. 1967. Fisiología vegetal. Trad. Fran-
cisco La Torre. Unión Tipográfica. Editorial
Hispanoamericana. México. pp 126-145.
49. MIRANDA, C.S. 1967. Origen de Phaseolus vulgaris L. -
Agrociencia. Colegio de postgraduados del ENA
Chapingo. México. I(2) pp 99-109.
50. MIRANDA, C.S. 1971. Cruzamiento natural en frijol. -
Agricultura técnica en México, INIA, SAG. 3(2)
pp 48-52.
51. MITCHELL, J.W. 1970. Tienen gran porvenir los regula-
dores del crecimiento de las plantas. La ha-
cienda. pp 28-33.
52. MONROY, R.G. 1981. Comportamiento de 3 cultivares, -
(Frijol, Maíz y Soya) en parcelas apareadas y

- dos distancias entre surco (92 y 66) en Apodaca, N.L. Verano-Otoño 1980. Tesis del ITESM. pp 52-55.
53. NATIONAL PLANT FOOD INSTITUTE. 1982. Manual de fertilizantes. Editorial Lymusa. México. pp. 52-55.
54. OHLROGGE, A.J. 1957. Fertilidad del suelo y crecimiento de las plantas. La Hacienda. pp. 38-41.
55. ORELLANA, C.S.A. 1976. Diferentes concentraciones de ácido giberélico aplicado en diferentes épocas de desarrollo de la planta de tomate. Tesis de la Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos, Guatemala.
56. PRIMO, Y.E. y Cuñat, P.B. Herbicidas y Fitoreguladores. Ediciones Aguilar, S.A. Madrid, España. pp. 256-257.
57. RAMIREZ, C.L. 1981. Efectos del sulfato ferroso ($FeSO_4$) sobre los componentes del rendimiento de una variedad de hábito semideterminado de frijol (Phaseolus vulgaris L.) creciendo en suelo alcalino. Tesis de la FAUANL.
58. RAY, P.M. 1980. La planta viviente. Trad. Antonio Marino Ambrosio. 6a. edición. Editorial CECSA. México.
59. RITCHER, G. 1972. Fisiología del metabolismo de las plantas. Trad. Ludwig Muller. Editorial

- CECSA. México. pp. 237-241.
60. ROBLES, S.R. 1976. Producción de granos y forrajes. Editorial LIMUSA. México. pp. 253-256.
61. ROJAS, G.M. 1979. Fisiología vegetal aplicada. 2a. edición. Editorial McGraw-Hill. México. - pp. 108-123, 166.
62. RUIZ, O.M., D. NIETO R. e I. LARIOS R. 1976. Tratado elemental de botánica. 4a. edición. Editorial Porrúa. México. pp. 621-623.
63. RUSSELL, E.J. y E.W. RUSSELL. 1968. Las condiciones de suelo y el crecimiento de las plantas. - Trad. Gaspar González y González. 4a. edición. Editorial Aguilar. España. pp. 56-60.
64. SALISBURY AND ROSS. 1976. Plant Physiology. Wadsworth publishing company. pp. 82-92.
65. SAUCHELLI, V. 1957. Los elementos vestigiales son esenciales en la agricultura. La Hacienda. pp. 52-53.
66. SCHUTTE, K.H. 1966. Biología de los microelementos y su función. Trad. Justo Nombela y José Ma. Iturbe. Editorial Tecnos; Madrid. pp. 8-13.

67. SELKE, W. 1968. Los abonos. Trad. Ortwin Gunther León. 4a. edición. Editorial Academia. León, España. pp. 30-35.
68. SIVORI, E.M.; E.R. MONTALDI y O.H. CASO. 1980. Fisiología vegetal. Editorial hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. pp. 234, 235, 245-251, 472-474, 497-504.
69. TAMHANE, MOTIRAMANI, BALI y DONHAUE. 1978. Suelos: Su química y fertilidad en zonas tropicales. Trad. Aurelio Romeo del Valle. Editorial Diana. México. pp. 286-307.
70. TEUSHER, H. y R. ADLER. 1974. El suelo y su fertilidad. Trad. Rodolfo Vera y Zapata. 4a. edición. Editorial CECSA. México. pp. 131-138, 291-293.
71. THOMPSON, L.M. 1966. El suelo y su fertilidad; propiedades físicas, biológicas y químicas del suelo en relación con su formación, clasificación y tratamientos desde el punto de vista de la fertilidad. Trad. Ricardo Clará Comprubí. 3a. edición. Editorial Reverté S.A. México. pp. 107, 307-311.
72. TISDALE, S.L. y W.L. NELSON. 1970. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Trad. Jorge Be-

- Iach y Carmen Piña. Editorial Montaner y Simón, S.A. Barcelona. pp. 104-106, 349-354, 594-596.
73. TROCME, S. y R. GRAS. 1972. Suelo y fertilización en fruticultura. Ediciones Mundi-prensa. Madrid. pp. 44-57, 115-117, 245-256.
74. TROUG, E. 1951. Mineral nutrition of plants. The Willambird press. U.S.A. p.41.
75. WEAVER, R.J. 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Trad. Agustín Contin.. Editorial Trillas. México. pp. 205-225, 255-280, 302, 303, 359-370.
76. WITTER, S.H. 1960. La alimentación foliar. Agricultura de las Américas. pp. 50-52.
77. WITTER, S.H. 1964. Use fertilización foliar. La Hacienda. pp. 42-43.
78. WITTWER, S.H. 1970. Alimentación foliar de las cosechas. La Hacienda. pp. 26-29.
79. WITTWER, BUKOVAC y TUCKEY. 1971. Nutrientes foliares. Anuario La Hacienda pp. 46,48,50.

A P E N D I C E

Cuadros I, 2 y 3 Análisis de varianza del número de nudos del tallo principal a los 53, 66 y 84 días después de la siembra respectivamente.

C - I

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F Cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Trat.	3	26.440	8.813	13.106 ⁺⁺	3.29	5.42
Repet.	5	9.544	1.909			
Error	15	10.087	0.672			
Total	23	46.071				

C.V. = 15.25

C-2

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Trat.	3	4.538	1.513	1.29 N.S.	3.29	5.42
Repet.	5	17.971	3.594			
Error	15	17.594	1.172			
Total	23	40.088				

C.V. = 13.19

C-3

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Trat.	3	2.889	0.963	0.61 N.S.	3.29	5.42
Repet.	5	4.671	0.934			
Error	15	23.650	1.577			
Total	23	31.210				

C.V. = 12.25

Cuadro 4 Análisis de varianza del número de nudos del tallo principal a los 101 días después de la siembra.

C-4

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Trat.	3	1.424	0.475	0.134 N.S.	3.29	5.42
Repet.	5	9.416	1.883			
Error	15	52.968	3.531			
Total	23	63.808				

C.V. = 16.38

- F.V. Fuente de variación
- G.L. Grados de libertad
- S.C. Suma de cuadrados
- C.M. Cuadrados medios
- F cal. F calculada
- F tab. F tabulada
- ++ Altamente significativo
- + Significativo
- N.S. No significativo

Cuadros 5,6 y 7 Análisis de varianza del número de ramas primarias a los 53,66 y 84 días después de la siembra respectivamente.

C-5

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Trat.	3	0.918	0.306	0.568 N.S.	3.29	5.42
Repet.	5	7.342	1.468			
Error	15	8.070	0.538			
Total	23	16.329				

C.V.= 27.129

C-6

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Trat.	3	10.807	3.602	6.296 ++	3.29	5.42
Repet.	5	8.958	1.792			
Error	15	8.583	0.572			
Total	23	28.348				

C.V.= 20.115

C-7

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Trat.	3	40.022	13.341	4.216 +	3.29	5.42
Repet.	5	24.436	4.887			
Error	15	47.468	3.165			
Total	23	111.925				

C.V.= 31.16

Cuadro 8. Análisis de varianza del número de ramas primarias a los 101 días después de la siembra.

C-8

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Trat.	3	15.135	5.045	I.030 N.S	3.29	5.42
Repet.	5	6.088	1.218			
Error	15	73.497	4.900			
Total	23	94.720				

C.V.= 29.83

- F.V. Fuente de variación
- G.L. Grados de libertad
- S.C. Suma de cuadrados
- C.M. Cuadrados medios
- F cal. F calculada
- F tab. F tabulada
- ++ Altamente significativo
- + Significativo
- N.S. No significativo

Cuadros 9, 10 y 11 Análisis de varianza del número de ramas secundarias a los 53, 66 y 84 días después de la siembra respectivamente.

C-9

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Trat.	3	3.070	1.023	2.010 N.S.	3.29	5.42
Repet.	5	2.123	0.425			
Error	15	7.639	0.509			
Total	23	12.833				

C.V. = 80.82

C-10

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Trat.	3	17.418	5.806	1.843 N.S.	3.29	5.42
Repet.	5	4.639	1.874			
Error	15	47.260	3.151			
Total	23	74.047				

C.V. = 45.34

C-11

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Trat.	3	31.540	10.513	1.934 N.S.	3.29	5.42
Repet.	5	32.624	6.525			
Error	15	81.539	5.436			
Total	23	145.702				

C.V. = 38.00

Cuadro I2. Análisis de varianza del número de ramas secundarias a los 101 días después de la siembra.

C-I2

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Trat.	3	50.600	16.867	3.124 N.S.	3.29	5.42
Repet.	5	18.623	3.725			
Error	15	80.983	5.399			
Total	23	150.206				

C.V.= 44.55

- F.V. Fuente de variación
- G.L. Grados de libertad
- S.C. Suma de cuadrados
- C.M. Cuadrados medios
- F cal. F calculada
- F tab. F tabulada
- ++ Altamente significativo
- + Significativo
- N.S. No significativo

Cuadros I3, I4 y I5 Análisis de varianza del número de nudos de ramas primarias a los 53,66 y 84 días después de la siembra respectivamente.

C-I3

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Trat.	3	17.839	5.946	1.188 N.S.	3.29	5.42
Repet.	5	112.827	22.565			
Error	15	75.070	5.005			
Total	23	205.737				

C.V.= 26.74

C-I4

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Trat.	3	111.801	37.267	4.264 +	3.29	5.42
Repet.	5	51.602	10.320			
Error	15	131.110	8.741			
Total	23	294.513				

C.V.= 16.33

C-I5

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal	F tab.	
					0.05	0.01
Trat.	3	310.479	103.492	12.418 ⁺⁺	3.29	5.42
Repet.	5	39.227	7.845			
Error	15	125.014	8.334			
Total	23	474.720				

C.V.= 16.69

Cuadros I6, I7 y I8 Análisis de varianza del número de nudos de ramas secundarias a los 53, 66 y 84 días después de la siembra respectivamente.

C-I6

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Trat.	3	22.642	7.547	1.648 N.S	3.29	5.42
Repet.	5	26.466	5.293			
Error	15	68.716	4.581			
Total	23	117.824				

C.V. = 111.49

C-I7

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal	F tab.	
					0.05	0.01
Trat.	3	122.800	40.933	2.261 N.S	3.29	5.42
Repet.	5	69.298	13.860			
Error	15	271.528	18.102			
Total	23	463.627				

C.V. = 42.91

C-I8

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab	
					0.05	0.01
Trat.	3	226.738	75.529	1.735 N.S	3.29	5.42
Repet.	5	193.839	38.768			
Error	15	653.351	43.557			
Total	23	1073.929				

C.V. = 37.29

Cuadros 19,20 y 21 Análisis de varianza del número de vainas por planta a los 66,84 y 101 días después de la siembra respectivamente.

C-19

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Trat.	3	81.932	27.311	2.042 N.S	3.29	5.42
Repet.	5	106.943	21.389			
Error	15	200.597	13.373			
Total	23	389.472				

C.V.= 41.55

C-20

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Trat.	3	31.163	10.388	0.661 N.S	3.29	5.42
Repet.	5	290.640	58.128			
Error	15	235.610	15.707			
Total	23	557.413				

C.V.= 39.48

C-21

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Trat.	3	140.147	46.716	2.821 N.S	3.29	5.42
Repet.	5	391.183	78.237			
Error	15	248.379	16.559			
Total	23	779.710				

C.V.= 48.706

Cuadros 22,23 y 24 Análisis de varianza de la longitud de vainas a los 66,84 y 101 días después de la siembra - respectivamente.

C-22

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Trat.	3	6.085	2.028	4.144 +	3.29	5.42
Repet.	5	5.185	1.037			
Error	15	7.342	0.489			
Total	23	18.612				

C.V. = 17.10

C-23

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Trat.	3	5.351	1.784	1.462 N.S	3.29	5.42
Repet.	5	5.129	1.026			
Error	15	18.307	1.220			
Total	23	28.787				

C.V. = 15.24

C-24

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Trat.	3	0.557	0.186	0.156 N.S	3.29	5.42
Repet.	5	11.630	2.326			
Error	15	17.857	1.190			
Total	23	30.043				

C.V. = 13.76

Cuadro 25. Análisis de varianza del número de granos llenos a los 101 días después de la siembra.

C-25

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Trat.	3	2.449	0.816	3.087 N.S	3.29	5.42
Repet.	5	0.655	0.131			
Error	15	3.966	0.264			
Total	23	7.070				

C.V.= 15.30

Cuadro 26. Análisis de varianza del número de granos abortados a los 101 días después de la siembra.

C-26

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Trat.	3	0.360	0.120	2.753 N.S	3.29	5.42
Repet.	5	0.818	0.164			
Error	15	0.655	0.044			
Total	23	1.833				

C.V.= 50.26

Cuadro 27. Análisis de varianza del volúmen del grano a los 101 días después de la siembra.

C-27

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Trat.	3	15.969	5.323	0.834 N.S	3.29	5.42
Repet.	5	108.459	21.692			
Error	15	95.679	6.379			
Total	23	220.107				

C.V. = 55.02

- F.V. Fuente de variación
- G.L. Grados de libertad
- S.C. Ssuma de cuadrados
- C.M. Cuadrados medios
- F cal. F calculada
- F tab. F tabulada
- ++ Altamente significativo
- + Significativo
- N.S. No significativo

Cuadros 28,29 y 30 Análisis de varianza del peso seco del pericarpio a los 66,84 y 101 días después de la siembra respectivamente.

C-28

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Trat.	3	1.399	0.466	1.571 N.S	3.29	5.42
Repet.	5	2.425	0.485			
Error	15	4.452	0.297			
Total	23	8.276				

C.V.= 58.80

C-29

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Trat.	3	1.678	0.559	0.722 N.S	3.29	5.42
Repet.	5	16.229	3.246			
Error	15	11.616	0.774			
Total	23	29.523				

C.V.= 54.90

C-30

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Trat.	3	7.501	2.500	2.673 N.S	3.29	5.42
Repet.	5	18.851	3.770			
Error	15	14.033	0.936			
Total	23	40.385				

C.V.= 56.78

Cuadro 3I. Análisis de varianza del peso seco del grano a los 101 días después de la siembra.

C-3I

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab	
					0.05	0.01
Trat.	3	46.287	15.429	1.862 N.S	3.29	5.42
Repet.	5	115.966	23.193			
Error	15	124.260	8.284			
Total	23	286.512				

C.V.= 52.62

- F.V. Fuente de variación
- G.L. Grados de libertad
- S.C. Suma de cuadrados
- C.M. Cuadrados medios
- F cal. F calculada
- F tab. F tabulada
- ++ Altamente significativo
- + Significativo
- N.S. No significativo

