

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTOS DE LA FERTILIZACION FOLIAR CON
QUELATO DE HIERRO (Fe-EDTA) SOBRE LOS
COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE UNA
VARIEDAD DE Phaseolus vulgaris L. DE HABITO
SEMIDETERMINADO CRECIENDO EN
SUELO ALCALINO

TESIS

QUE EN OPCION AL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA/
PRESENTA
FERNANDO GUADALUPE NAVA ESPEJO

MARIN, N. L.

JUNIO DE 1982

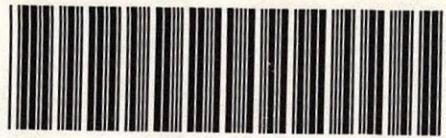
TL

SB327

.N39

1982

c.1



1080062931

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTOS DE LA FERTILIZACION FOLIAR CON QUELATO DE HIERRO
(Fe-EDTA) SOBRE LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE UNA
VARIEDAD DE Phaseolus vulgaris L. DE HABITO
SEMIDETERMINADO CRECIENDO EN SUELO ALCALINO

T E S I S

QUE EN OPCION AL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

FERNANDO GUADALUPE NAVA ESPEJO

MARIN, N. L.

JUNIO DE 1982

T
SB 327
N39

040.635
FA 2
1982



Filos



D E D I C A T O R I A

A mis padres

Sr. EMIGDIO NAVA MONTOYA

Sra. SOCORRO ESPEJO DE NAVA

Con profundo cariño y gratitud de siempre.

R E C O N O C I M I E N T O

Deseo expresar en forma muy especial mi agradecimiento a las siguientes personas e instituciones:

A la Dra. MA. DEL CARMEN FERRIÑO PALOMO por su valiosa ayuda en la formación y mecanografía del escrito. Por su apoyo en todos los aspectos, con amor.

Al Ing. M.C. CESAREO GUZMAN FLORES por motivar mi interés en el tema de investigación, así como por la asesoría prestada durante la planeación, desarrollo y presentación del mismo. Por su contribución para mi formación científica.

Al Ing. M.C. MAURILIO MARTINEZ RODRIGUEZ por la revisión del escrito y las valiosas sugerencias y consejos dados para la corrección del mismo. Por su enseñanza como maestro para mi formación profesional y científica.

AL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE MAIZ, FRIJOL Y SORGO del CENTRO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (F.A.U.A.N.L.) por las prestaciones brindadas para el desarrollo de este trabajo, formando éste, parte de la línea de investigación de dicho programa para el mejoramiento del cultivo del frijol en las zonas bajas del Estado de Nuevo León.

A mis compañeros JOSE LUIS RAMIREZ HERNANDEZ, RUBEN MUÑOZ GARZA, JESUS NAVARRO AUCES, JUAN CARLOS RODRIGUEZ CABRIALES y DAVID QUINTANILLA COBIAN por su ayuda durante el trabajo de campo y recolección de datos.

CONTENIDO

Sección	Página
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE TABLAS	
LISTA DE CUADROS	
RESUMEN	
I. INTRODUCCION	1
II. LITERATURA REVISADA	3
1. Antecedentes sobre <u>Phaseolus vulgaris</u> L.	3
1.1. Origen, distribución e importancia	3
1.2. Características botánicas	4
1.2.1. Clasificación taxonómica	4
1.2.2. Sistemática	5
1.3. Características agronómicas	7
1.3.1. Polinización y fecundación	7
1.3.2. Hábito de crecimiento	8
1.4. Condiciones generales de clima y suelo requeridas por el cultivo	11
2. Antecedentes sobre nutrición vegetal	12
2.1. Requerimiento de minerales por las plantas	12
2.2. Funciones del hierro en la fisiología de la planta	13
2.3. El hierro y su relación con el suelo	14
2.4. Factores que afectan la disponibilidad del hierro para las plantas	15
2.5. La deficiencia de nutrientes	17

Sección	Página
2.5.1. Deficiencia aguda	18
2.5.2. Hambre oculta	19
2.6. Control de la clorosis ocasionada por deficiencias de hierro	20
2.6.1. Uso de quelatos	21
3. Análisis del crecimiento	24
3.1. El rendimiento y sus componentes . . .	24
3.2. La fuente y la demanda fisiológica . .	26
3.3. Dinámica del crecimiento de órganos en frijol	27
3.4. Abscisión de órganos reproductivos en frijol	30
3.5. Implicaciones de la investigación fi- siológica para el mejoramiento del fri- jol común	32
III. MATERIALES Y METODOS	33
1. Localidad	33
2. Genotipo bajo estudio	33
3. Tratamientos	35
4. Diseño experimental	36
5. Siembra	36
6. Labores culturales	36
7. Muestreos	37
8. Variables estudiadas	38
8.1. Morfológicas	38
a) Tallo	38
b) Area foliar funcional	39
c) Organos reproductivos	39
8.2. Fisiológicas	39
a) Peso seco por órgano	39

Sección	Página
b) Peso seco por planta	39
8.3. Ambientales	40
a) Temperatura	40
b) Precipitación	40
IV. RESULTADOS	41
1. Desarrollo del cultivo	41
2. Variables morfológicas	42
a) Longitud de tallo	42
b) Nudos por planta	42
c) Area foliar funcional	46
d) Organos reproductivos	50
3. Variables fisiológicas	60
a) Materia seca	60
4. Variables ambientales	72
a) Temperatura	72
b) Precipitación	72
V. DISCUSION	73
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
BIBLIOGRAFIA CITADA	77
APENDICE	82

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Curvas de crecimiento en longitud del tallo principal, tallo de ramas y total (tallo principal más tallo de ramas) de las plantas testigo	43
2. Curvas de crecimiento en longitud del tallo principal, tallo de ramas y total (tallo principal más tallo de ramas) de las plantas tratadas	44
3. Curvas de crecimiento en número de nudos del tallo principal, tallo de ramas y total (tallo principal más tallo de ramas) de las plantas testigo	47
4. Curvas de crecimiento en número de nudos del tallo principal, tallo de ramas y total (tallo principal más tallo de ramas) de las plantas tratadas	48
5. Curvas de crecimiento del área foliar funcional por planta de las plantas testigo y las tratadas	51
6. Vainas presentes por planta en cuatro épocas del crecimiento de las plantas testigo y las tratadas	54
7. Frecuencia de tamaños de las vainas presentes al momento de cada muestreo de las plantas testigo	55

8.	Frecuencia de tamaños de las vainas presentes al momento de cada muestreo de las plantas tratadas	56
9.	Vainas presentes por planta al momento de la cosecha (102-113 días después de la siembra) de las plantas testigo y las tratadas	58
10.	Peso seco del grano y del pericarpio por planta al momento de la cosecha de las plantas testigo y las tratadas	62
11.	Acumulación de materia seca por planta y su distribución entre los diferentes órganos de las plantas testigo	64
12.	Acumulación de materia seca por planta y su distribución entre los diferentes órganos de las plantas tratadas	65

LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
1. Análisis estadístico de longitud total del tallo en cinco estados del crecimiento	45
2. Análisis estadístico del total de nudos por planta en cinco estados del crecimiento	49
3. Análisis estadístico del área foliar funcional (en dm ²) por planta en seis estados del crecimiento	52
4. Análisis estadístico del contenido de vainas presentes por planta en cuatro estados del crecimiento	57
5. Análisis de varianza de las vainas presentes por planta al momento de la cosecha (102-113 días después de la siembra)	59
6. Análisis de varianza del peso seco del grano y del pericarpio al momento de la cosecha (102-113 días después de la siembra)	63
7. Análisis de varianza de la materia seca por planta y por órgano a los 20 días después de la siembra	66
8. Análisis de varianza de la materia seca por planta y por órgano a los 49 días después de la siembra	67
9. Análisis de varianza de la materia seca por planta y por órgano a los 60 días después de la siembra	68

<p>10. Análisis de varianza de la materia seca por planta y por órgano a los 69 días después de la siembra</p>	<p>69</p>
<p>11. Análisis de varianza de la materia seca por planta y por órgano a los 80 días después de la siembra</p>	<p>70</p>
<p>12. Análisis de varianza de la materia seca por planta y por órgano a los 95 días después de la siembra</p>	<p>71</p>

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Longitud total del tallo (tallos principal más tallo de ramas)	83
2. Longitud del tallo principal	83
3. Longitud total de ramas	83
4. Total de nudos por planta (tallos principal más tallo de ramas)	84
5. Nudos del tallo principal	84
6. Total de nudos de ramas	84
7. Area foliar funcional	85
8. Total de vainas por planta	85
9. Frecuencia de longitud de vainas a los 60 días después de la siembra	85
10. Frecuencia de longitud de vainas a los 69 días después de la siembra	86
11. Frecuencia de longitud de vainas a los 80 días después de la siembra	86
12. Total de vainas por planta al momento de la cosecha	87
13. Vainas vanas por planta al momento de la cosecha	87
14. Rendimiento por planta en gramos de materia seca	87
15. Peso seco por planta	88
16. Peso seco de hojas	88
17. Peso seco del tallo	88
18. Peso seco de órganos reproductivos	89

R E S U M E N

El presente estudio se realizó con el objetivo de observar el efecto de la fertilización foliar con quelato de hierro (Fe-EDTA) sobre el crecimiento del frijol (Phaseolus vulgaris L.) variedad "Delicias 71-Selección No. 4", creciendo bajo las condiciones de Marín, N.L.

Para cumplir tal objetivo se hizo un análisis del crecimiento en condiciones de campo, estudiando los principales componentes morfológicos y fisiológicos del rendimiento. Se hicieron muestreos cada 10-15 días a partir de la fecha de siembra. La fertilización se efectuó con una solución al 0.2 % y se realizó al principio del período de floración (49 días después de la siembra).

Al momento de cada muestreo se determinaron las siguientes variables:

Morfológicas: longitud y número de nudos del tallo principal y tallo de ramas, área foliar funcional por planta, vainas por planta y longitud de éstas.

Fisiológicas: materia seca acumulada por planta en tallo, hojas y órganos reproductivos; también se determinó el peso seco del grano y del pericarpio, por planta, al momento de la cosecha.

De los resultados obtenidos sobresalen los siguientes:

Mientras las plantas fertilizadas estuvieron creciendo durante todo el ciclo del cultivo, las plantas testigo detuvieron su crecimiento alrededor de los 50-60 días después

de la siembra. Por lo tanto se observó que los valores para todas las variables analizadas fueron más altos en las primeras que en las testigo.

En cuanto a la cantidad de vainas por planta, se observó claramente una mayor producción en las plantas fertilizadas con respecto a las testigo, aunque al momento de la cosecha el número de vainas presentes fué similar en ambas, debido a que se presentó una fuerte abscisión de frutos inmaduros en las plantas tratadas.

I. INTRODUCCION

En la actualidad México está viviendo una etapa crítica que se proyecta básicamente en una deficiente producción de alimentos. Es por ello necesario incrementar la investigación en la productividad de granos básicos, entre los cuales se encuentra el frijol, considerado como constituyente elemental en la dieta mexicana (y de otros países de Latinoamérica) por su alto contenido proteínico.

De acuerdo con el Departamento de Estadística Agrícola de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, en México el cultivo del frijol ocupa el segundo lugar en importancia, después del maíz.

Los sistemas comerciales de producción de frijol se han estudiado mucho en los países industrializados y han sido adoptados por los agricultores de México que tienen los recursos necesarios, principalmente el capital.

Por otro lado, la mayoría de los agricultores del área cultivada del país tienden a seguir sistemas tradicionales de autoconsumo, cultivan pequeños terrenos y no pueden invertir capital en el cultivo. Casi siempre utilizan asociaciones entre cultivos (maíz-frijol, principalmente), obtienen múltiples usos del cultivo y su objetivo es obtener la máxima seguridad en proveer alimentos y otros productos a la propia familia.

En cuanto al cultivo del frijol en México, existen insuficientes antecedentes relacionados con el comportamiento de esta especie en respuesta a los factores ambientales.

Por lo tanto, la mejor comprensión de las respuestas morfo-fisiológicas, expresión de la interacción genético-ambiental, es de importante utilidad para resolver problemas de manejo de esta especie y de tal manera contribuir a abatir el déficit nacional de alimentos.

Los bajos rendimientos de grano obtenidos se deben a diversas causas, entre las que se pueden mencionar:

- a) Pobre y desuniforme precipitación en las zonas temporales, donde principalmente se cultiva el frijol.
- b) Control ineficiente de las plagas y enfermedades que atacan a este cultivo.
- c) Uso de tecnología inapropiada.
- d) No se usan las variedades adaptadas a la región (siendo México un mosaico de regiones agrícolas).
- e) Uso limitado de los fertilizantes y criterios inapropiados para su aplicación.

En este último aspecto, en Nuevo León (y noreste de México en general), uno de los principales problemas para el cultivo del frijol es causado por los desórdenes fisiológicos que presenta la planta ocasionados por deficiencias nutricionales, en especial de hierro, a causa de la naturaleza calcárea de sus suelos.

Por lo anterior, se planteó el presente trabajo teniendo como objetivos:

1. Observar los efectos de la fertilización foliar con quelato de hierro sobre los componentes del rendimiento del frijol.
2. Obtener información básica sobre la fenología del cultivo y así determinar las etapas de su desarrollo en la región de Marín, N.L.

II. LITERATURA REVISADA

1. Antecedentes sobre Phaseolus vulgaris L.

1.1. Origen, distribución e importancia

Conocer el origen geográfico de la especie Phaseolus vulgaris L. (frijol común) reviste singular importancia para todas aquellas personas cuya misión es el mejoramiento genético de esta planta. La razón de ello es que en dicha área se puede encontrar la diversidad genética más grande, tanto del frijol como de ciertas plagas y enfermedades que lo parasitan (Miranda, 1967).

Restos arqueológicos de P. vulgaris se han encontrado en diversos sitios de los Estados Unidos de América, en México y en Perú. Siendo los más antiguos los encontrados en la cueva de Coxcatlán, situada en el Valle de Tehuacán, Puebla, con 7000 años de antigüedad (Miranda, 1967).

En exploraciones botánicas realizadas en México, la especie P. vulgaris creciendo en forma silvestre, se encontró únicamente a lo largo de la Sierra Madre Occidental, entre los 500 y 1800 m sobre el nivel del mar. La mayor frecuencia de variedades silvestres ocurrió siempre a una altura de 1200 m aproximadamente (Miranda, 1967).

Según las normas establecidas por De Candolle, 1886 y Vavilov, 1949-50, citados por Miranda, 1967; para determinar el centro de origen de las plantas cultivadas, la especie P. vulgaris procede del área México-Guatemala por las siguientes razones: en México dicha especie tiene un área

de distribución muy amplia en forma silvestre, en el área de distribución de las variedades silvestres se encuentra una amplia diversidad genética de la especie y además existen numerosas especies del género Phaseolus conviviendo con el frijol común.

Lo anterior indica que la especie P. vulgaris procede de la parte occidental del área México-Guatemala y en especial de algún lugar situado a una altura aproximada de 1200 m sobre el nivel del mar (Miranda, 1966b; Miranda, 1967).

De las 70 especies del género Phaseolus que se han encontrado en México, la especie P. vulgaris es la más importante en la alimentación humana y se cultiva desde el nivel del mar hasta 2700 m de altura. En México, el frijol ha ocupado el segundo lugar en importancia, después del maíz, como alimento básico desde tiempos precolombianos hasta nuestros días. La importancia del frijol en la alimentación humana estriba en que es una magnífica fuente de proteínas, pudiéndose obtener a bajo costo relativamente (Miranda, - 1967; Conde, 1974; Guerra, 1975; Paniagua, 1976).

Los factores que han intervenido en la evolución de P. vulgaris han sido: el sistema reproductivo, la migración, la mutación, la selección y la infiltración genética. Todos estos factores, actuando en forma conjunta o por separado, han hecho que la diversidad genética de la especie se haya aumentado bajo domesticación (Miranda, 1966b).

1.2. Características botánicas

1.2.1. Clasificación taxonómica según el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

Orden ----- Rosales
 Familia ----- Leguminosae
 Subfamilia ----- Papilionoideae
 Tribu ----- Phaseoleae
 Subtribu ----- Phaseolinae
 Género ----- Phaseolus
 Especie ----- vulgaris

1.2.2. Sistemática según Miranda, 1966b; Cronquist, 1977 y Ruiz, 1977

La especie P. vulgaris por ser ampliamente distribuida en el mundo, recibe diferentes nombres de acuerdo a la región o país en que se le cultiva: frijol común, judía, alubia, frejol, habichuela, poroto, caraota, etc.

La planta de frijol común es anual.

La raíz es de tipo fibroso, aunque se diferencia la raíz principal o primaria.

Los tallos son herbáceos, de crecimiento determinado (corto y robusto) o indeterminado (rastrero y voluble) con pelos cortos y rígidos que favorecen adhesión a su soporte.

Las hojas, exceptuando las dos primeras, son compuestas, alternas, pecioladas, pubescentes, de color verde claro, con tres folíolos cordiformes y provistas de estípulas y estipulillas persistentes, el tamaño varía de acuerdo a la variedad.

La inflorescencia es un racimo que nace en las axilas foliares; las flores tienen forma amariposada, son de color variable y son pediceladas.

La flor consta de cinco sépalos, cinco pétalos, 10 estambres y un pistilo; el cáliz es gamosépalo; los pétalos difieren morfológicamente y en conjunto forman la corola.

El pétalo más grande, situado en la parte superior de la corola, se llama estandarte, y los dos pétalos laterales reciben el nombre de alas. En la parte inferior se encuentran los dos pétalos restantes, unidos por los bordes laterales y formando la quilla. Los estambres son diadelfos y cada estambre consta de filamento y antera; nueve filamentos están soldados y el décimo es libre. En el centro de la flor se encuentra el pistilo que consta de ovario, estilo y estigma; el ovario es unicarpelar y con muchos óvulos.

El fruto es una vaina colgante, recta o arqueada, comprimida, gibosa y mucronada, que se abre en dos valvas; cuando está maduro es dehiscente y puede abrirse por la sutura ventral o la dorsal. Parte del estilo permanece a manera de filamento en la punta de la vaina, formando el ápice.

Las semillas nacen alternadamente sobre los márgenes de las dos placentas ubicadas en la parte ventral de la vaina, están unidas a la placenta por medio del funículo, y éste deja una cicatriz en la semilla que se llama hilio; a un lado del hilio se encuentra el micrópilo, y al otro lado el rafe. La semilla carece de endospermo y consta de testa y embrión. La testa se deriva de los tegumentos del óvulo y su función principal es la de proteger el embrión.

El embrión proviene del cigote y consta de eje primario y divergencias laterales; el eje primario está formado por un tallo joven, el hipocótilo y la radícula. el tallo es milimétrico y consta de tres o cuatro nudos; su porción más baja es el nudo de donde surgen los cotiledones; este nudo es, a su vez, la parte más alta del hipocótilo. El hipocótilo es la zona de transición entre las estructuras típicas del tallo y las de la raíz; y la radícula es la raíz en miniatura; las divergencias laterales del eje primario

son las hojas, las más conspicuas de las cuales son los cotiledones o primer par de hojas de la planta.

Los cotiledones forman la parte voluminosa de la semilla y en ellos se almacenan las proteínas y los carbohidratos, que son la fuente aprovechable del frijol. El segundo par de hojas también se distingue bien en el embrión y surge en el segundo nudo del tallo.

Cabe mencionar un fenómeno característico de las especies que pertenecen a la familia de las leguminosas, la fijación del nitrógeno atmosférico. El proceso se realiza por bacterias nitrificantes del género Rhizobium (creando una relación simbiótica con la planta de frijol), siempre y cuando en el suelo exista menor cantidad de nitrógeno que en el aire. La infección de las bacterias a las raíces forma protuberancias llamadas nódulos.

La nodulación comienza más o menos en el momento de brotar la primera hoja verdadera, o sea, cuando empieza a ser activo el proceso de fotosíntesis. Las bacterias penetran en las raíces a través de los pelos absorbentes. Para que este proceso se realice es necesario que la bacteria exista en el suelo (ya que éstas viven libres en el suelo), pero cuando no la hay disponible se puede añadir por medio del proceso de inoculación a la semilla (Anónimo, 1981).

1.3. Características agronómicas

1.3.1. Polinización y fecundación

El frijol común es una especie autógama y normalmente la incidencia de cruzamiento es baja. Sin embargo, se han obtenido grandes diferencias en la frecuencia del cruzamiento natural en diferentes localidades. No obstante que la

quilla protege los estambres y el pistilo, existen muchos factores que hacen posible el cruzamiento natural (Miranda, 1966b).

Entre los factores que influyen en el cruzamiento natural se consideran algunas características específicas de las variedades, tales como el tamaño de la flor, la dureza del pedicelo, el grado de protección del estigma por la quilla, la coincidencia del período de floración y la duración del mismo. Y entre los factores ambientales se consideran de interés la humedad relativa, la temperatura, la estación del año, la afluencia de insectos polinizadores, la distancia que existe entre genotipos y la dirección de los vientos. La influencia de dichos factores, aunada a otras características geográficas y ecológicas de la localidad, hacen que los resultados obtenidos en cuanto a cruzamiento natural difieran de una zona a otra (Miranda, 1971).

En experimentos recientes sobre cruzamiento natural en frijol, en México, se han obtenido resultados entre el rango de 1.19 a 4.5 %. Sin embargo, en un experimento realizado en Costa Rica, el más alto valor observado de cruzamiento natural fué sólo de 0.2 % (Alan, 1966).

1.3.2. Hábito de crecimiento

Este concepto morfoagronómico podría ser definido como la presentación de la planta en el espacio como consecuencia de su crecimiento. Este crecimiento es el resultado de la interacción de los caracteres establecidos en la constitución genética de la planta (genotipo) y de los factores externos que varían en el tiempo y en el espacio.

En frijol existen cuatro tipos principales de hábito

de crecimiento, según la metodología establecida por el CIAT:

a) Tipo I. Hábito de crecimiento determinado arbustivo. El tallo principal y las ramas laterales terminan en una in florescencia desarrollada. Cuando esta inflorescencia está formada, el crecimiento del tallo y de las ramas generalmen te se detiene. En general, el tallo es fuerte, con un número bajo de entrenudos (cinco a 10), comunmente cortos. La altura puede variar de 30 a 50 cm. Sin embargo, hay casos de plantas enanas (15 a 20 cm). La floración dura poco tiem po y la madurez, antes de la senectud completa, ocurre casi al mismo tiempo para todas las vainas.

b) Tipo II. Hábito de crecimiento indeterminado arbustivo. Tallo erecto, pero sin aptitud para trepar, ramas laterales escasas y generalmente cortas, además, como todas las plantas de hábito de crecimiento indeterminado, estas plantas continúan creciendo aún durante la floración, aunque a un ritmo diferente.

c) Tipo III. Hábito de crecimiento indeterminado postrado. Plantas postradas o semipostradas, con un sistema de ramificación axilar bien desarrollado, el tallo principal y las numerosas ramas laterales pueden tener aptitud trepadora en su parte terminal. Generalmente el tallo y algunas ramas laterales se aíslan de la cobertura del cultivo después del inicio de la floración y se llaman guías. Los entrenudos de éstas son particularmente largos en relación con los de la parte inferior. Dentro de este tipo se encuen tran:

c.1) Tipo III.b. Aquellas variedades que son trepadoras potenciales y tienen una considerable cantidad de rami-

ficaciones en el tercio inferior y la mayor carga de vainas se halla localizada principalmente en la parte baja de la planta.

d) Tipo IV. Hábito de crecimiento indeterminado trepador. Este es el hábito de crecimiento típico que se encuentra en los cultivos asociados. Se caracteriza por un número bajo de ramas laterales en cada nudo, las cuales son muy poco desarrolladas (exceptuando algunas), como consecuencia de la dominancia apical. El tallo principal puede tener de 20 a 30 nudos y con algún soporte puede alcanzar más de 2 m de altura. La floración persiste durante varias semanas. Dentro de este tipo de crecimiento existe la siguiente subdivisión:

d.1) Tipo IV.a. Trepador, tiene la ramificación y la producción de vainas repartidas a todo lo largo de la planta.

d.2) Tipo IV.b. Trepador vigoroso, tiene la ramificación y carga de vainas localizadas en la parte superior de la planta.

Además de la determinación del hábito de crecimiento, en la caracterización de variedades de frijol, son importantes otros caracteres, tales como: días a emergencia, color de hipocótilo, vigor, días a floración, duración de la floración, resistencia al acame, color de flor, color del tallo principal, longitud del tallo principal, diámetro del tallo principal, entre otros (CIAT, s.f.).

Se han realizado diversos estudios genéticos sobre el hábito de crecimiento y la mayoría de los investigadores han coincidido en que la manifestación de este carácter depende de un par de factores alelomórficos, donde el creci-

miento indeterminado domina sobre el determinado.

Sin embargo, en un estudio más reciente al respecto, realizado en México, de los resultados obtenidos se concluye que el hábito de crecimiento en P. vulgaris está gobernado por una serie de alelomorfos múltiples. Estos resultados obtenidos contradicen lo observado en estudios anteriores por otros investigadores, debido tal vez a que en dichas investigaciones no se incluyeron diversos hábitos de crecimiento (Miranda, 1966a).

1.4. Condiciones generales de clima y suelo requeridas por el cultivo

a) Clima

Se desarrolla bien en regiones templadas y tropicales con lluvias abundantes (entre 1000 y 1500 mm anuales promedio). Esta especie no resiste las heladas, más bien es susceptible a bajas temperaturas. Las lluvias excesivas durante la floración pueden provocar la caída de las flores (Anónimo, 1981).

b) Suelo

Prospera bien en suelos fértiles de estructura media, como el franco limoso-arcilloso. Deben ser profundos y bien drenados. El frijol común se cultiva en suelos cuya textura varía de franco limosa a ligeramente arenosa, pero tolera bien suelos franco arcillosos. Crece bien en suelos con un pH entre 5.5 y 6.5.

Los suelos con un alto contenido de materia orgánica pueden favorecer un excesivo crecimiento vegetativo de la planta, en perjuicio de su producción de semillas o vainas (Anónimo, 1981).

Los suelos pesados son frecuentemente húmedos y fríos, causando un crecimiento lento de las leguminosas. En suelos ligeros el crecimiento se acelera, obteniéndose una producción temprana, viéndose ésta reducida (Crispín, 1979).

2. Antecedentes sobre nutrición vegetal

2.1. Requerimiento de minerales por las plantas

Las plantas toman del medio mineral (suelo) los materiales necesarios para la edificación de su propia sustancia.

En general, las plantas absorben los elementos minerales por medio de las raíces, junto con el hidrógeno y parte del oxígeno que toman en forma de agua. De la atmósfera toman el oxígeno y el bióxido de carbono (CO_2) del cual obtienen el carbono y otra parte de oxígeno (Resnik, 1980).

Esos elementos minerales se agrupan, de acuerdo a la cantidad que la planta requiere de ellos, en macroelementos y microelementos. Los macroelementos son requeridos por las plantas en cantidades de 1000 ppm o más; mientras los microelementos son requeridos a dosis de 100 ppm o menos (Salisbury, 1978).

Si bien presentes a menudo en cantidades infinitesimales, variables de una especie a otra, estos microelementos tomados por las plantas de las sales de las rocas, juegan un importante papel fisiológico: son auxiliares indispensables de la actividad de ciertas enzimas, ya sea formando parte de grupos prostéticos, ya sea sirviendo directamente de cofactores de catálisis (Mazliak, 1976; Ray, 1976), por esto es muy común llamarlos activadores y no cofactores o de otra forma (Schütte, 1966).

Por lo tanto, excesos o deficiencias de cualquier microelemento pueden alterar gravemente el equilibrio enzimático de las células, y por ende el funcionamiento normal de los procesos fisiológicos que regulan el crecimiento y ciclo de vida de las plantas (Schütte, 1966).

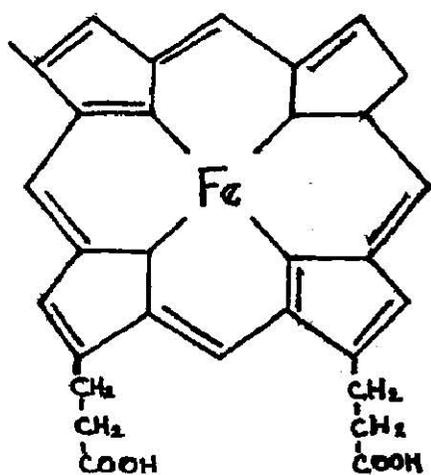
2.2. Funciones del hierro en la fisiología de la planta

El hierro (Fe) es uno de los elementos químicos más abundantes en este planeta. Sin embargo, es también químicamente muy reactivo, por lo que es muy raro encontrarlo puro o en forma elemental.

Aunque la mayoría de los autores consideran al hierro como microelemento, Devlin, 1980 lo considera como un macroelemento, dada su gran importancia fisiológica para la planta.

A través de la investigación sobre la esencialidad de este elemento, se han observado muchas intervenciones de este metal en diferentes procesos fisiológicos o diversas actuaciones en un proceso, por ejemplo:

Las citocromooxidasas son conocidas desde hace mucho tiempo, muchas de las cuales contienen hierro en sus grupos prostéticos. El grupo prostético "hemo" es parecido al pigmento rojo de la sangre (hemoglobina) (Schütte, 1966).



Grupo prostético
"hemo"

La catalasa es una enzima presente en las reacciones metabólicas, destruye en la célula el peróxido de hidrógeno y también oxida muchas otras sustancias, posee el grupo prostético "hemo", como las citocromooxidasas. Respecto a esta función del hierro, se ha observado que la actividad de la catalasa en las plantas (ya que también es presente en la hemoglobina de la sangre), puede estar directamente relacionada con el hierro utilizable presente (Schütte,- 1966).

Se sabe que algunos de los microelementos son capaces de catalizar reacciones en sistemas orgánicos, o sea, catálisis no enzimática. El hierro, el aluminio y el cobre son activos descarboxilando el ácido oxalacético, importante constituyente del ciclo de Krebs (Ray, 1976).

El hierro forma parte, evidentemente, de la composición de todos los transportadores de electrones implicados en las cadenas de oxidoreducción de la respiración celular, en la fotosíntesis y en la fijación del nitrógeno atmosférico por asociaciones simbióticas de microorganismos con vegetales (citocromos, ferredoxina, entre otros) (Mazliak, 1976; Allamong, 1979). En las nudosidades muy jóvenes, las reservas de hierro van asociadas con una proteína -la ferritina- contenida a menudo en el interior de los plastos (Mazliak,- 1976).

2.3. El hierro y su relación con el suelo

Al estudiar la composición química del suelo hay que distinguir tres formas en que se pueden encontrar los elementos requeridos por las plantas: no asimilable, intercambiable y en forma de disolución (fácilmente asimilable) (Thompson, 1966).

El hierro es uno de los minerales más abundantes en el suelo, sin embargo, por ser un elemento altamente reactivo es común encontrarlo en formas que no pueden ser aprovechadas por las plantas (Bowen, 1981).

El hecho más sobresaliente en el comportamiento del hierro en el suelo, es la capacidad del elemento para formar compuestos con diferente grado de oxidación; de ellos, dos de los más importantes coexisten en el suelo: el óxido ferroso FeO (hierro bivalente) y el óxido férrico Fe_2O_3 (hierro trivalente) (Teuscher, 1965).

El hierro es fisiológicamente activo, dentro de la planta, en forma ferrosa (Fe^{2+}), por eso el Fe^{3+} absorbido debe ser reducido en las células de las raíces; ya que se cree que la planta absorbe selectivamente el ion férrico (Fe^{3+}) (Tisdale, 1970; Devlin, 1980; Bowen, 1981).

2.4. Factores que afectan la disponibilidad del hierro para las plantas

Dentro de todos los factores que intervienen en la dinámica del sistema agua-suelo-planta, los principales que afectan la nutrición vegetal son el pH del suelo y el potencial de oxidoreducción del mismo. El pH del suelo determina el comportamiento de elementos que tienden a equilibrarse con la fase sólida del suelo y en la actividad de los microorganismos existentes en él. El potencial redox afecta la solubilidad de nutrientes que reaccionan en más de un estado de oxidación (como es el caso del hierro) (Enríquez, 1977).

Cuanto más bajo sea el pH, más estables serán los iones Fe^{2+} . Como las plantas utilizan selectivamente los io-

nes Fe^{3+} , es posible que haya deficiencia de hierro en suelos ácidos, aunque la concentración total de hierro en el suelo sea elevada. Ya que el proceso inverso de la oxidación ($\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$), la reducción ($\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$), depende del pH del suelo (Bowen, 1981).

La solubilidad tanto del ion Fe^{2+} como del Fe^{3+} en el suelo, depende también del pH. La máxima solubilidad del Fe^{3+} ocurre a pH de 3 a 5, en tanto que el Fe^{2+} es suficientemente soluble hasta un pH de 7 (Bowen, 1981).

pH del suelo	Solubilidad del Fe^{2+} (ppm)
6.3	1000
6.5	352
7.0	35
7.5	3.5

Con un aumento de la acidez de una unidad, la solubilidad del Fe^{2+} aumenta 100 veces (Bowen, 1981).

Los suelos calcáreos, que abarcan un tercio de toda la superficie de la tierra y predominan en regiones áridas, con frecuencia dan lugar a deficiencias de hierro en los cultivos. En estas condiciones la deficiencia se atribuye a causas fisiológicas y no a una verdadera deficiencia de hierro en el suelo (Bowen, 1981).

El exceso de riego y/o el drenaje deficiente pueden causar deficiencia de hierro al aumentar la concentración de HCO_3^- en la solución del suelo. Estos iones disminuyen la absorción del hierro. La soya (Glicine max L.) es muy susceptible a la interferencia de HCO_3^- en la absorción y utilización del hierro. Los suelos ácidos son bajos en HCO_3^- , pero si se riega en exceso puede causar una deficiencia de hierro, debido al bajo nivel de oxígeno en el suelo y la

consiguiente interferencia en el metabolismo de las raíces (Bowen, 1981).

La disponibilidad del hierro disminuye con el exceso de iones fosfato en el suelo y también con concentraciones altas de carbonatos de calcio y magnesio. Si los niveles de cobre, manganeso, molibdeno y zinc en el suelo son desproporcionadamente altos, comparados con el de hierro, la absorción de éste se reduce (Thompson, 1966). Esto es frecuentemente observado en frijol en suelos ácidos de Puerto Rico, con contenidos hasta del 10 % de MnO_2 (Bowen, 1981).

Por otro lado, también deficiencias en otros nutrientes pueden causar deficiencias de hierro. Esto se ha comprobado en el caso del calcio y el potasio (Teusher, 1965; Thompson, 1966; Fassbender, 1975; Bowen, 1981).

Observando los factores físicos y químicos que afectan la disponibilidad y/o asimilación del hierro para las plantas, se puede ver que la deficiencia de hierro que comúnmente es detectada en diversas especies, no es causada por una mera deficiencia de dicho elemento, sino por desbalances en la nutrición de la planta y características propias del suelo.

Por lo tanto, la deficiencia de hierro (clorosis férrica) que se manifiesta en suelos calcáreos es considerada como el disturbio nutricional que mayores dificultades presenta para su corrección (Longoria, 1973).

2.5. La deficiencia de nutrientes

Las plantas, al igual que los seres humanos y los animales, no sólo necesitan alimento suficiente, sino también una dieta balanceada si han de lograr un desarrollo saluda-

ble y producir los rendimientos máximos. Cuando cualquiera de los elementos requeridos no es suficientemente aprovechable, aunque la deficiencia no sea aguda, la planta no puede desarrollar normalmente sin poder rendir al máximo.

2.5.1. Deficiencia aguda

Las deficiencias agudas se revelarán generalmente por ciertas anormalidades que pueden ser detectadas mediante una cuidadosa observación.

En el caso de una deficiencia de hierro, el primer sín toma visible es un moteado clorótico entre las nervaduras de las hojas nuevas en formación, dado que el hierro es un elemento muy poco móvil dentro de la planta. Esto es explicado debido a que en los cloroplastos de las hojas existe una forma de hierro abundante y estable en un complejo proteínico llamado fitoferritina. El transporte de hierro a través del floema es reducido por la formación de tales compuestos insolubles. Por ésto, los primeros síntomas de una deficiencia férrica se observan en las hojas jóvenes (Salisbury, 1978).

A medida que la deficiencia se hace más severa, las áreas moteadas se tornan amarillas, debido a la esencialidad del hierro para la síntesis de clorofila. A medida que la deficiencia avanza, toda la hoja se torna amarilla, excepto las nervaduras. En los casos más agudos, incluso las nervaduras se tornan cloróticas. Cuando esta condición empeora progresivamente, las partes cloróticas o toda la hoja se vuelven necróticas. Las plantas resultan delgadas y débiles y no producen floración ni fructificación normales. El desarrollo queda muy retardado y la planta puede morir (Bowen, 1981).

Una deficiencia férrica también detiene la división de los tejidos meristemáticos, debido a que no hay crecimiento de células o síntesis de proteínas, por lo que generalmente las plantas se observan enanas y a la vez cloróticas. Puede inhibirse también, la formación de los cloroplastos a través de la inhibición de la síntesis de proteínas (Salisbury, 1978).

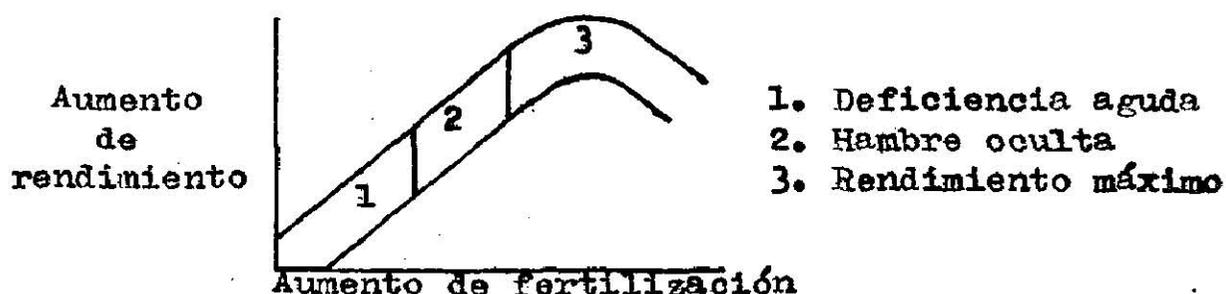
Al detectar una deficiencia de hierro, se debe cuidar de no confundirla con una deficiencia de manganeso o zinc, ya que la sintomatología es similar.

Cuando los síntomas de una deficiencia aguda son detectados, ya es demasiado tarde para rehabilitar el cultivo en pie. Aún cuando los tratamientos correctivos son posibles, es muy probable que el rendimiento y la calidad ya hayan quedado seriamente afectados.

2.5.2. Hambre oculta

Este término puede ser definido como la deficiencia nutricional que afecta a una planta y no puede ser detectada por simple observación, ya que la planta no manifiesta los síntomas característicos de dicha carencia nutricional, dado que ésta no llega al grado de una deficiencia aguda.

El "hambre oculta" se presenta en la zona situada entre las deficiencias agudas y los rendimientos máximos, tal como se muestra en la figura siguiente:



En comparación con la deficiencia aguda, el "hambre oculta" reduce mucho más los rendimientos y las ganancias, debido a que está distribuida en toda la planta y pasa desapercibida. Aunque esta deficiencia limita los rendimientos y algunas veces afecta la calidad, rara vez se revela como una anomalía identificable del desarrollo vegetal (National Plant Food Institute, 1980).

Como la deficiencia aguda, el "hambre oculta" puede ser difícil o imposible de corregir. Las pruebas rápidas de tejidos de plantas o el análisis químico completo de toda la planta, sirve para determinar si los cultivos tienen "hambre oculta" (National Plant Food Institute, 1980).

2.6. Control de la clorosis ocasionada por deficiencias de hierro

Como se ha mencionado, la clorosis férrica que se observa en algunas especies cultivadas en suelos alcalinos, es considerada por muchos investigadores como el disturbio nutricional que mayores dificultades presenta para su corrección.

En algunos casos de deficiencia de hierro, se han logrado efectos positivos mediante aspersiones foliares de sulfato ferroso (FeSO_4) y quelatos de hierro, también se han obtenido buenos resultados con aplicaciones de quelatos de hierro al suelo, sin embargo este último método resulta caro aplicarlo. En cuanto a las aspersiones foliares con compuestos de hierro, la corrección de la clorosis se ha observado de un modo parcial, por lo que se hace necesario más de una aplicación en el mismo ciclo (Treviño, 1968; Larrea, 1969; Del Rivero, 1970; Pratt, 1974).

En un estudio efectuado simultáneamente al presente trabajo, en el cual se utilizó el mismo genotipo de frijol (Delicias 71- Selección No. 4) y el mismo sustrato, y como fuente de hierro se aplicó FeSO_4 ; se encontraron, entre otros, los siguientes resultados: en materia seca por planta, las fertilizadas produjeron 54 % más que las testigo, siendo los órganos reproductivos los que contribuyeron más a dicho incremento. En cuanto al área foliar, en las plantas tratadas el período de formación de hojas fué más prolongado que en las testigo. La producción de frutos fué muy superior en las plantas tratadas con respecto a las testigo, pero al momento de la cosecha el rendimiento fué igual en ambas. De lo anterior se concluye que la fertilización foliar con FeSO_4 en dicho genotipo modifica el crecimiento de los componentes del rendimiento, por lo que se considera que tal genotipo presenta el fenómeno de "hambre oculta". Aunque se manifestó un factor limitante, la abscisión de frutos inmaduros, que provocó que las plantas tratadas rindieran lo mismo que las testigo (Ramírez, 1981).

Otra forma que ha sido estudiada para controlar la clorosis férrica, es los tratamientos de inundación al suelo. Entre los cambios químicos que tienen lugar cuando un suelo es inundado, uno de los más importantes es la reducción del hierro aumentando así su solubilidad. Para la eficiencia de este método, se ha comprobado la importancia que tienen los microorganismos del suelo y la materia orgánica de fácil asimilación. Es importante indicar que el método de inundación al suelo para controlar la clorosis férrica es preventivo (Longoria, 1973).

2.6.1. Uso de quelatos

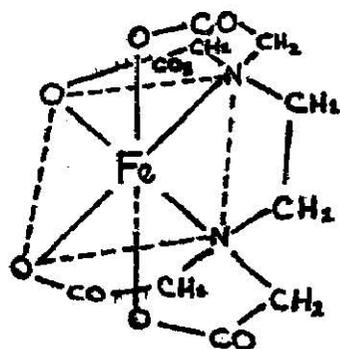
Existen varias formas no iónicas en que pueden ser ab-

sorbidos diversos elementos por las plantas. La forma no iónica que mayor interés presenta en la agricultura es la de los "quelatos"; este término técnicamente, en química orgánica, se refiere a una configuración en anillo que resulta de la combinación de un ion metálico con dos o más grupos donadores de electrones de una misma molécula, mediante enlaces de coordinación que cierran el anillo. Los metales ligados en esa forma pierden sus características catiónicas, por lo que son más estables y permanecen más tiempo en forma aprovechable para las plantas (Schütte, 1966; Resnik, 1980).

Siendo el hierro un ion metálico muy reactivo, los quelatos brindan una buena oportunidad para corregir la clorosis ocasionada por deficiencia o indisponibilidad de hierro.

Las aplicaciones de quelatos de hierro al suelo, para controlar la clorosis férrica, son recomendables en suelos con pH por debajo de la neutralidad. En suelos donde el pH es alcalino se recomienda aplicar los quelatos de hierro como aspersiones foliares. En general, la clorosis férrica observada en suelos calcáreos o alcalinos se corrige parcialmente con algunos de los quelatos.

Algunos de los agentes quelatantes sintéticos de mayor uso en la agricultura son el ácido etilendiamino-tetraacético (EDTA), el ácido etilendiamino-(di-o-hidroxifenilacético) (EDDHA) y el ácido nitrilo-acético (NTA).



Molécula de quelato de hierro del ácido etilendiamino-tetraacético (Fe-EDTA).

Existen diferentes compuestos que son agentes quelatantes naturales, tales como el ácido ascórbico, el ácido húmico, el ácido cítrico y el ácido tartárico; sin embargo, hay inconveniente para aplicarlos al suelo como tales, porque la estabilidad de sus quelatos metálicos es relativamente baja (Resnik, 1980).

La mayoría de los quelatos de hierro disponibles son compatibles con los plaguicidas y fertilizantes más comúnmente usados (excepto con el paratión) (Bowen, 1981).

Los quelatos por sí solos son sensibles al pH, por lo que debe considerarse el tipo de quelato de acuerdo al rango de pH del suelo al que se va a aplicar (Thompson, 1966; Bowen, 1981).

Para aplicar los quelatos de hierro en forma de aspersión foliar, la cobertura uniforme es esencial debido a que el hierro es casi inmóvil dentro de la planta y es recomendable usar un agente humectante, ya que se ha observado que entre mayor sea el tiempo de contacto del quelato con la superficie del follaje, la asimilación del hierro es mayor (Resnik, 1980; Bowen, 1981).

Las aspersiones foliares de quelatos resultan, tal vez, más económicas que aplicarlos al suelo, debido a que se eliminan todas las relaciones adversas del suelo para la asimilación del hierro; además se aplica el elemento justo en los puntos donde se requiere para normalizar el metabolismo de la planta (Bowen, 1981).

El uso de quelatos asperjados foliarmente para controlar la clorosis férrica muestra algunas desventajas. Puede ocurrir que la cobertura sea desuniforme, en cuyo caso se recomienda repetir el tratamiento. La aplicación foliar de

productos químicos implica un riesgo mayor de fitotoxicidad, por eso es muy importante no exceder las dosis recomendadas (Thompson, 1966; Bowen, 1981).

3. Análisis del crecimiento

Las características diferenciales entre variedades de una misma especie deben ser establecidas a través de ensayos que permitan determinar los aspectos resaltantes de cada variedad.

Mediante un análisis del crecimiento, observando las características morfo-fisiológicas específicas para cada variedad, es posible interpretar el comportamiento de estas plantas a través de su ciclo de crecimiento. Un estudio de este tipo se hace mediante la observación e interpretación de los principales índices del crecimiento (Ascencio, 1975), y es de suma utilidad para ver la respuesta de las plantas a la modificación del medio.

3.1. El rendimiento y sus componentes

En las plantas cultivadas el rendimiento es la resultante de la interacción del genotipo con el ambiente, manifestada a través de los procesos fisiológicos.

Algunos factores ambientales (como la humedad, la fertilidad, entre otros) pueden ser modificados por prácticas culturales. En cambio otros, como la temperatura y el fotoperíodo, son menos controlables, pero se recurre a prácticas culturales como fecha de siembra para tratar de controlarlos lo mejor posible.

El rendimiento más alto de un cultivo se obtiene cuando la combinación de dichos factores, genotipo, ambiente y

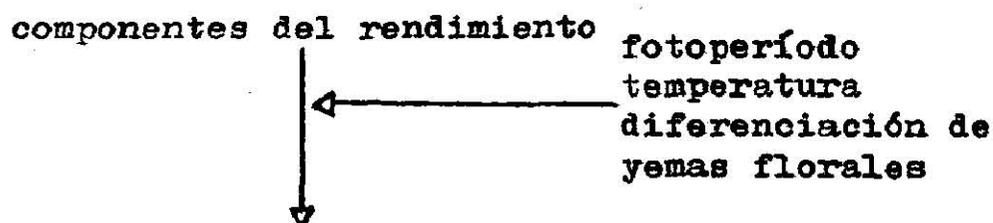
prácticas culturales es la mejor para determinada especie.

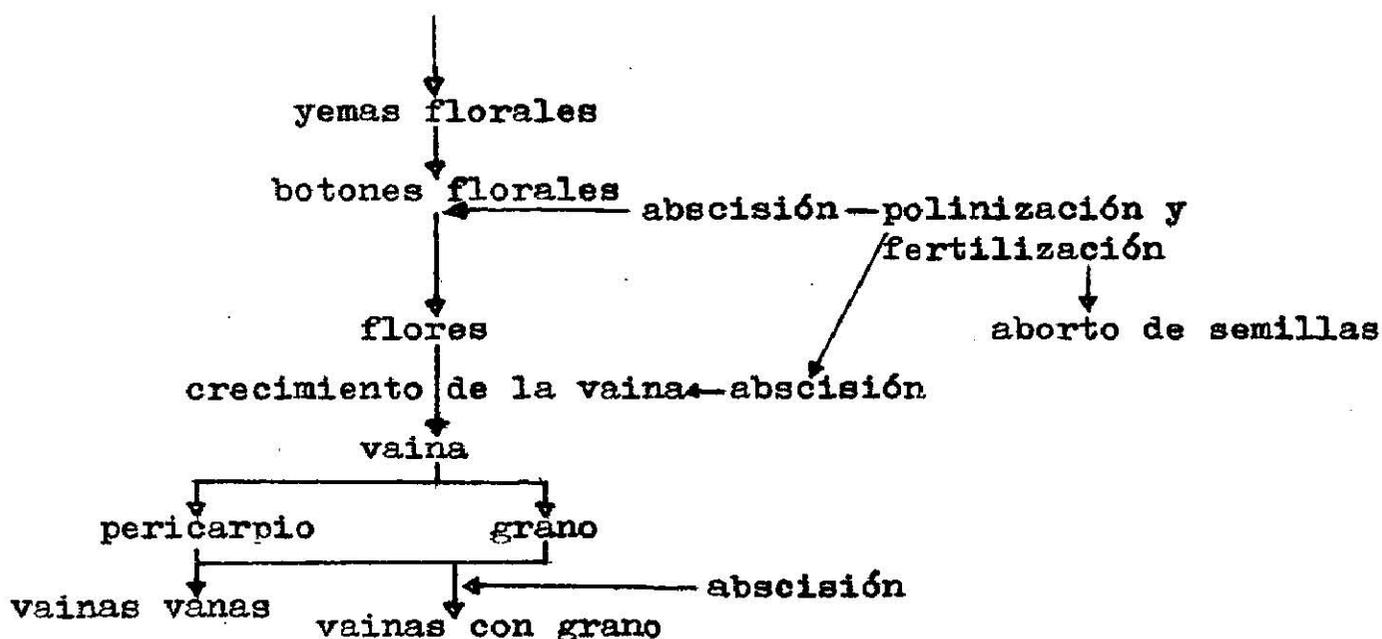
El rendimiento puede considerarse como la expresión fenotípica de interés antropocéntrico y es la resultante final de los procesos fisiológicos, reflejados en la morfología de la planta (Kohashi, 1979).

Los principales componentes fisiológicos del rendimiento son: la acumulación de fotosintatos (rendimiento biológico) y la distribución de dichos fotosintatos (rendimiento económico). El rendimiento biológico tiene su expresión morfológica en las estructuras de la planta (raíz, tallo, hojas, flores, botones, frutos). En el frijol el rendimiento económico tiene su expresión morfológica en el grano (Kohashi, 1979).

El rendimiento económico es considerado como la resultante de una secuencia de otros componentes, llamados morfológicos, como vainas, pericarpio, flores, botones, yemas. En esta secuencia de transformaciones, se presentan algunos fenómenos fisiológicos que afectan la formación del grano, tales como aborto de semillas, abscisión de órganos y polinización, entre otros (Kohashi, 1979).

Para poder analizar las relaciones tan complejas entre genotipo, ambiente y prácticas culturales, con el rendimiento, es indispensable tener un conocimiento concreto de dichas relaciones desde el punto de vista causal, y de la secuencia de los procesos que conducen a dicho rendimiento, tal como lo muestra el siguiente diagrama de flujo (Kohashi, 1979):





3.2. La fuente y la demanda fisiológica

La manera como se distribuye la materia seca entre los diferentes órganos de la planta es de gran importancia en las plantas cultivadas, ya que existen posibilidades de modificar dicha distribución por el mejoramiento genético, siendo el camino más prometedor para incrementar la productividad agrícola.

En el frijol, las hojas son consideradas como regiones de producción de fotosintatos (fuente), en contraste con los sitios de demanda, tales como las raíces, los meristemos y los órganos de reserva en crecimiento (vainas con grano). Así, los fotosintatos se mueven de la fuente a la demanda por el sistema de transporte de la planta (Kohashi, 1979).

El hecho de que haya una mayor cantidad de fotosintatos cuando no existe una mayor capacidad morfológica para almacenarlos, no conducirá a un aumento en el rendimiento. Mientras, cuando exista una mayor capacidad de almacenamien

to, sin una cantidad alta de fotosintatos, se traducirá probablemente en frutos sin granos (frutos vanos) o en caída de órganos reproductivos (Kohashi, 1979).

El estudio de las relaciones fuente-demanda fisiológica es de gran importancia, porque permite determinar en donde están los obstáculos que limitan, en una variedad y circunstancias dadas, el aumento del rendimiento (Kohashi, - 1979).

La teoría de la fuente y demanda fisiológica se ha utilizado para explicar los fenómenos de aborto de semillas y abscisión de órganos reproductivos en leguminosas de grano como el frijol (Fanjul, 1978).

3.3. Dinámica del crecimiento de órganos en frijol

De algunos estudios sobre caracterización de variedades de frijol común, se ha obtenido información sobre la dinámica de la aparición de ramas, flores y área foliar, y la evidencia de su íntima relación con el hábito de crecimiento de la planta. En estos trabajos también se ha observado, que en el frijol, el número de ramas determina el "potencial" de producción de flores y, por ende, de vainas y contribuye también a dar una mayor área foliar (Kohashi, 1979).

Las variedades de hábito de crecimiento indeterminado, con más nudos en el tallo principal que las de hábito determinado, ofrecen mayores posibilidades en la respuesta a la ramificación y el área foliar, y ésta está muy influenciada por las condiciones ambientales, posiblemente luz y agua disponible en el suelo (Kohashi, 1979).

Se ha observado que las variedades de hábito de crecimiento indeterminado rinden más que las variedades de hábito

determinado; esto indica que la densidad de nudos (en la ma durez fisiológica) es la primera determinante de una secu encia de factores que inciden en el rendimiento. Las correlaciones positivas de la densidad de nudos con las densidades de racimos y de grano, y la relación no significativa entre la densidad de nudos y otros caracteres de la vaina (v.g., vainas/racimo y granos/vaina) indican que el número de nudos puede ser aumentado sin que se presenten compensaciones negativas en otros componentes del rendimiento que actúan posteriormente en la secuencia (CIAT, 1975). Por lo tanto, un aumento en la estructura básica de la planta, por ejemplo, en la densidad de nudos, al demorar la floración para aumentar la capacidad de la demanda de fotosintatos seguida de un largo período de postfloración para llenar esa capaci dad, conduciría a aumentos significativos en el rendimiento, con material determinado y semideterminado (CIAT, 1974).

La cantidad y la distribución porcentual de la materia seca en la porción aérea de la planta individual de frijol, varía con el estadio de crecimiento de la planta. La cantidad de materia seca está más condicionada por el genotipo y densidad de siembra que la distribución porcentual de ésta (Díaz, 1974).

En estudios realizados en frijol, para determinar el efecto de la densidad de población sobre el rendimiento y sus componentes, se ha observado que el rendimiento y todos sus componentes (vainas/planta y granos/vaina, vainas y gra nos/m²), excepto el tamaño de grano (peso de 100 granos), fueron afectados significativamente por los niveles de densidad de población. También se ha observado que el componen te del rendimiento vainas/planta es el más afectado por las condiciones ambientales, especialmente de densidad de pobla

ción (Kohashi, 1979). Lo mismo se ha observado en otras leguminosas de grano como la soya (Glicine max L.) y el chícharo (Pisum sativum L.) (Cruzat, 1976).

Se tienen evidencias de que el frijol muestra ciertos mecanismos mediante los cuales el número de vainas, y por lo tanto de granos que serán llenados, puede ser ajustado a la provisión de fotosintatos, de tal manera que se asegure el llenado del grano (Kohashi, 1979).

Se ha observado un mayor potencial de rendimiento de las variedades de hábito de crecimiento tipo IV (según la clasificación del CIAT), en comparación con las variedades arbustivas (tipos I, II y III). Esto ha sido asociado principalmente con el alto nivel de producción de materia seca total de las variedades trepadoras (tipo IV), posiblemente por un ciclo de crecimiento más largo. En términos de eficiencia para el rendimiento, las variedades trepadoras producen más gramos de frijol por día y por unidad de superficie que las variedades arbustivas (Fanjul, 1978).

En otros trabajos sobre la eficiencia fotosintética de la planta de frijol común, se ha establecido que ésta depende de la razón de área foliar (RAF) y de un número elevado de hojas por planta. Aunque este número elevado de hojas origina una disminución de los valores del índice de asimilación neta (IAN), aumenta la eficiencia fotosintética de la planta de frijol como un todo (Ascencio, 1973).

Por lo tanto, la supresión del área foliar del frijol reduce los rendimientos. La planta, sin embargo, tiene un poder de recuperación del área foliar suprimida que varía con el estadio de desarrollo. Resultados de investigaciones al respecto, indican que los períodos críticos, en frijol,

son durante la prefloración, formación y llenado de las vainas (Galvez, 1977).

En soya se ha observado que la defoliación influye negativamente sobre la cantidad de vainas y producción de semilla; sin embargo, la defoliación no afecta la altura de la planta y el contenido de aceite y proteína de la semilla producida, ni el peso de 100 semillas (Rosas, 1967).

Cabe mencionar, por su importancia para incrementar los rendimientos de grano en frijol, los estudios que se han realizado en los últimos años sobre la creación de variedades de frijol insensibles al fotoperíodo. Esta caracteristica es, tal vez, la que más influye en la capacidad de adaptación de algunas especies a determinados ambientes. Siendo la planta de frijol común, originalmente, una especie muy sensible al fotoperíodo; la existencia de introducciones de frijol insensibles al fotoperíodo y de floración tardía, podría conducir a la producción de materiales de alto rendimiento, con alta densidad de nudos y amplia adaptación al fotoperíodo (CIAT, 1975).

3.4. Abscisión de órganos reproductivos en frijol

Trabajos realizados al respecto, en Chapingo, México, muestran la evidencia de que el porcentaje de frutos que alcanzan la madurez fisiológica está determinado más bien por la caída de vainas, siendo muy pocas las flores que se pierden. Se observó que en este porcentaje el efecto de variedad y densidad de población fueron altamente significativos (Díaz, 1974).

Se ha podido concluir que en la abscisión de vainas jóvenes opera un proceso en secuencia que consta de dos par-

tes: la primera consiste en la detención del crecimiento de la vaina, que puede ocurrir a partir de los tres días de la antesis. La segunda, consecuencia de la primera, consiste en la caída del fruto. Sin embargo, el fruto que se cae no lo hace inmediatamente que deja de crecer, sino que existe un lapso de tiempo entre los dos procesos secuenciados de la abscisión; siendo este lapso de tiempo variable, de acuerdo al genotipo y a las condiciones ambientales (Kohashi, 1979).

Estudios más específicos sobre la detención del crecimiento de órganos reproductivos en frijol, han demostrado que existe una relación entre la posición de una flor en determinado nudo de la inflorescencia y el "amarre" o retención de vainas a la cosecha. Se observó que el porcentaje de "amarre" de vainas es más alto en los nudos de la inflorescencia más cercanos a la axila (o sea, a la unión del tallo con la inflorescencia), que el "amarre" de vainas en los nudos del ápice de la inflorescencia. También se observó que las flores que aparecen al principio del período de floración tienen una mayor probabilidad de producir vainas a la cosecha sin detener su crecimiento (Fanjul, 1978).

No parece existir una verdadera independencia entre cada unidad nodal de sitio de producción-sitio de acumulación. Los productos de la fotosíntesis son muy móviles dentro de la planta y durante el crecimiento de las vainas, se mueven hacia las primeras vainas fertilizadas en forma de atracción polar. Una consideración de gran importancia es el efecto de la producción de hormonas endógenas por las vainas jóvenes en crecimiento y las semillas, sobre el control de la dirección del movimiento de los productos de la fotosíntesis (CIAT, 1976).

3.5. Implicaciones de la investigación fisiológica para el mejoramiento del frijol común

La meta de todos los programas de mejoramiento, debería ser, la producción de nuevas variedades con una habilidad superior de rendimiento y con buena adaptación a las condiciones de producción a nivel del agricultor en la zona de interés (Laing, 1977).

En los últimos años, los fitomejoradores han puesto más atención al estudio de los componentes individuales de características complejas, tales como el rendimiento, con el propósito de obtener una mejor explicación del mecanismo genético que controla estas características. Hasta la fecha, se ha demostrado claramente que ciertas características complejas pueden ser vistas como resultado de las interacciones multiplicativas de sus componentes. Además la heredabilidad de los caracteres complejos ha mostrado, frecuentemente, ser baja; y la heredabilidad de los componentes ser, en general, alta (Duarte, 1968).

Para establecer el método más apropiado que permita seleccionar variedades de frijol genéticamente superiores en rendimiento de grano, es útil estimar la porción heredable de la variación fenotípica asociada a ese carácter. Al respecto, en una investigación llevada a cabo se concluye que: considerando conjuntamente los índices de heredabilidad, progreso genético y correlaciones, resulta aparente que el rendimiento de grano, en general, podría mejorarse por selección del mayor número de vainas/planta, granos/vaina y nudos/planta. La selección de esos componentes podría implicar, en ciertos casos, la de plantas con también los mayores diámetros de tallo y longitudes de vainas (Paniagua, 1976).

III. MATERIALES Y METODOS

1. Localidad

El presente experimento se llevó a cabo en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicado en el municipio de Marín, N.L., a los 25°53' latitud norte y 100°03' longitud oeste, con una altitud de 367.5 m sobre el nivel del mar.

El clima predominante en la región es semiárido, $BS_1(h')hx'(e')$ de acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por García, 1973; el tipo de vegetación que domina es el matorral espinoso. La precipitación pluvial media es de 466.52 mm anuales, con temperaturas medias anuales, máxima de 28.36°C y mínima de 16.61°C. Estos promedios anuales de precipitación y temperatura fueron obtenidos de los últimos tres años, durante los cuales ha trabajado la estación meteorológica del campo experimental de la Facultad de Agronomía.

Las condiciones climatológicas que se registraron durante el desarrollo del cultivo, son presentadas en el Apéndice.

2. Genotipo bajo estudio

El genotipo utilizado fué la variedad "Delicias 71-Selección No. 4", obtenida por el Programa de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo del Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Esta variedad se obtuvo a partir de la variedad Delicias 71, siguiendo el método de selección individual. La variedad Delicias 71 es recomendada para el Estado de Nuevo León por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

La variedad Delicias 71 proviene de una colección registrada con el número 776, colectada originalmente en Puebla y enviada al Campo Agrícola Experimental de Cd. Delicias, Chihuahua del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas; en el año de 1967. Fue obtenida por el método de selección individual y masal.

Las principales características agronómicas de la variedad Delicias 71 son (García, 1973):

- a) Raíz pivotante.
- b) Flores de color blanco.
- c) Vainas de 100 a 105 mm de largo, de color verde; tiene de cinco a siete granos y de 32 a 35 vainas por planta.
- d) Semilla pequeña (5800 semillas/Kg, aproximadamente) de color pinto, bayo con café.
- e) Ciclo vegetativo de 85 a 95 días en su mejor fecha de siembra.
- f) Hábito de planta: guía corta, con la carga de vainas compactada en la parte inferior de la planta.
- g) La floración principia entre los 40 a 45 días y termina entre los 60 a 65 días.
- h) Resiste a altas temperaturas.
- i) Es resistente a la antracnosis (Colletotrichum lindemuthianum).
- j) Es tolerante al chahuixtle (Uromyces phaseoli typica), a los nemátodos y a la bacteriosis.

k) Produce de 2000 a 2500 Kg/Ha, en buenas condiciones.

Una característica de la variedad "Delicias 71-Selección No. 4", de gran importancia para el presente estudio, es la no susceptibilidad a manifestar síntomas visibles de deficiencias férricas en suelos calcáreos o con problemas de pH alcalino.

3. Tratamientos

Tratamiento 1. Testigo

Tratamiento 2. Fertilización foliar con quelato de hierro (Fe-EDTA al 0.2 %)

La fuente utilizada para efectuar el tratamiento con quelato de hierro fué el producto comercial Kelatex-Fe, con conteniendo 63 % mínimo de complejo de hierro derivado del ácido etilendiamino-tetraacético (EDTA).

El tratamiento con Kelatex-Fe se aplicó a una dosis de 25 g/15 l de agua (166 g/100 l de agua), siendo ésta la dosis media recomendada por el productor del compuesto. Se añadió a la solución un adherente, de la marca comercial Inex-A, a razón de 20 ml/15 l de agua (dosis recomendada por el productor). La fertilización se efectuó con una aspersora manual de mochila, con capacidad para 15 l de solución.

El tratamiento se aplicó a los 49 días después de la siembra, coincidiendo con los primeros días del período de floración (cuando menos el 50 % de las plantas presentaban una flor en antesis). Para la aplicación se dieron dos rociadas, una lenta y una rápida (a lo largo del surco), con el fin de cubrir lo mejor posible el follaje. Posteriormente hubo la necesidad de aplicar por segunda vez el trata-

miento, cuatro días después de la primera aplicación; ya que el día de la primera aplicación se presentó una precipitación de 4.16 mm, temiéndose un posible lavado del fertilizante.

Las aplicaciones del tratamiento se hicieron durante las primeras horas del día para evitar posibles quemaduras del follaje por fuertes insolaciones.

4. Diseño experimental

La distribución de los tratamientos en el campo, se hizo de acuerdo con un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones.

En cada tratamiento la parcela experimental consistió de cuatro surcos de 5 m de largo y 0.8 m de distancia entre ellos, formando un área de 16 m².

La parcela útil estuvo determinada por los dos surcos centrales, eliminándose las dos primeras plantas situadas en cada cabecera del surco.

5. Siembra

La siembra se realizó el 22 de Agosto de 1980, depositando dos semillas cada 5 cm; posteriormente se efectuó un raleo a los 18 días después de la siembra, para dejar establecidas las plántulas a 15 cm de distancia entre ellas.

La siembra se efectuó a "tierra venida", sembrando en el fondo del surco.

6. Labores culturales

Se realizaron cuatro deshierbes durante el ciclo del

cultivo, a los ocho, 16, 39 y 60 días después de la siembra.

Dado que los deshierbes se hicieron en forma manual, el único material utilizado fué azadón.

Los riegos se dieron al cultivo por gravedad, abriendo boquillas. Durante el desarrollo del cultivo sólo hubo necesidad de aplicar dos riegos de auxilio, a los cinco y 22 días después de la siembra; ya que durante el ciclo se presentaron varias precipitaciones, las cuales proporcionaron la humedad requerida por el cultivo.

Los materiales utilizados para aplicar los riegos, fueron azadones y palas (y el agua, por supuesto).

Para el control de plagas y enfermedades, los materiales utilizados fueron los productos comerciales Sevín y Benlate; y para su aplicación se usó una aspersora manual de mochila con capacidad para 15 l de solución.

Se aplicó Sevín al cultivo a los 14 días después de la siembra, para controlar el ataque de un gusano defoliador y Diabrotica sp que empezaban a incidir sobre el cultivo.

El Benlate se aplicó a razón de 2.5 g/l de agua con el fin de controlar la infestación de un hongo del suelo del género Rhizoctonia sp. Las aplicaciones se hicieron a los 15, 18 y 49 días después de la siembra, dirigiendo la aplicación principalmente al cuello de la planta (el punto donde ataca el hongo).

7. Muestreos

Para los fines del presente estudio, se realizaron seis muestreos, a los 20, 49, 60, 69, 80 y 95 días después de la siembra.

En cada muestreo se seleccionaba aleatoriamente una planta de cada parcela, considerando que ésta fuera de los surcos centrales (parcela útil) y tuviera competencia completa. Al momento de la cosecha se muestrearon 10 plantas de cada uno de los dos surcos que formaban la parcela útil. Las plantas muestreadas se cortaban al ras del suelo, se colocaban en bolsas de polietileno individualmente y eran llevadas al laboratorio, disectándose en sus diferentes órganos para así analizar las variables estudiadas.

Después de haber obtenido los datos requeridos para el análisis morfológico del crecimiento, cada órgano analizado de la planta se colocaba en bolsas de papel encerado perfectamente identificadas; se colocaban en una estufa por 48 hr a $60-70^{\circ}\text{C}$ para, posteriormente, obtener el peso seco de cada órgano analizado.

8. VARIABLES ESTUDIADAS

Para ser analizadas las plantas, se disectaron en los siguientes órganos: hojas del tallo principal, hojas de tallos de primero, segundo y tercer orden (si se presentaban); órganos reproductivos (botones, flores y vainas) del tallo principal y de tallos de primero, segundo y tercer orden; tallo principal y tallos de primero, segundo y tercer orden.

8.1. Morfológicas

a) Tallo

Se determinó la longitud de entrenudos del tallo principal y de tallos secundarios.

También se determinó el número de nudos de los mismos órganos.

b) Area foliar funcional

Se consideró área foliar funcional a las hojas que presentaran más del 50 % de un color verde normal.

Para la cuantificación de esta variable se utilizaron hojas tamaño carta de papel bond y lápiz, y se procedía de la siguiente manera: se dibujaban las hojas funcionales en las hojas de papel, posteriormente se cortaban y se pesaban; se pesaba 1 dm² del papel utilizado, y por interpolación se obtenía el área foliar funcional en decímetros cuadrados.

c) Organos reproductivos

Fruto. Se consideró fruto desde que se desprendían los pétalos y quedaba expuesta la vaina.

Se determinó la posición y la longitud de la vaina, desde la unión de ésta con el pedúnculo hasta el ápice distal de la misma. En la cosecha se determinó el número de vainas por planta.

8.2. Fisiológicas

a) Peso seco por órgano

Después de haber obtenido los datos requeridos para el análisis morfológico del crecimiento; en bolsas de papel en cerrado se sometía cada órgano en una estufa por 48 hr a 60-70°C, pesándose posteriormente.

b) Peso seco por planta

Para la obtención de la materia seca por planta, acumulado en la fecha de cada muestreo, se sumaron los valores obtenidos de cada órgano.

8.3. Ambientales

a) Temperatura

Se consideraron las temperaturas diarias, máxima y mínima durante el ciclo del cultivo.

b) Precipitación

Se consideró la frecuencia, fecha y cantidad durante el ciclo del cultivo.

Los datos de estas variables ambientales analizadas, se obtuvieron de la caseta meteorológica de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, situada en el municipio de Marín, N.L.

IV. RESULTADOS

1. Desarrollo del cultivo

El cultivo fué establecido en el campo el 22 de Agosto de 1980; la siembra se efectuó a "tierra venida". La emergencia de las plántulas se presentó entre los cinco y 10 días después de la siembra.

A los 16 días después de la siembra se observaba el primer par de hojas (hojas simples) en la mayoría de las plantas, cuatro días después presentaban su primer hoja trifoliada expuesta, y en un menor número la segunda hoja trifoliada. O sea que a los 20 días después de la siembra las plantas presentaban de tres a cuatro nudos.

A los 49 días después de la siembra dió principio el período de floración, ya que la mayoría de las plantas presentaban cuando menos una flor en antesis; por lo tanto se procedió a efectuar el tratamiento de fertilización con quelato de hierro (Fe-EDTA). El cultivo no presentaba síntomas visibles de deficiencia de hierro (tal como se esperaba).

El período de formación de vainas principió a los 60 días después de la siembra, y simultáneamente continuaba el crecimiento vegetativo, tal como sucede con todos los genotipos de hábito de crecimiento indeterminado.

A los 102 días después de la siembra se inició la cosecha de las parcelas que presentaban las condiciones para ésta, cosechándose las últimas parcelas a los 113 días.

En seguida se presentan los resultados de las variables estudiadas:

2. Variables morfológicas

a) Longitud de tallo

Los resultados sobre esta variable se muestran en las figuras 1 y 2, para el testigo y el tratamiento respectivamente; si se comparan dichas figuras se observa que la mayor longitud alcanzada por las plantas testigo es de 141.5 cm, a los 49 días después de la siembra; mientras que para las tratadas es de 215 cm a los 80 días después de la siembra. En la figura 2 se observa claramente como después de efectuar la fertilización, el crecimiento longitudinal del tallo sufre un fuerte incremento, debido principalmente al crecimiento de los tallos secundarios. En el caso de las plantas testigo, la longitud de tallos secundarios comprende el 70.7 % de la longitud total del tallo (tallo principal más tallo de ramas o tallos secundarios) y el resto es con lo que contribuye a dicho valor el tallo principal; mientras que en las plantas tratadas este último sólo contribuye con el 22 %, y con el 78 % los tallos secundarios. Por otra parte, si comparamos los valores de la longitud de los tallos secundarios de ambos tratamientos, podemos observar que las plantas fertilizadas tuvieron un 97.7 % más que el valor alcanzado por las plantas testigo.

Los resultados anteriores carecen de un análisis estadístico más preciso, puesto que el tamaño de la muestra utilizado fué inadecuado, la tabla 1 muestra los parámetros estadísticos de la muestra que nos dan una idea de las características de la población utilizada.

b) Nudos por planta

En la figura 3 podemos observar que en el caso del tes

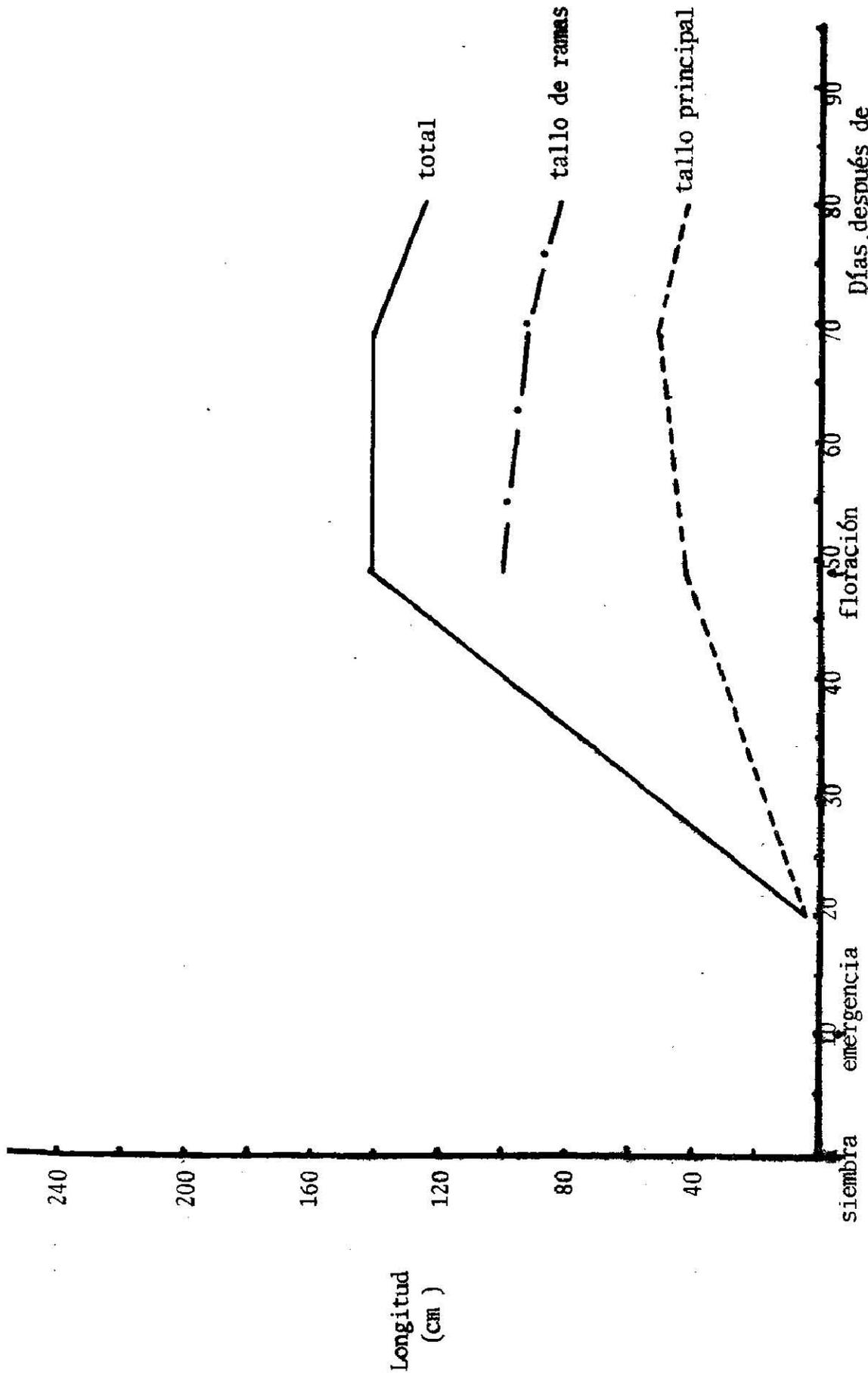


FIGURA 1. Curvas de crecimiento en longitud del tallo principal, tallo de ramas y total (tallo principal más tallo de ramas) de las plantas testigo.

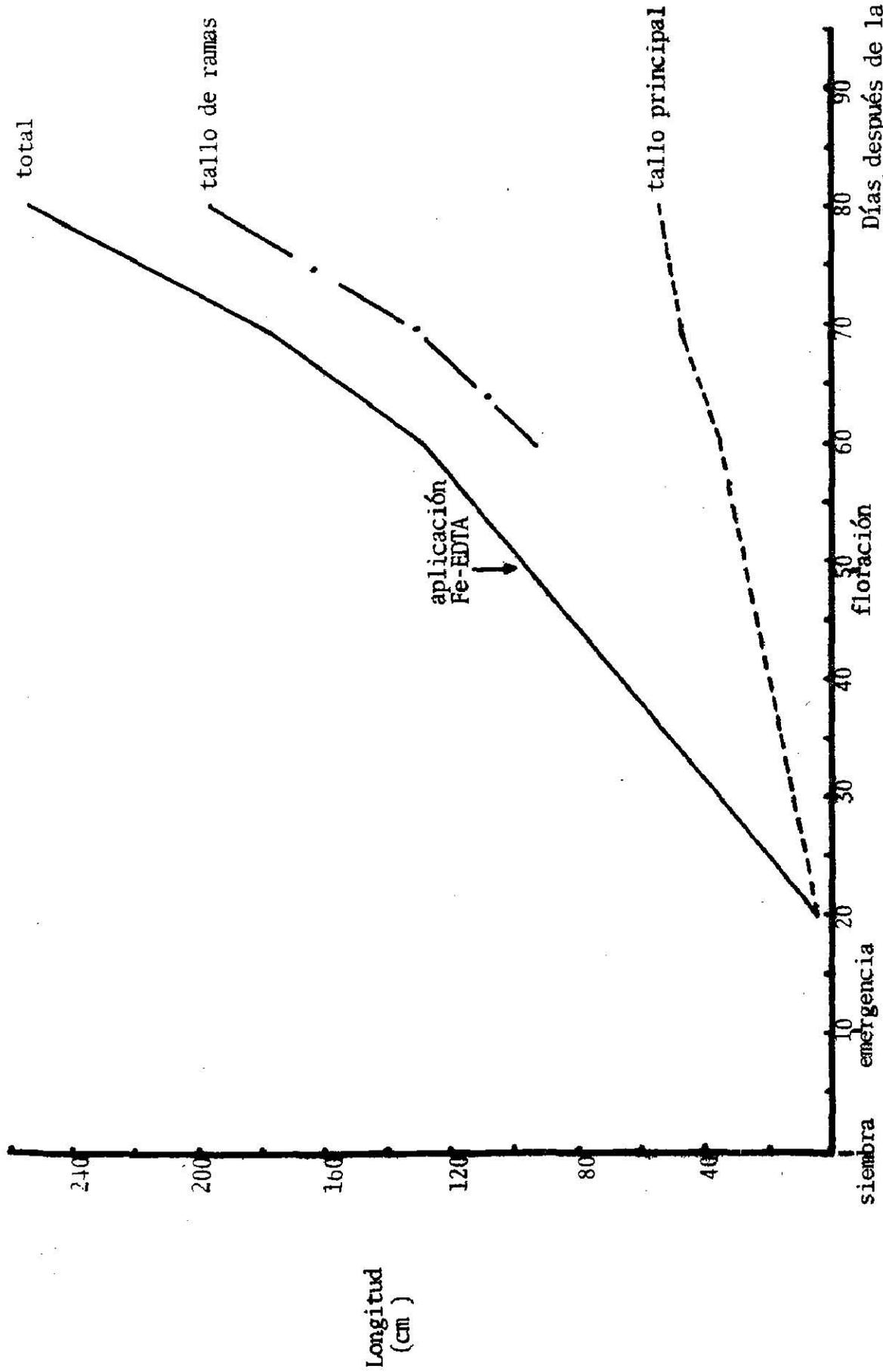


FIGURA 2. Curvas de crecimiento en longitud del tallo principal, tallo de ramas y total (tallo principal más tallo de ramas) de las plantas tratadas.

Tabla 1. Análisis estadístico de longitud total del tallo en cinco estados del crecimiento

	Testigo	Tratamiento	Días después de la siembra
\bar{X}	4.8	5.2	
S^2	1.1	0.5	20
C.V.	21.5 %	14.0 %	
\bar{X}	141.8	214.2	
S^2	45.1	-	49
C.V.	4.7 %	-	
\bar{X}	44.4	128.7	
S^2	968.0	8269.7	60
C.V.	70.1 %	70.7 %	
\bar{X}	141.6	175.8	
S^2	573.9	13382.5	69
C.V.	16.4 %	65.8 %	
\bar{X}	124.6	215.1	
S^2	14955.8	30184.2	80
C.V.	98.2 %	80.8 %	
\bar{X}	91.4	147.8	
S^2	3967.7	7605.4	Total
C.V.	68.9 %	59.0 %	

tigo, la máxima cantidad de nudos por planta fué de 44.5, a los 49 días después de la siembra, mientras que los resultados presentados en la figura 4 indican que las plantas tratadas logran un valor de 71.5 nudos por planta a los 80 días después de la siembra. Si comparamos ambos casos encontramos una diferencia de 60.7 % más de nudos en las plantas fertilizadas en relación con las testigo.

Por otra parte la figura 3 muestra, que en las plantas testigo, a los 49 días después de la siembra, prácticamente dejaron de crecer los valores, tanto de los nudos por planta, como de los componentes de esta variable, que son los nudos del tallo principal y los nudos de los tallos secundarios. Mientras en el caso de las plantas fertilizadas, la producción de nudos se mantuvo hasta después de los 80 días de la siembra, debido principalmente a la producción de nudos de los tallos secundarios, puesto que la del tallo principal, como se indicó anteriormente, se detuvo a los 69 días después de la siembra.

En las plantas testigo, del total de nudos producidos el 30.7 % correspondía al tallo principal y el resto fué producido por los tallos secundarios; mientras que en las plantas tratadas, el valor para el primer caso fué de 21.7 y el segundo fué de 78.3 %.

Debido a la misma razón expuesta en el caso de la variable longitud de tallo, los resultados anteriores no tuvieron un análisis estadístico más preciso. Los parámetros estadísticos de la muestra son presentados en la tabla 2.

c) Area foliar funcional

El efecto del tratamiento con quelato de hierro (Fe-EDTA), sólo se reflejó en un incremento del valor máximo de

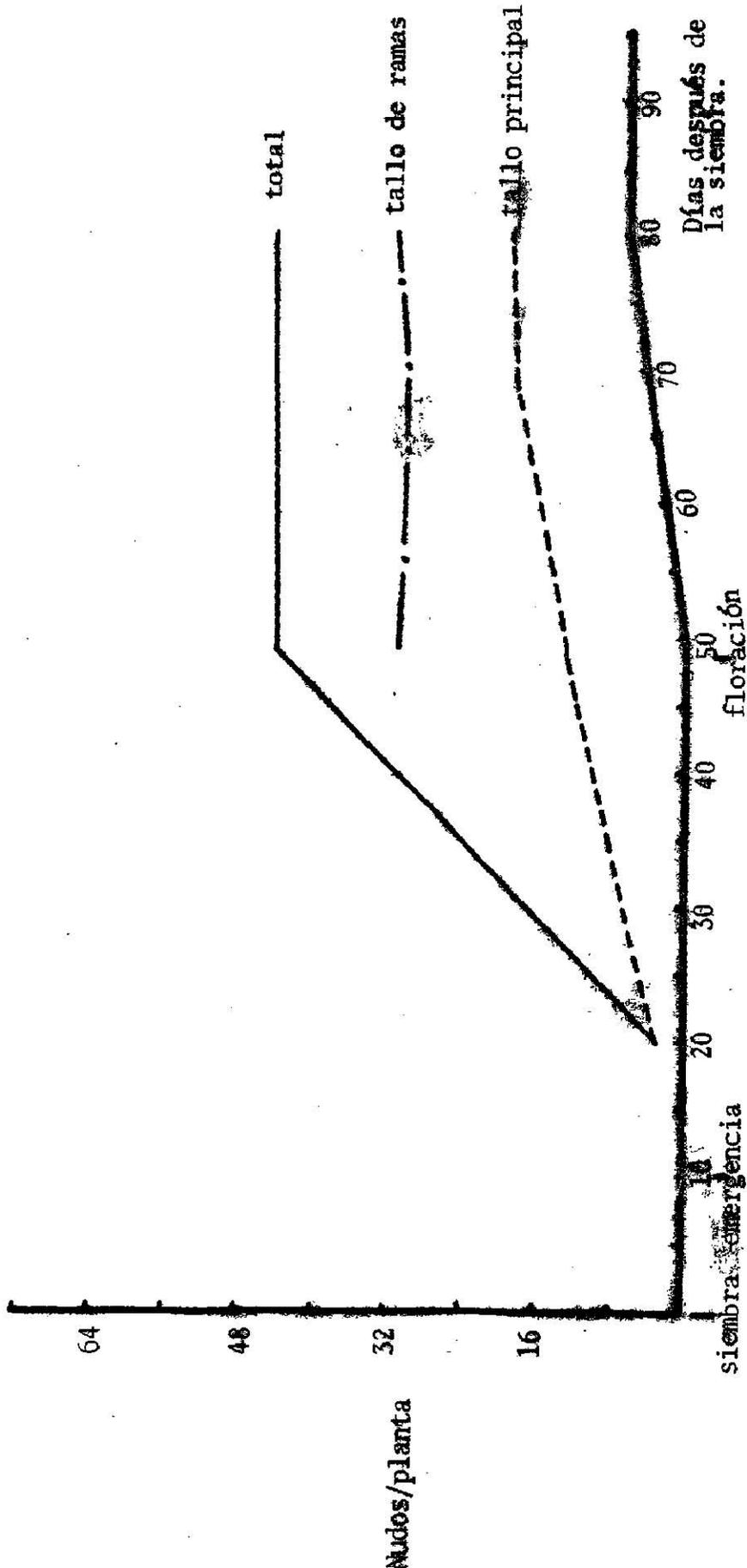


FIGURA 3. Curvas de crecimiento en número de nudos del tallo principal, tallo de ramas y total (tallo principal más tallo de ramas) de las plantas testigo.

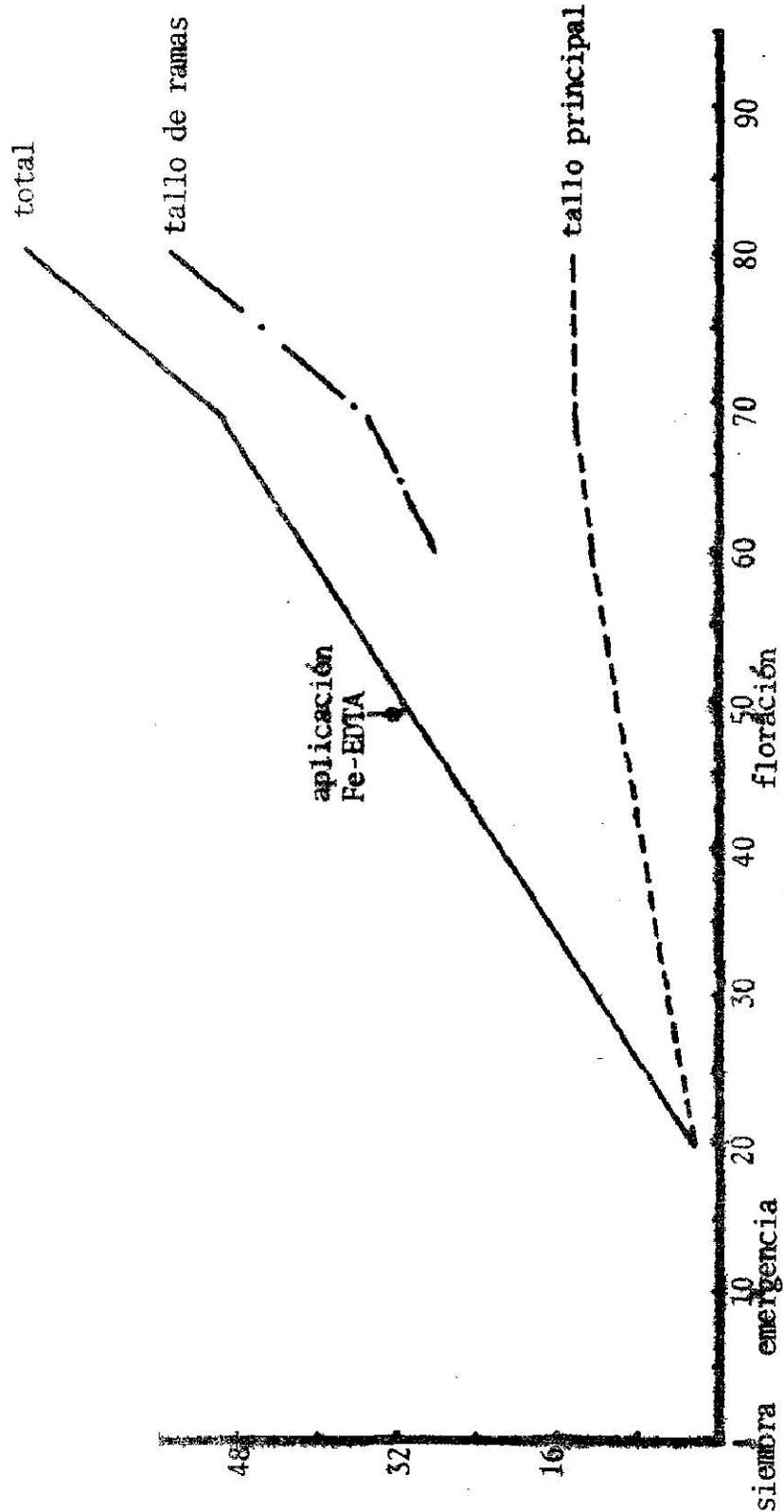


FIGURA 4. Curvas de crecimiento en número de nudos del tallo principal, tallo de ramas y total (tallo principal más tallo de ramas) de las plantas tratadas. * Días después de la siembra.

Tabla 2. Análisis estadístico del total de nudos por planta en cinco estados del crecimiento

	Testigo	Tratamiento	Días después de la siembra
\bar{X}	3.0	2.7	
S^2	0.7	0.9	20
C.V.	27.2 %	34.8 %	
\bar{X}	44.5	61.0	
S^2	60.5	-	49
C.V.	17.5 %	-	
\bar{X}	23.0	42.3	
S^2	162.0	514.3	60
C.V.	55.3 %	53.6 %	
\bar{X}	42.5	51.0	
S^2	12.5	450.0	69
C.V.	8.3 %	41.6 %	
\bar{X}	41.5	71.5	
S^2	840.5	2244.5	80
C.V.	69.9 %	66.3 %	
\bar{X}	30.9	45.7	
S^2	318.2	697.1	Total
	57.7 %	57.8 %	

área foliar funcional de 10.7 %, alcanzado por las plantas tratadas con respecto a las testigo. En la figura 5 se observa que en las plantas testigo la máxima área foliar funcional fué de 28.2 dm² a los 49 días después de la siembra; además se observa como a partir de ese punto, inicio de floración, el área foliar funcional de dichas plantas decrece hasta el final del ciclo. En cambio, en la misma figura se observa que el máximo valor del área foliar funcional en las plantas tratadas fué de 31.2 dm² a los 80 días después de la siembra.

Aunque las diferencias entre testigo y tratamiento resaltan a simple vista en la figura 5, es necesario aclarar que estos resultados se obtuvieron de una muestra de tamaño inadecuado, por lo que no fué factible un análisis estadístico más preciso. En la tabla 3 se presentan los principales parámetros estadísticos que nos dan una idea de las características de la población utilizada en este estudio, con respecto al área foliar funcional.

d) Organos reproductivos

Los resultados obtenidos del número de vainas por planta, tanto de las plantas testigo como de las plantas tratadas, se presentan en la figura 6, en ésta se puede observar que las testigo, a los 69 días después de la siembra, prácticamente habían alcanzado su máximo valor, que era de 31

vas por planta, manteniendo éste hasta el final del ciclo.

Por otra parte, el máximo valor de vainas por planta, en el caso de las plantas fertilizadas, se alcanza a los 80 días después de la siembra; siendo éste de 71.5, posteriormente disminuye continuamente hasta el momento de la cosecha, en el cual su valor converge con el del testigo que

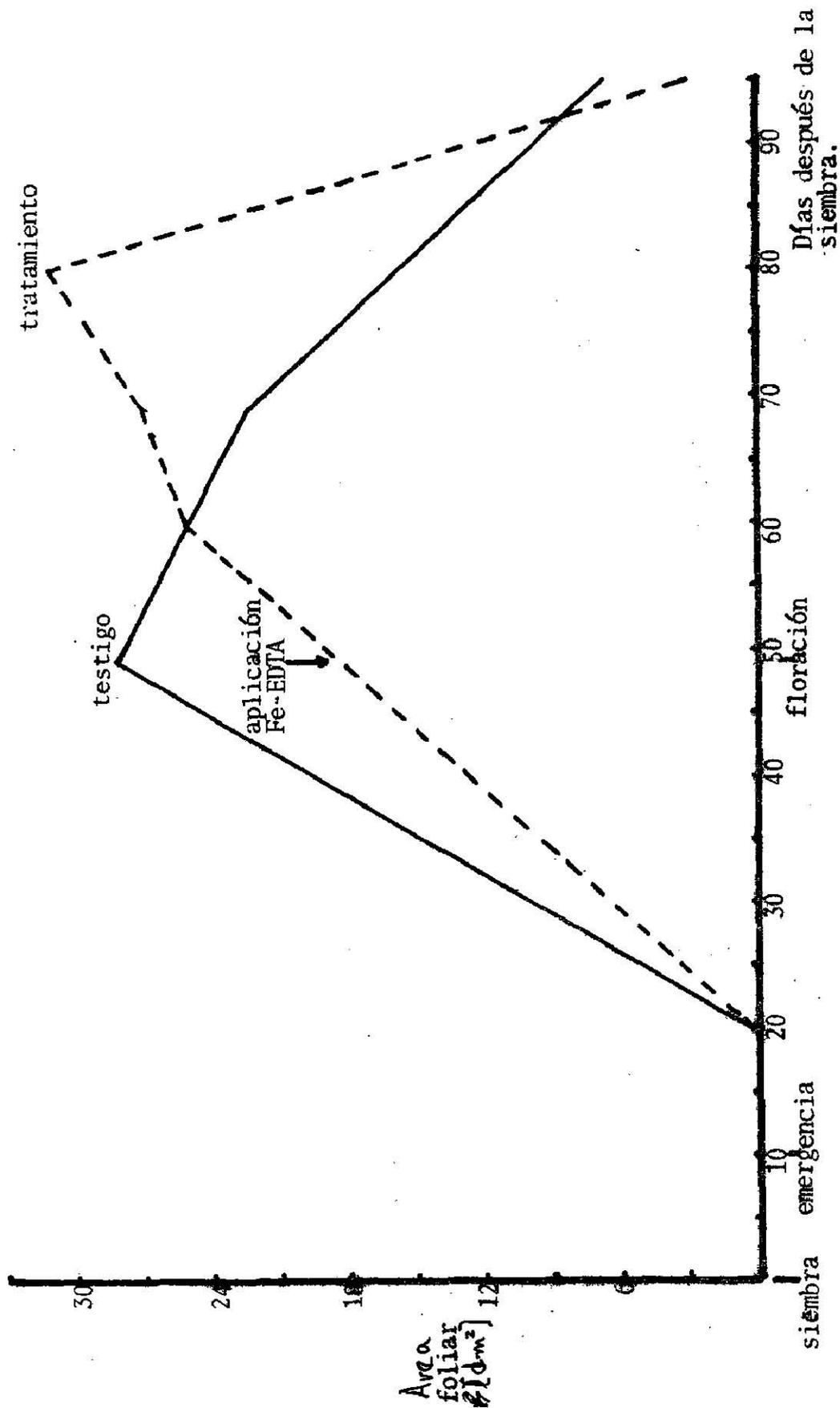


FIGURA 5. Curva de crecimiento del área foliar funcional por planta de las plantas testigo y las tratadas.

Tabla 3. Análisis estadístico del área foliar funcional (en dm^2) por planta en seis estados del crecimiento

	Testigo	Tratamiento	Días después de la siembra
\bar{X}	0.5	0.4	
S^2	0.02	0.19	20
C.V.	29.8 %	68.2 %	
\bar{X}	28.2	33.8	
S^2	8.2	-	49
C.V.	10.1 %	-	
\bar{X}	8.8	25.2	
S^2	58.7	551.1	60
C.V.	87.1 %	93.2 %	
\bar{X}	22.5	27.2	
S^2	8.9	411.5	69
C.V.	13.3 %	74.6 %	
\bar{X}	15.9	31.1	
S^2	213.6	651.3	80
C.V.	92.1 %	82.0 %	
\bar{X}	6.7	3.2	
S^2	0.04	5.48	95
C.V.	3.0 %	73.1 %	

era de 32.1 vainas por planta.

Si comparamos los valores máximos alcanzados tanto por el testigo como por el tratamiento, podemos observar que el segundo caso significa un 116.7 % más que el primero. Estos resultados carecen de un análisis estadístico confiable por las razones expuestas anteriormente en otras variables estudiadas; la tabla 4 presenta los principales parámetros estadísticos de la muestra.

En el caso de la frecuencia de los tamaños de las vainas presentes por planta al momento de cada muestreo, los resultados se presentan en las figuras 7 y 8 para el testigo y el tratamiento respectivamente. Se puede observar en el segundo caso que a los 60 días después de la siembra ya se presentaba una amplia gama de tamaños, detectándose longitudes hasta de 10-11 cm; nueve días después, la frecuencia de todos los tamaños se había incrementado, existiendo 27.5 vainas con longitudes menores de 1 cm hasta 4 cm, 11.5 con longitudes mayores de 4 cm hasta 8 cm y 14 con longitudes mayores al límite anterior. Los diferentes tamaños a los 80 días después de la siembra presentaron las siguientes frecuencias: 47 vainas con longitudes entre 0 y 4 cm, 16 entre 4 y 8 cm y 49 entre 8 y 13 cm. Por otra parte, en el caso de las plantas testigo, tal como se muestra en la figura 7, a los 60 días después de la siembra todavía no se presentaban vainas con tamaños susceptibles de ser cuantificados; en este caso a los 69 días después de la siembra el número de vainas con longitudes entre 0 y 4 cm era de 15.5, entre 4 y 8 cm de 6 y de 9 mayores de 8 cm; por último, a los 80 días después de la siembra los valores de los tamaños mencionados anteriormente, eran de 17.5, 3 y 12 respectivamente.

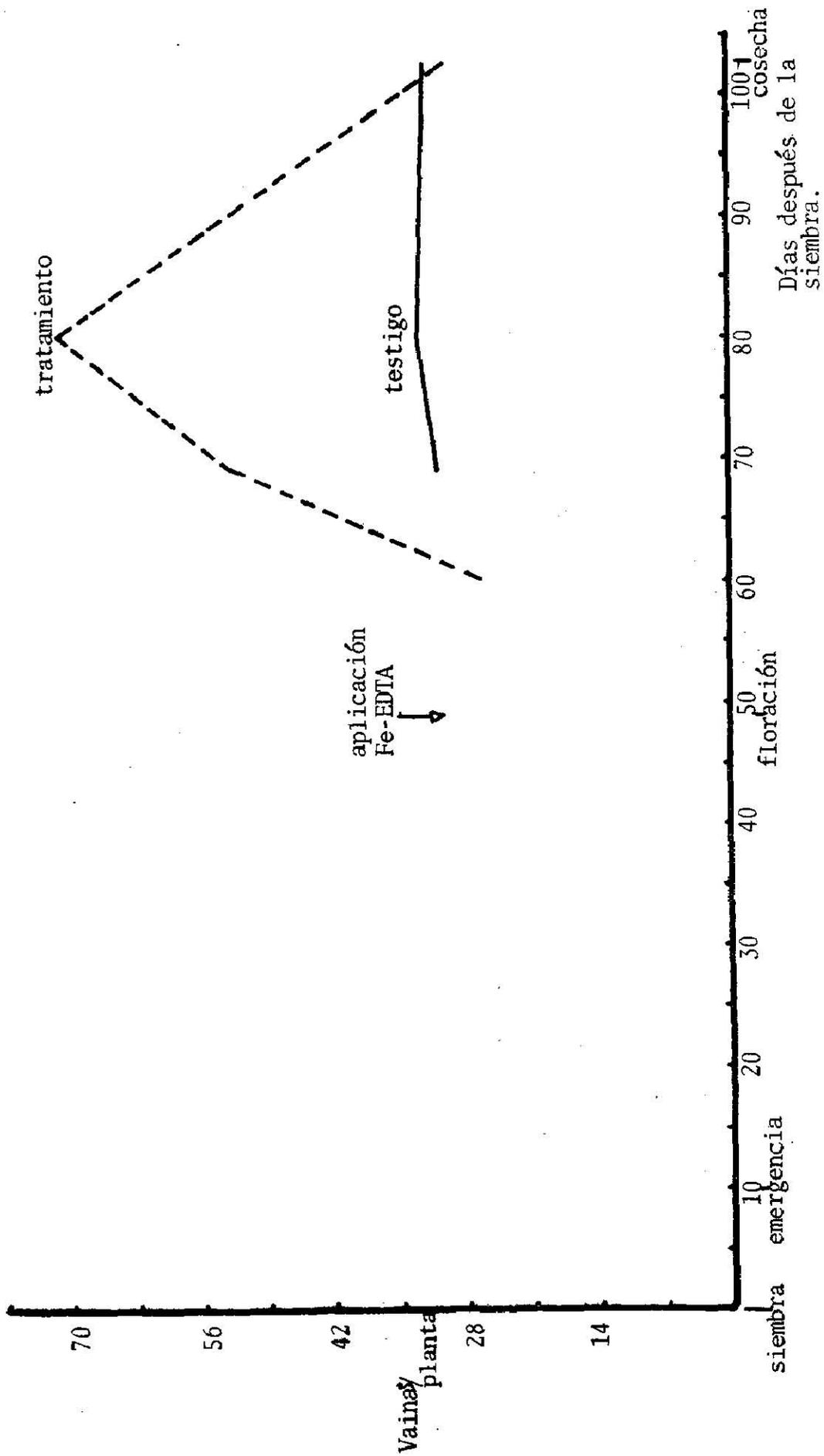


FIGURA 6. Vainas presentes por planta en cuatro épocas del crecimiento de las plantas testigo y las tratadas.

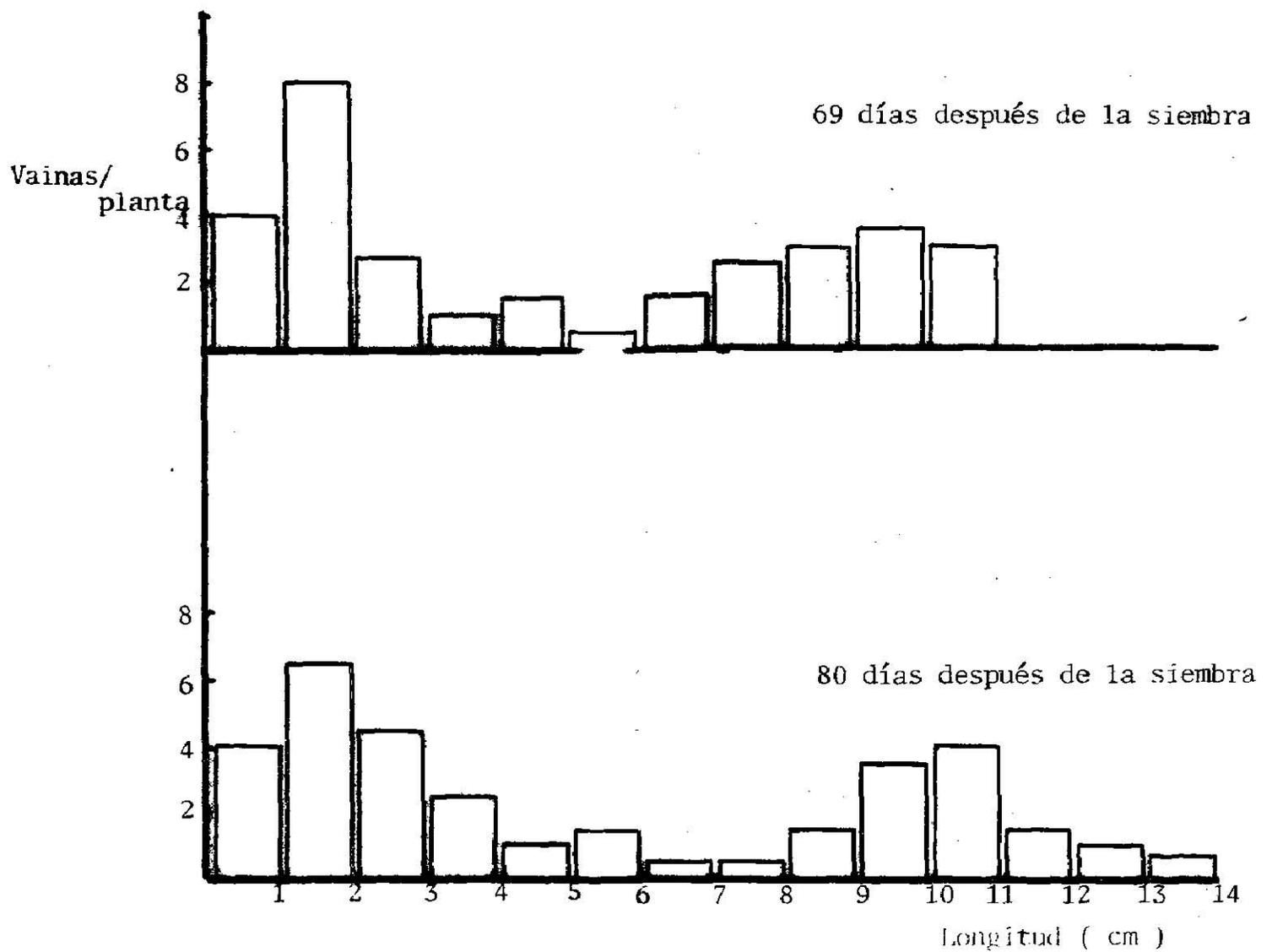


FIGURA 7. Frecuencia de tamaños de las vainas presentes al momento de cada muestreo de las plantas testigo.

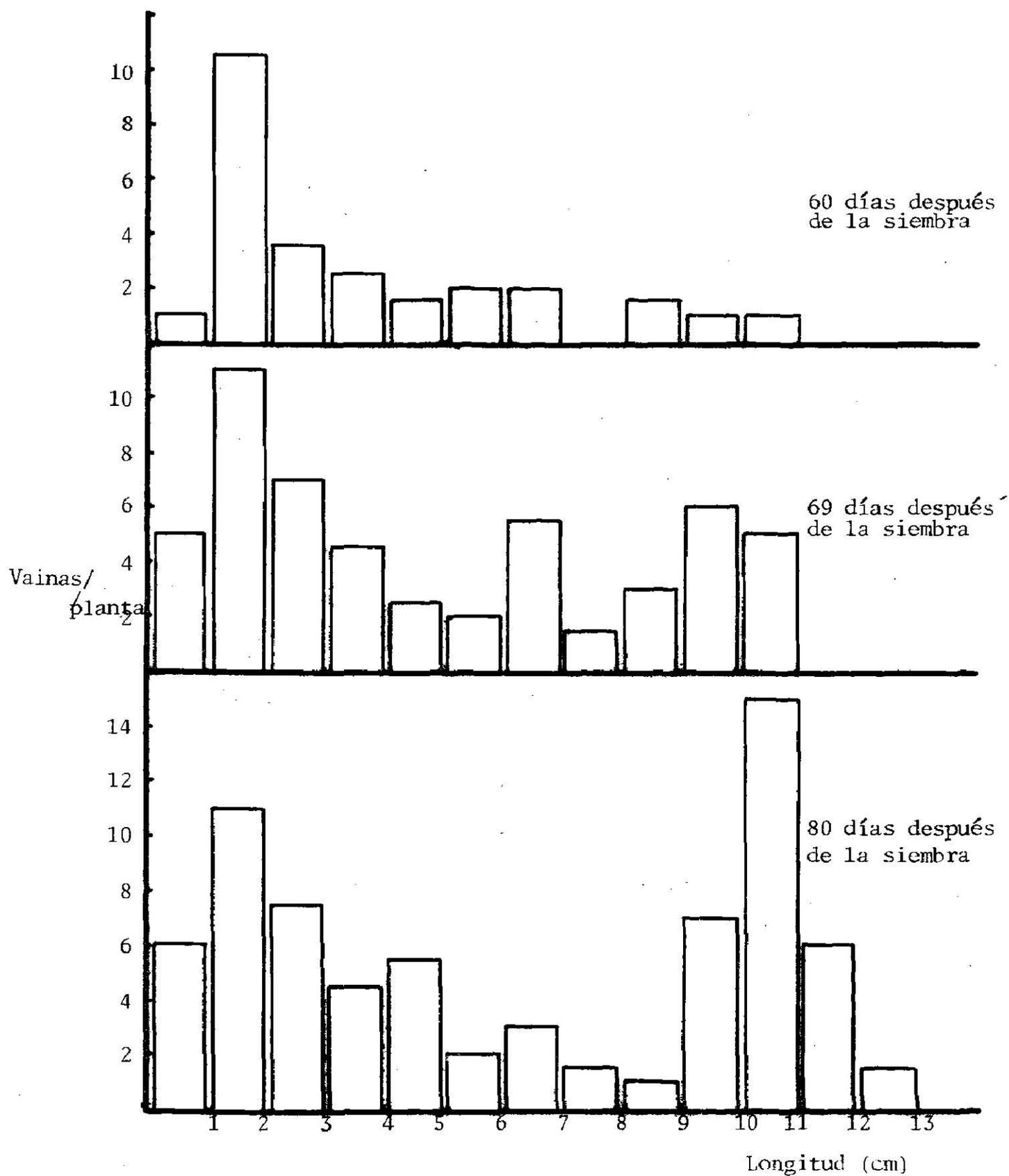


FIGURA 8. Frecuencia de tamaños de las vainas presentes al momento de cada muestreo de las plantas tratadas.

Tabla 4. Análisis estadístico del contenido de vainas presentes por planta en cuatro estados del crecimiento

	Testigo	Tratamiento	Días después de la siembra
\bar{X}	0.0	26.5	
S^2	-	800.0	60
C.V.	-	106.7 %	
\bar{X}	31.0	53.0	
S^2	50.0	2592.0	69
C.V.	22.8 %	96.1 %	
\bar{X}	33.0	71.5	
S^2	882.0	3280.5	80
C.V.	90.0 %	80.2 %	
\bar{X}	32.1	30.2	
S^2	8.1	61.5	102-113
C.V.	8.8 %	26.0 %	
\bar{X}	24.0	45.3	
S^2	257.2	442.4	Total
C.V.	66.7 %	46.4 %	

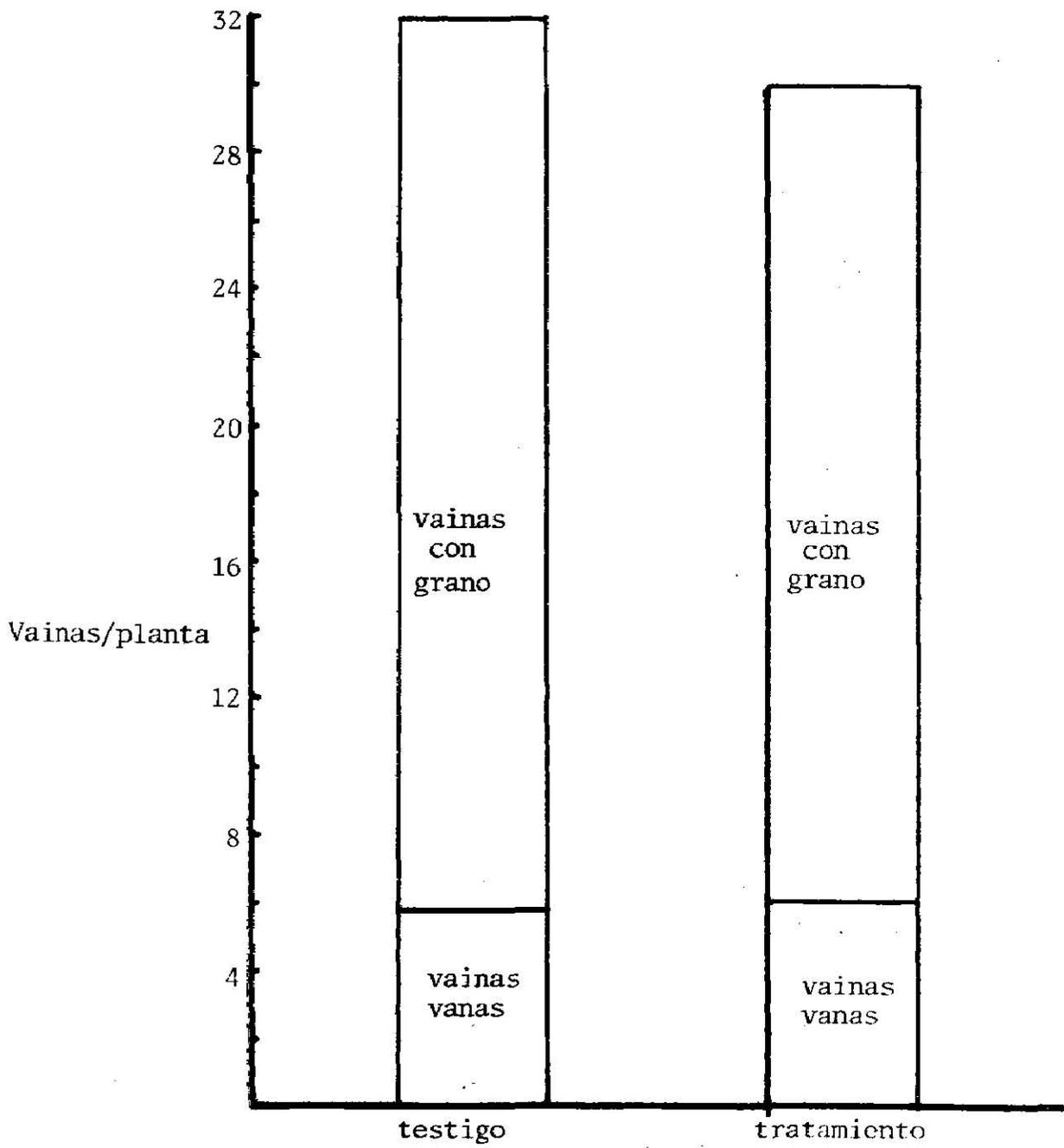


FIGURA 9. Vainas presentes por planta al momento de la cosecha (102-113 días después de la siembra) de las plantas testigo y las tratadas.

Tabla 5. Análisis de varianza de las vainas presentes por planta al momento de la cosecha (102-113 días después de la siembra)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
				n.s.		
Tratamiento	1	7.1504	7.1504	0.2146	18.51	98.50
				n.s.		
Bloque	3	85.7418	28.5806	0.8581	19.16	99.17
Error	2	66.6108	33.3054			
Total	7					

n.s. = no significativo

C.V. = 18.45 %

Nota: La presente tabla de análisis de varianza fué necesario modificarla debido a la pérdida de una parcela experimental; utilizando el método descrito por Reyes, 1981.

En la figura 9 se presenta el número de vainas por planta al momento de la cosecha (102-113 días después de la siembra) de las plantas testigo y las tratadas. Además esta figura muestra la cantidad de vainas con grano y vainas vanas (sin grano) por planta, en ambos casos. Se observa que el testigo presenta un total de 32.1 vainas por planta con el 18.2 % de vainas vanas y el tratamiento presenta 30.2 vainas por planta, con 20.1 % de vainas sin grano.

3. Variables fisiológicas

a) Materia seca

En las figuras 11 y 12 se observa que las plantas testigo llegan a su máxima acumulación de materia seca total, con un valor de 20.5 g, a los 69 días después de la siembra; mientras las plantas tratadas alcanzan 41.2 g hasta los 95 días después de la siembra. Por lo anterior, hubo un aumento de 105 % en la acumulación de materia seca por planta en las tratadas con respecto a las testigo, cuando observarse esto en las figuras mencionadas. El análisis estadístico no detecta diferencias significativas entre tratamientos, en ningún momento, como lo muestran las tablas 7, 8, 9, 10, 11 y 12.

En cuanto a la distribución de materia seca entre los diferentes órganos (tallos, hojas y órganos reproductivos), las figuras 11 y 12 muestran el patrón de distribución del testigo y el tratamiento respectivamente.

Los órganos reproductivos (flores y frutos), en las plantas testigo, logran acumular un máximo de materia seca de 8.5 g a los 95 días después de la siembra, constituyendo el 67.2 % del peso seco total acumulado por la planta en

ese momento. Simultáneamente las plantas tratadas logran un máximo de 28 g comprendiendo el 66.7 % del total.

En cuanto al peso seco de los frutos por planta, la figura 10 representa los valores del testigo y el tratamiento. Las plantas testigo produjeron 29.1 g, con 22.1 g de grano y 7 g de pericarpio. En cambio las plantas tratadas produjeron de grano 19.6 g y de pericarpio 6.2 g, dando un total de 25.8 g por planta. En ambos casos el pericarpio constituyó el 31.5 % del peso seco de los frutos. La tabla 6 muestra los parámetros estadísticos de los datos usados como muestra.

En las plantas tratadas el momento en que se presenta el máximo valor de peso seco de los órganos reproductivos coincide con el del máximo valor de materia seca total acumulada por planta. Sin embargo, en las plantas testigo no sucede así, la planta logra la máxima acumulación de materia seca total a los 69 días, decreciendo ésta un 38.3 % hasta el momento en que se presenta el valor más alto de materia seca acumulada en los órganos reproductivos.

Por otra parte, en relación a la materia seca acumulada por los órganos vegetativos, en las figuras antes mencionadas se observa que lo correspondiente a las hojas llega a su máximo, en ambos tratamientos, a los 69 días después de la siembra; el testigo con 13.3 g, mientras el tratamiento con 15.6 g. En seguida se presentó un decremento en dichos valores, éste es más pronunciado en las plantas testigo (figura 11) en comparación con las plantas tratadas (figura 12), llegando a perder las primeras el 30.1 % del peso seco y las segundas solamente el 1.9 %.

La curva de acumulación de materia seca del tallo (ta-

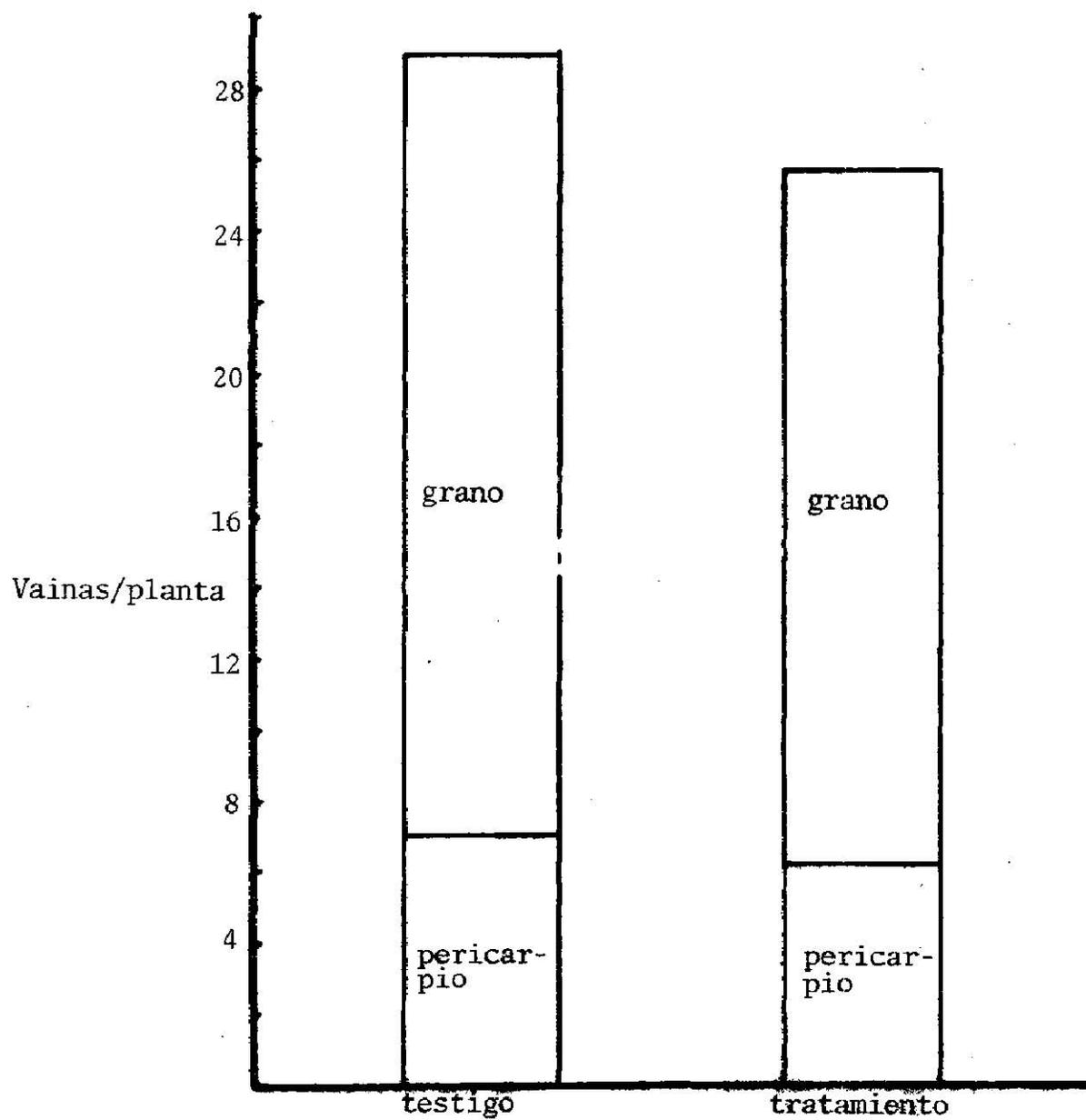


FIGURA 10. Peso seco del grano y del pericarpio por planta al momento de la cosecha de las plantas testigo y las tratadas.

Tabla 6. Análisis de varianza del peso seco del grano y del pericarpio al momento de la cosecha (102-113 días después de la siembra)

<u>Grano</u>						
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamiento	1	11.0358	11.0358	0.7835	18.51	98.50
				n.s.		
Bloque	3	14.4922	4.8307	0.3429	19.16	99.17
				n.s.		
Error	2	28.1686	14.0843			
Total	7					

n.s. = no significativo C.V. = 17.92 %

<u>Pericarpio</u>						
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamiento	1	1.3288	1.3288	1.1948	18.51	98.50
				n.s.		
Bloque	3	3.2514	1.0838	0.9745	19.16	99.17
				n.s.		
Error	2	2.2242	1.1121			
Total	7					

n.s. = no significativo C.V. = 15.88 %

Nota: Las presentes tablas de análisis de varianza fueron modificadas por la pérdida de una parcela experimental; utilizando el método descrito por Reyes, 1981.

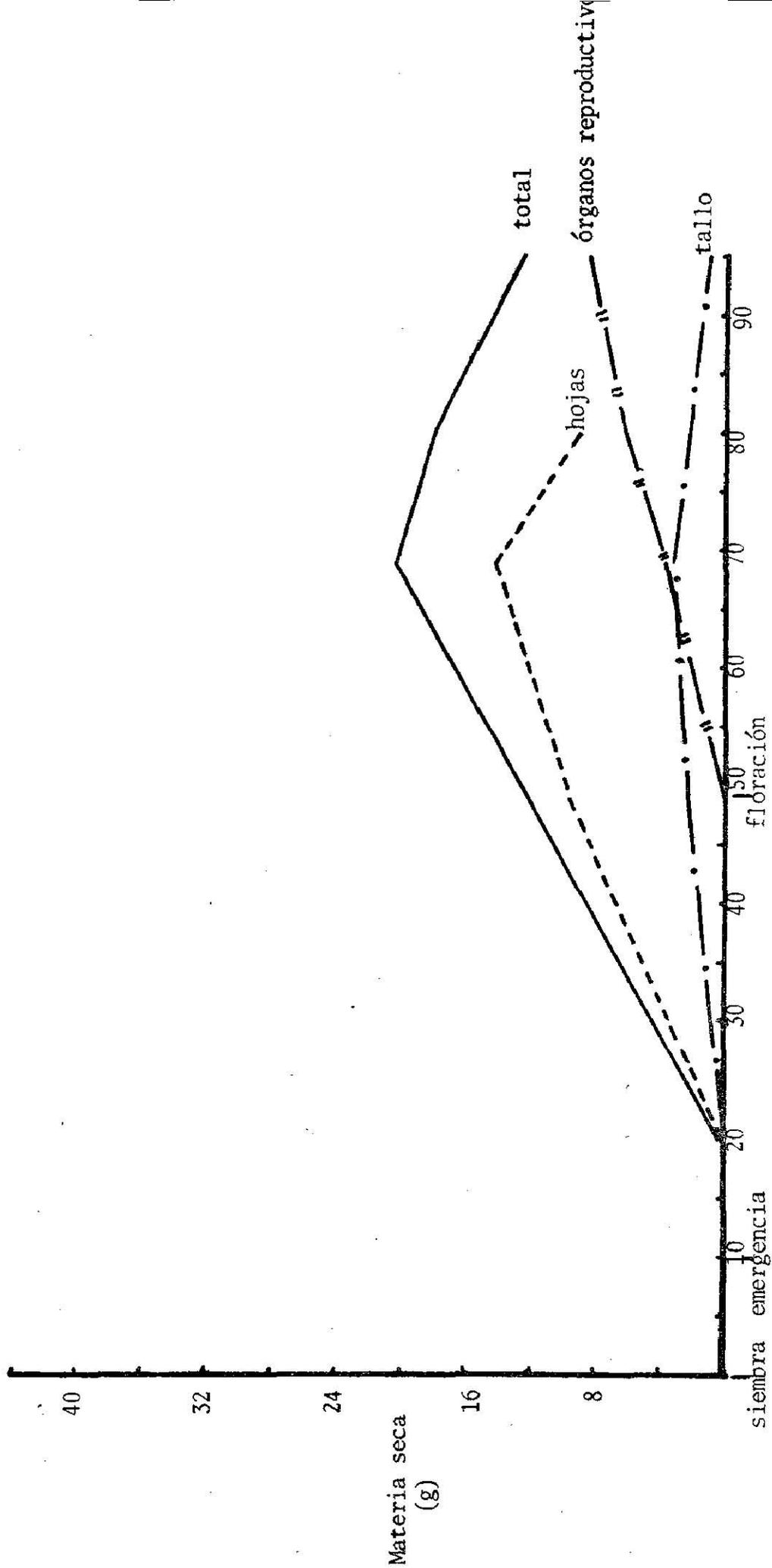


FIGURA 11. Acumulación de materia seca por planta y su distribución entre los diferentes órganos de las plantas testigo.

Días después de la siembra.

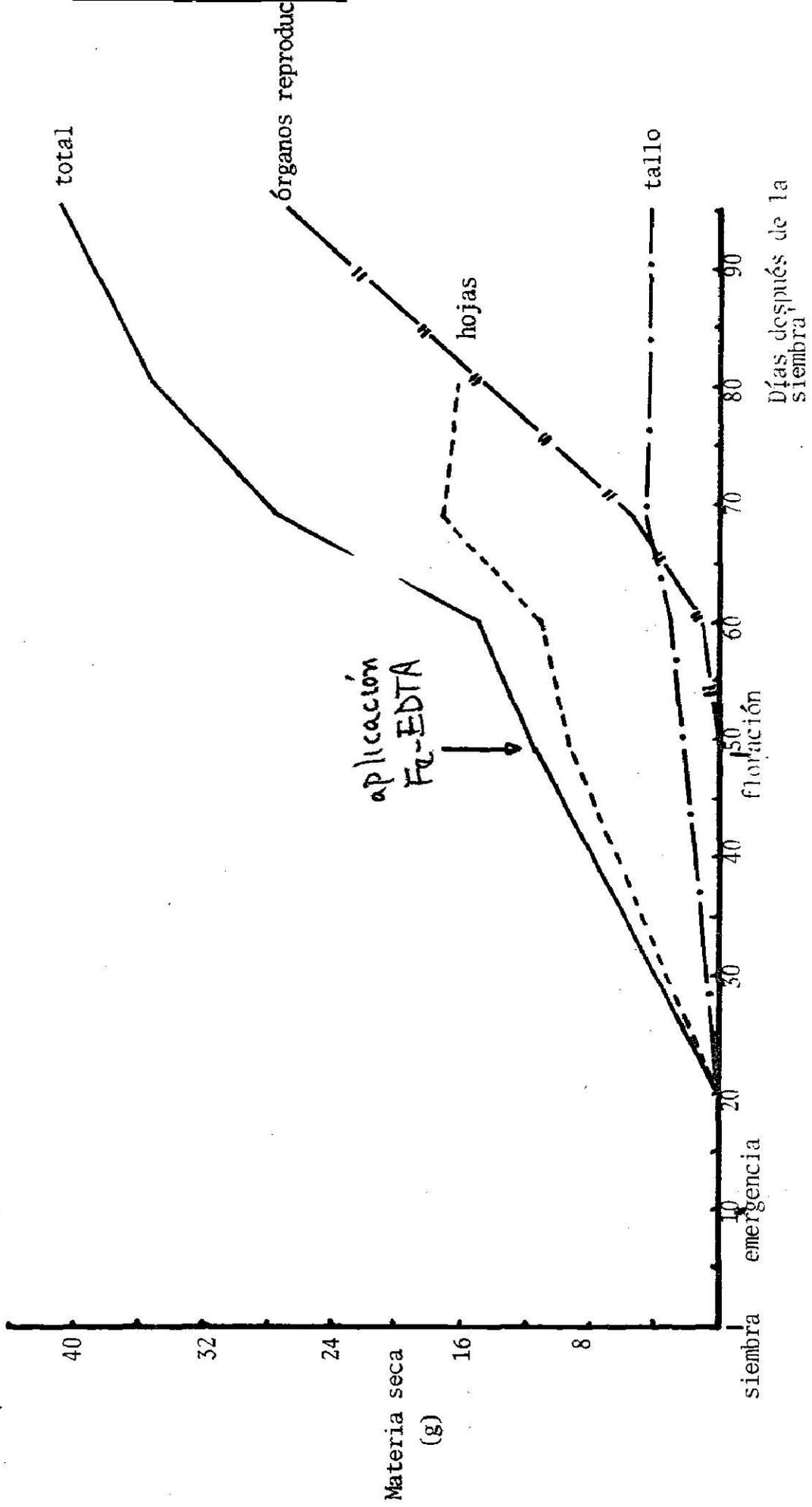


FIGURA 12. Acumulación de materia seca por planta y su distribución entre los diferentes órganos de las plantas tratadas.

Tabla 7. Análisis de varianza de la materia seca por planta y por órgano a los 20 días después de la siembra

Materia seca por planta

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamiento	1	0.0000	0.0000	0.0005	10.13	34.12
Bloque	3	0.1997	0.0665	7.2861	9.28	29.46
Error	3	0.0274	0.0091			
Total	7	0.2271				

n.s. = no significativo

C.V. = 26.5 %

Hojas

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamiento	1	0.0008	0.0008	0.1078	10.13	34.12
Bloque	3	0.1598	0.0532	6.6438	9.28	29.46
Error	3	0.0240	0080			
Total	7	0.1847				

n.s. = no significativo

C.V. = 31.0 %

Tallo

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamiento	1	0.0007	0.0007	1.4253	10.13	34.12
Bloque	3	0.0030	0.0010	1.9559	9.28	29.46
Error	3	0.0015	0.0005			
Total	7	0.0054				

n.s. = no significativo

C.V. = 32.02 %

Tabla 8. Análisis de varianza de la materia seca por planta y por órgano a los 49 días después de la siembra

Materia seca por planta							
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.		
					0.05	0.01	
Tratamiento	1	0.501	0.5015	0.0114 ^{n.s.}	10.13	34.12	
Bloque	3	48.387	16.1292	0.3692 ^{n.s.}	9.28	29.46	
Error	3	131.036	43.6788				
Total	7	179.925					
n.s. = no significativo				C.V. = 55.08 %			
Hojas							
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.		
					0.05	0.01	
Tratamiento	1	0.289	0.2893	0.0113 ^{n.s.}	10.13	34.12	
Bloque	3	28.787	9.5957	0.3777 ^{n.s.}	9.28	29.46	
Error	3	76.202	25.4008				
Total	7	105.279					
n.s. = no significativo				C.V. = 52.3 %			
Tallo							
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.		
					0.05	0.01	
Tratamiento	1	0.0201	0.0201	0.0086 ^{n.s.}	10.13	34.12	
Bloque	3	2.5085	0.8361	0.3603 ^{n.s.}	9.28	29.46	
Error	3	6.9616	2.3205				
Total	7	9.4903					
n.s. = no significativo				C.V. = 65.13 %			
Organos reproductivos							
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.		
					0.05	0.01	
Tratamiento	1	0.0006	0.0006	0.3026 ^{n.s.}	10.13	34.12	
Bloque	3	0.0025	0.0008	0.4155 ^{n.s.}	9.28	29.46	
Error	3	0.0061	0.0020				
Total	7	0.0093					
n.s. = no significativo				C.V. = 197.25 %			

Tabla 9. Análisis de varianza de la materia seca por planta y por órgano a los 60 días después de la siembra

Materia seca por planta						
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamiento	1	118.003	118.003	3.9114 ^{n.s.}	10.13	34.12
Bloque	3	308.107	102.702	3.4043 ^{n.s.}	9.28	29.46
Error	3	90.504	30.168			
Total	7	516.616				
n.s. = no significativo				C.V. = 49.2 %		

Hojas						
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamiento	1	61.078	61.0788	3.6475 ^{n.s.}	10.13	34.12
Bloque	3	134.899	44.9664	2.6853 ^{n.s.}	9.28	29.46
Error	3	50.236	16.7453			
Total	7	246.214				
n.s. = no significativo				C.V. = 48.6 %		

Tallo						
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamiento	1	5.7049	5.70493	3.6828 ^{n.s.}	10.13	34.12
Bloque	3	10.5760	3.52536	2.2758 ^{n.s.}	9.28	29.46
Error	3	4.6471	1.54904			
Total	7	20.9281				
n.s. = no significativo				C.V. = 57.45 %		

Organos reproductivos						
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamiento		1.2553	1.25532	3.6033 ^{n.s.}	10.13	34.12
Bloque		5.8252	1.94175	5.5737 ^{n.s.}	9.28	29.46
Error	3	1.0451	0.34837			
Total	7	8.1257				
n.s. = no significativo				C.V. = 79.9 %		

Tabla 10. Análisis de varianza de la materia seca por planta y por órgano a los 69 días después de la siembra

Materia seca por planta						
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamiento	1	109.466	109.466	0.9401 ^{n.s.}	10.13	34.12
Bloque	3	462.860	154.286	1.3251 ^{n.s.}	9.28	29.46
Error	3	349.299	116.433			
Total	7	921.626				
n.s. = no significativo				C.V. = 44.7 %		

Hojas						
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamiento	1	34.533	34.5338	0.8099 ^{n.s.}	10.13	34.12
Bloque	3	130.353	43.4513	1.0190 ^{n.s.}	9.28	29.46
Error	3	127.914	42.6381			
Total	7	292.802				
n.s. = no significativo				C.V. = 42.43 %		

Tallo						
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamiento	1	3.4617	3.4617	0.80400 ^{n.s.}	10.13	34.12
Bloque	3	9.7666	3.2555	0.75611 ^{n.s.}	9.28	29.46
Error	3	12.9168	4.3056			
Total	7	26.1452				
n.s. = no significativo				C.V. = 52.3 %		

Organos reproductivos						
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamiento	1	7.4283	7.4283	1.4634 ^{n.s.}	10.13	34.12
Bloque	3	64.3136	21.4378	4.2234 ^{n.s.}	9.28	29.46
Error	3	15.2276	5.0758			
Total	7	86.9697				
n.s. = no significativo				C.V. = 47.03 %		

Tabla 11. Análisis de varianza de la materia seca por planta y por órgano a los 80 días después de la siembra

Materia seca por planta

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamiento	1	619.17	619.176	2.1372 ^{n.s.}	10.13	34.12
Bloque	3	465.79	155.264	0.5359 ^{n.s.}	9.28	29.46
Error	3	869.12	289.709			
Total	7	1954.10				

n.s.= no significativo C.V.= 63.5 %

Hojas

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamiento	1	95.937	95.9375	1.4790 ^{n.s.}	10.13	34.12
Bloque	3	89.845	29.9485	0.4617 ^{n.s.}	9.28	29.46
Error	3	194.561	64.8637			
Total	7	380.374				

n.s.= no significativo C.V.= 62.9 %

Tallo

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamiento	1	8.4224	8.42243	1.42393 ^{n.s.}	10.13	34.12
Bloque	3	9.1918	.06396	0.51800 ^{n.s.}	9.28	29.46
Error	3	17.7447	5.91491			
Total	7	35.3590				

n.s.= no significativo C.V.= 71.16 %

Organos reproductivos

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamiento	1	148.509	148.509	3.3590 ^{n.s.}	10.13	34.12
Bloque	3	109.020	36.340	0.8219 ^{n.s.}	9.28	29.46
Error	3	132.635	44.211			
Total	7	390.165				

n.s.= no significativo C.V.= 62.75 %

Tabla 12. Análisis de varianza de la materia seca por planta y por órgano a los 95 días después de la siembra

Materia seca por planta							
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.		
					0.05	0.01	
Tratamiento	1	1629.49	1629.49	9.8392 ^{n.s.}	10.13	34.12	
Bloque	3	161.90	53.96	0.3258 ^{n.s.}	9.28	29.46	
Error	3	496.83	165.61				
Total	7	2288.23					
n.s. = no significativo				C.V. = 47.8 %			

Hojas							
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.		
					0.05	0.01	
Tratamiento	1	93.226	93.2260	39.489 ⁺⁺	10.13	34.12	
Bloque	3	12.382	4.1275	1.748 ^{n.s.}	9.28	29.46	
Error	3	7.082	2.3607				
Total	7	112.691					
++ = altamente significativo				C.V. = 24.25 %			

Tallo							
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.		
					0.05	0.01	
Tratamiento	1	18.1361	18.1361	6.5913 ^{n.s.}	10.13	34.12	
Bloque	3	2.6335	0.8778	0.3190 ^{n.s.}	9.28	29.46	
Er	3	8.2545	2.7515				
To	7	29.0242					
n.s. = no significativo				C.V. = 59.7 %			

Organos reproductivos							
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.		
					0.05	0.01	
Tratamiento	1	699.76	699.763	6.8363 ^{n.s.}	10.13	34.12	
Bloque	3	96.26	32.087	0.3134 ^{n.s.}	9.28	29.46	
Error	3	307.07	102.359				
Total	7	1103.10					
n.s. = no significativo				C.V. = 56.8 %			

llo principal y tallos secundarios) sigue el mismo patrón de crecimiento en las plantas testigo y en las plantas tratadas. En ambos casos llega a su máximo valor en el mismo momento, a los 69 días después de la siembra, el testigo con 3.3 g y el tratamiento con 4.6 g, correspondiendo al 16.2 % y 16.6 % respectivamente del peso seco total de la planta. Dichos resultados se observan en las figuras 11 y 12.

4. Variables ambientales

a) Temperatura

De las temperaturas diarias registradas durante el ciclo del cultivo, la máxima fué de 40°C y la mínima de -1.5°C. Lo anterior se puede observar en las tablas climatológicas que se presentan en el Apéndice.

b) Precipitación

La precipitación total durante el ciclo del cultivo fué de 361.2 mm, siendo ésta muy irregular, como se puede observar en las mismas tablas climatológicas del Apéndice.

V. DISCUSION

Los resultados anteriores nos sugieren que hubo efecto de la fertilización sobre el desarrollo morfológico, si observamos las figuras 1 y 2 se pueden ver diferencias en el crecimiento longitudinal del tallo siendo mayores los valores en el caso de las plantas tratadas, y por otra parte éstas tuvieron una mayor producción de nudos en comparación con las plantas testigo tal como lo muestran las figuras 3 y 4. El crecimiento reducido de las plantas testigo se puede deber a la detención en la división de los tejidos meristemáticos a causa de deficiencias férricas (Salisbury, 1978).

Por otra parte, aunque el análisis estadístico no detecta diferencias significativas entre las cantidades de área foliar producidas tanto en el testigo como en el tratamiento, el patrón de producción nos sugiere que el crecimiento del área foliar se vió afectado de la misma manera que el crecimiento del tallo, obteniéndose mayor producción de área foliar en las plantas tratadas en relación con las testigo; si observamos la figura 5 se puede ver que a los 49 días después de la siembra, en el caso de las plantas testigo, no sólo cesa el crecimiento vegetativo sino que empieza a decrecer éste, en cambio en las plantas tratadas el proceso de formación de hojas se mantuvo activo hasta los 80 días después de la siembra. Lo anterior se pudo deber por una parte, como se explicó antes, a que el hierro favoreció la actividad meristemática en las plantas tratadas, así como la síntesis de proteínas que contribuyen a la for-

mación de cloroplastos en las mismas (Salisbury, 1978), favoreciendo que el proceso fotosintético se hiciera más eficiente en estas plantas.

En el caso de la producción de vainas, en la figura 6 se puede observar que en las plantas tratadas es mucho mayor la producción de vainas desde el inicio de la etapa reproductiva, esto era de esperarse puesto que éstas tuvieron una mayor producción de nudos haciendo que se aumentara el potencial de producción de ramas reproductivas (CIAT, 1975; Kohashi, 1979). El hecho de que al final del ciclo las plantas tratadas y las testigo tuvieran el mismo número de vainas se debe a que las primeras presentaron marcadamente el fenómeno de abscisión de dichos órganos. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Ramírez, 1981. Dicha abscisión se pudo deber, tal como lo discute Fanjul, 1978 en su estudio, a que se presentó una competencia entre el crecimiento de los órganos vegetativos y los reproductivos, o bien entre los mismos órganos reproductivos, ya que una gran parte de la materia seca producida se utilizó durante el inicio del crecimiento de un gran número de vainas y a medida que crecían éstas la competencia iba aumentando entre las mismas llegando a ser insuficiente la fuente para suministrar los requerimientos de la demanda, provocándose la abscisión de un gran número de dichos órganos en estado inmaduro.

Los resultados sobre la producción de materia seca, apoyados en los resultados discutidos anteriormente, nos sugieren que hubo efecto de la fertilización sobre el crecimiento de esta variable, aún cuando el análisis estadístico no detecte diferencias significativas entre las plantas tra

tadas y las testigo, debido a que como se explicó anteriormente el tamaño de muestra no era el adecuado. Así mismo los resultados que se presentan en las figuras 11 y 12 nos muestran que tanto las plantas tratadas como las testigo siguen el mismo patrón de distribución de la materia seca entre los diferentes órganos, coincidiendo con los resultados obtenidos por Ramírez, 1981. Lo anterior concuerda con el concepto expresado por Díaz, 1974, que dice que las condiciones ambientales afectan más la cantidad de materia seca total producida que la forma en que se distribuye ésta.

Siguiendo el criterio de Kohashi, 1979, la fertilización foliar con hierro incrementó considerablemente el rendimiento biológico, mas no así el rendimiento económico como se muestra en la figura 10, ésto se explica de acuerdo con el autor antes mencionado, el cual dice que en la secuencia de transformaciones hasta la formación del grano se presentan algunos factores fisiológicos que afectan el rendimiento económico, tales como aborto de semillas, abscisión de órganos, polinización y otros; en nuestro caso el segundo factor se hizo evidente con respecto a las vainas inmaduras.

Cabe aclarar que el genotipo bajo estudio, tal como se esperaba, no manifestó síntomas visibles de una deficiencia férrica, por lo tanto la discusión anterior nos sugiere que en dicho genotipo se presentó el fenómeno de "hambre oculta" tal como lo define el National Plant Food Institute, 1980.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos sugieren las siguientes conclusiones:

1. El genotipo de estudio, bajo las condiciones de Marín, N.L., sufrió de "hambre oculta" de hierro.
2. Se manifestó un factor que limitó que un mayor número de vainas producidas en las plantas fertilizadas no llegaran a la madurez.

De acuerdo a las conclusiones anteriores se recomienda:

1. Repetir el estudio haciendo la cuantificación de las variables con un mayor tamaño de muestra.
2. Las variables que se deberán cuantificar serán: el peso seco por planta y su distribución, longitud total del tallo y número de nudos por planta.
3. Efectuar la fertilización en diferentes etapas del crecimiento.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Allamong, B.D. y T.R. Mertrns. 1979. Energía de los procesos biológicos: fotosíntesis y respiración. 1^a edición. Ed. Limusa. México.
- Alan, J.J. y C.C. Moh. 1966. Determinación del porcentaje de cruzamiento natural en el frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en Alajuela, Costa Rica. Turrialba, 16(2). IICA. Turrialba, Costa Rica.
- Anónimo. 1980. Frijol y chicharo. Manuales para la educación agropecuaria. 1^a edición. Ed. Trillas. México.
- Ascencio, J. y J.E. Fargas. 1973. Análisis del crecimiento del frijol (Phaseolus vulgaris L. var. "Turrialba-4") cultivado en solución nutritiva. Turrialba, 23(4). IICA. Turrialba, Costa Rica.
- Ascencio, J. y L. Sgambatti. 1975. Análisis del crecimiento en tres cultivares de caracas venezolanas (Phaseolus vulgaris L. cv. "Coche", cv. "Cubagua", cv. "Tacarigua"), en condiciones de campo. Agronomía Tropical, 25(2). Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Maracay, Venezuela.
- Bowen, J.E. 1981. Hierro, elemento vital para plantas y animales. Agricultura de las Americas, 30(2). Intertec Publishing Corp. Kansas, U.S.A.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1974. Informe anual. Cali, Colombia.
- CIAT. 1975. Informe anual. Cali, Colombia.
- CIAT. 1976. Informe anual. Cali, Colombia.
- CIAT. s.f.. Interpretación de la metodología utilizada para la descripción de variedades de frijol común (Phaseolus vulgaris L.). Cali, Colombia.

- CIAT. s.f.. Morfología de la planta de frijol común (Phaseolus vulgaris L.). Gufa de estudio. Cali, Colombia.
- Conde M., C.A. 1974. Cambios químicos y nutricionales del frijol Phaseolus vulgaris L. durante el proceso de maduración del grano. Tesis Profesional de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Crispín M., A. y S. Miranda C. 1979. El frijol. In: Robles S., R. 1979. Producción de granos y forrajes. 2^a edición. Ed. Limusa. México.
- Cronquist, A. 1977. Introducción a la botánica. 2^a edición. Ed. CECSA. México.
- Cruzat, L.M.B., K.C. Cafati y B.G. Bascur. 1976. Efecto de la densidad de población sobre el rendimiento y componentes de rendimiento en tres variedades de arvejas (Pisum sativum L.). Agricultura Técnica, 36(3). Chile.
- Del Rivero, J.M. 1970. Los estados de carencia de los agrinos. 2^a edición. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Devlin, R.M. 1980. Fisiología vegetal. 3^a edición. Ed. Omega. Barcelona, España.
- Díaz M., F. 1974. Estudio preliminar sobre algunos componentes morfológicos y fisiológicos del rendimiento en cuatro variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
- Duarte T., R. 1968. Efecto de la selección recurrente en el rendimiento, y sus componentes en poblaciones híbridas de frijol. Fitotecnia Latinoamericana, 5(2). Bogotá, Colombia.
- Enríquez R., S.A. 1977. Factores químicos que afectan la asimilación de nutrientes por las plantas. Seminarios Técnicos. CIANE, INIA. SARH. 4(8). México.
- Fanjul P., L. 1978. Análisis del crecimiento de una variedad de Phaseolus vulgaris L. de hábito de crecimiento indeterminado y ensayo para el estudio de las relaciones entre la fuente y la demanda de los fotosintatos. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados,

Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.

- Fassbender, H.W. 1975. Química de suelos, con énfasis en suelos de América Latina. 1ª edición. IICA. Turrialba, Costa Rica.
- Gálvez, G.E., J.J. Galindo y G. Alvarez. 1977. Defoliación artificial para estimar pérdidas por daños foliares en frijol (Phaseolus vulgaris L.). Turrialba, 27(2). IICA. Turrialba, Costa Rica.
- García B., A. 1973. Delicias 71, nueva variedad de frijol para el distrito de riego No. 05 de Cd. Delicias, Chihuahua. Agricultura Técnica en México, Vol. III. INIA. SAG. México.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 2ª edición. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Guerra Ch., J.C., C.C. Moh y J.J. Alan. 1975. Inducción de mutaciones de color de semilla con metanosulfonato de etilo en algunas variedades de frijol común. Turrialba, 25(2). IICA. Turrialba, Costa Rica.
- Kohashi S., J. 1979. Fisiología. In: Engleman, E.M. 1979. Contribuciones al conocimiento del frijol (Phaseolus) en México. 1ª edición. Rama de Botánica, Colegio de Postgraduados. SARH. Chapingo, México.
- Laing, D.R. 1977. Implicaciones de la investigación fisiológica para mejoramiento de frijol común (Phaseolus vulgaris L.). CIAT. Cali, Colombia.
- Larrea, R.E. 1969. Clorosis en leguminosas de grano en el norte de Tamaulipas. Agricultura Técnica en México, 2(10). INIA. SAG. México.
- Longoria G., G.A. 1973. Prevención de la clorosis férrica en suelos calcáreos mediante tratamientos de inundación. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
- Mazliak, P. 1976. Fisiología vegetal, nutrición y metabolismo. 1ª edición. Ed. Omega. Barcelona, España.

- Miranda C., S. 1966a. Herencia del hábito de crecimiento en Phaseolus vulgaris L. Agrociencia, 1(1). Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
- Miranda C., S. 1966b. Mejoramiento genético del frijol en México. In: Robles S., R. 1979. Producción de granos y forrajes. 2^a edición. Ed. Limusa. México.
- Miranda C., S. 1967. Origen de Phaseolus vulgaris L. Agrociencia, 1(2). Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
- Miranda C., S. 1971. Cruzamiento natural en frijol. Agricultura Técnica en México, 3(2). INIA. SAG. México.
- National Plant Food Institute. 1980. Manual de fertilizantes. 1^a edición. Ed. Limusa. México.
- Paniagua, C.V. y A.M. Pinchinat. 1976. Criterios de selección para mejorar el rendimiento de grano en frijol (Phaseolus vulgaris L.). Turrialba, 26(2). IICA. Turrialba, Costa Rica.
- Pratt, R.M. 1974. Guía de Florida sobre insectos, enfermedades y trastornos de la nutrición en los frutos cítricos. 1^a edición. Ed. Limusa. México.
- Ramírez C., L. 1981. Efectos del sulfato ferroso (FeSO₄) sobre los componentes del rendimiento de una variedad de hábito semideterminado de frijol (Phaseolus vulgaris L.) creciendo en suelo alcalino. Tesis Profesional de la Facultad de Biología, Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- Ray, P.M. 1975. La planta viviente. 1^a edición. Ed. CECSA. México.
- Resnik, M.E. 1980. Nutrición mineral. In: Sívori, E.M., E.R. Montaldi y O.H. Caso. 1980. Fisiología vegetal. 1^a edición. Ed. Hemisferio Sur. Argentina.
- Reyes C., P. 1978. Diseño de experimentos aplicados. 1^a edición. Ed. Trillas. México.
- Rosas, G.S. 1967. Influencia de la defoliación parcial en plantas de soja (Glicine max L.). Turrialba, 17(1).

IICA. Turrialba, Costa Rica.

Ruiz O., M., D. Nieto R. y I. Larios R. 1977. Tratado elemental de botánica. 14^a edición. Ed. ECLALSA. México.

Salisbury, F.B. and C.W. Ross. 1978. Plant physiology. 2nd edition. Wadsworth Publishing Company, Inc. Belmont, California. USA.

Schütte, K.H. 1966. Biología de los microelementos y su función. 1^a edición. Ed. Tecnos. Madrid, España.

Teuscher, H. y R. Adler. 1965. El suelo y su fertilidad. 1^a edición. Ed. CECSA. México.

Thompson, L.M. 1966. El suelo y su fertilidad. 3^a edición. Ed. Reverté, S.A. México.

Tisdale, S.L. y W.L. Nelson. 1970. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. 2^a edición. Ed. Montaner y Simon, S.A. Barcelona, España.

Treviño M., J.J. 1968. Plagas, enfermedades y deficiencias nutricionales más comunes que afectan a los cítricos en el estado de Nuevo León. Boletín técnico. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

A P E N D I C E

Cuadro 1. Longitud total del tallo (tallo principal más tallo de ramas)

Días después de la siembra	Testigo (cm)	Tratamiento (cm)
20	4.80	5.20
49	141.85	214.20
60	44.40	128.67
69	141.60	175.80
80	124.60	253.50
95	-	-

Cuadro 2. Longitud del tallo principal

Días después de la siembra	Testigo (cm)	Tratamiento (cm)
20	4.80	5.20
49	42.05	42.40
60	17.60	35.77
69	51.25	47.50
80	42.00	55.95
95	-	-

Cuadro 3. Longitud total de ramas

Días después de la siembra	Testigo (cm)	Tratamiento (cm)
20	-	-
49	99.90	171.80
60	26.80	92.90
69	90.35	128.30
80	82.57	197.55
95	-	-

Cuadro 4. Total de nudos por planta (tallo principal más tallo de ramas)

Días después de la siembra	Testigo	Tratamiento
20	3.0	2.7
49	44.5	61.0
60	23.0	42.3
69	42.5	51.0
80	41.5	71.5
95	-	-

Cuadro 5. Nudos del tallo principal

Días después de la siembra	Testigo	Tratamiento
20	3.0	2.7
49	13.5	14.0
60	10.5	13.3
69	15.0	15.0
80	14.0	15.5
95	-	-

Cuadro 6. Total de nudos de ramas

Días después de la siembra	Testigo	Tratamiento
20	-	-
49	31.0	47.0
60	12.5	29.0
69	27.5	36.0
80	27.5	56.0
95	-	-

Cuadro 7. Área foliar funcional

Días después de la siembra	Testigo (dm ²)	Tratamiento (dm ²)
20	0.52	0.44
49	28.18	34.38
60	8.83	25.19
69	22.55	27.23
80	15.87	31.23
95	6.67	3.20

Cuadro 8. Total de vainas por planta

Días después de la siembra	Testigo	Tratamiento
60	0.0	26.5
69	31.0	53.0
80	33.0	71.5
100-105	32.1	30.2

Cuadro 9. Frecuencia de longitud de vainas a los 60 días después de la siembra

Longitud (cm)	Testigo	Tratamiento
0-1	0	1.0
1-2	0	10.5
2-3	0	3.5
3-4	0	2.5
4-5	0	1.5
5-6	0	2.0
6-7	0	2.0
7-8	0	0.0
8-9	0	1.5
9-10	0	1.0
10-11	0	1.0

Cuadro 10. Frecuencia de longitud de vainas a los 69 días después de la siembra

Longitud (cm)	Testigo	Tratamiento
0-1	4.0	5.0
1-2	8.0	11.0
2-3	2.5	7.0
3-4	1.0	4.5
4-5	1.5	2.5
5-6	0.5	2.0
6-7	1.5	5.5
7-8	2.5	1.5
8-9	3.0	3.0
9-10	3.5	6.0
10-11	3.0	5.0

Cuadro 11. Frecuencia de longitud de vainas a los 80 días después de la siembra

Longitud (cm)	Testigo	Tratamiento
0-1	4.0	6.0
1-2	6.5	11.0
2-3	4.5	7.5
3-4	2.5	4.5
4-5	1.0	5.5
5-6	1.5	2.0
6-7	0.5	3.0
7-8	0.5	1.5
8-9	1.5	1.0
9-10	3.5	7.0
10-11	4.0	15.0
11-12	1.5	6.0
12-13	1.0	1.5
13-14	0.5	0.0

Cuadro 12. Total de vainas por planta al momento de la cosecha

Repetición	Testigo	Tratamiento
I	31.2	22.3
II	32.8	28.2
III	-	30.8
IV	32.4	39.3
media	32.1	30.2

Cuadro 13. Vainas vanas por planta al momento de la cosecha

Repetición	Testigo	Tratamiento
I	5.3	3.6
II	5.7	5.7
III	-	6.3
IV	6.5	8.5
media	5.8	6.1

Cuadro 14. Rendimiento por planta en gramos de materia seca

Repetición	Testigo		Tratamiento	
	grano	peric.	grano	peric.
I	23.3	6.7	15.6	4.6
II	21.6	7.4	18.3	5.8
III	-	-	20.2	6.5
IV	21.4	7.0	24.3	7.7
media	22.1	7.0	19.6	6.2

Cuadro 15. Peso seco por planta

Días después de la siembra	Testigo (g)	Tratamiento (g)
20	0.36	0.36
49	12.45	11.75
60	7.34	15.00
69	20.45	27.85
80	18.02	35.50
95	12.66	41.20

Cuadro 16. Peso seco de hojas

Días después de la siembra	Testigo (g)	Tratamiento (g)
20	0.30	0.28
49	9.83	9.45
60	5.66	11.19
69	13.31	17.46
80	9.34	16.27
95	2.92	9.75

Cuadro 17. Peso seco del tallo

Días después de la siembra	Testigo (g)	Tratamiento (g)
20	0.06	0.1
49	2.39	2.29
60	1.32	3.01
69	3.31	4.60
80	2.39	4.44
95	1.30	4.30

Cuadro 18. Peso seco de órganos reproductivos

Días después de la siembra	Testigo (g)	Tratamiento (g)
20	-	-
49	0.03	0.01
60	0.34	1.13
69	3.83	5.75
80	6.29	14.90
95	8.46	27.17

DPTO. DE METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA
 REGISTRO DE OBSERVACIONES CLIMATOLÓGICAS HECHAS A LAS HORAS

MUNICIPIO MARIN ESTADO NUEVO LEON ESTACION CLIMAT. "MARIN"
 ALTITUD 367.3 MIS. LATITUD 25° LONGITUD 100°53' MES SEPTIEMBRE AÑO 1980

TERMO- METROS AL ABRIGO	OSC		TEMP MED	LLUVIA en Milímetros	PRESION BAROMETRICA m m.	HUMEDAD RELATIVA %	Evaporación en 24 Hrs Milímetros	EDO. DEL TIEMPO A LA HORA		TEMP SUELO H. LUZ	RAD SOLAR CAL/Cm ² Min	VIENTO Km/h	PROMEDIO MENSUAL:
	MAXIMA	MINIMA						VIENTO Direc.	EDO. TIEMPO				
1	25	35.5	23	12.5	29.3	51	11.9						TEMPERATURAS MEDIA DEL MES 27.3°
2	24.5	35.5	23	12.5	29.3	64	9.65						MEDIA MAXIMAS 33.5°
3	24	35	22	13	28.5	54	9.85						MEDIA MINIMAS 21.0°
4	26.5	35.5	22	12.5	28.7	63	7.63						OSCILACION MEDIA 12.5°
5	25.5	35.5	22	13.5	28.7	67	13.10						OSC. MAX. 18°C DIA L
6	24.5	36.5	21	13.5	29.7	61	8.33						MAX. DEL MES 37.5 DIA L
7	24.5	36.5	21	15.5	29	60	6.62						MIN. DEL MES 19°C DIA L
8	26	36.5	21	15.5	29	64	2.60						PRESION MEDIA 62.2
9	26	36	24.5	17.5	30	57	9.84						H R % MEDIA 62.2
10	25.5	36	23	13	29.5	69	8.76						LLUVIA
11	24.5	34.5	22	12.5	28	59	9.98						TOTAL LLUVIA: 117 MM
12	25	35.5	22	13.5	28.5	63	10.27						LLUVIA MAX. 24 HS. 64.2 DIA
13	24.5	35.5	22	13.5	28.5	65	7.32						EVAPORACION TOTAL 245.5
14	25.5	34.5	22	12.5	28	66	9.96						EVAPORACION MEDIA 8.16
15	24.5	35	21	14	28	68	8.69						NUMERO DE DIAS CON: LLUVIA DESDE 0 1mm. 4
16	25	36.5	19.5	17	28	57	10.15						LLUVIA INAPRECIABLE
17	24.5	37	19	18	28	60	10.59						TEMPESTAD ELECTRICA
18	24.5	37.5	20.5	17.5	29	57	10.31						HIEBLA O NEBLINA
19	25.5	31	23	8	17	63	8.82						HELADA
20	25	36.5	21.5	15	29	66	10.55						NEVADA
21	29.5	39.5	24.8	13	31	52	10.92						GRANIZO
22	24.5	36.5	23.5	13	30	75	9.55						DESPEJADOS
23	25.5	35.5	24.5	11	30	57	10.22						MEDIO NUBLADOS
24	25.5	35	23.5	12.5	29	66	8.14						NUBLADOS
25	24.5	31.5	22	9.5	26.5	67	00						ROCIO
26	23	28	22	6	25	60	2.5						VIENTO DOMINANTE
27	23.5	31	21	10	26	58	00						TEMPESTAD POLVO
28	23.5	30.5	23	7.5	27	68	4.3						VISIBILIDAD DOMINANTE
29	24	32	23.5	8.5	28	72	6.87						FECHA DE HELADA
30	24	33	22	11	27.5	59	5.56						FECHA DE HELADA
31													

ENCARGADO ME.
 TOTAL 1000.5 625.5 TOTAL 117.0
 (P.P.N: 2, 24, 25 y 27)

TO. DE METEOROLOGIA Y CLIMATOLOGIA
 REGISTRO DE OBSERVACIONES CLIMATOLOGICAS HECHAS A LAS HORAS

MUNICIPIO MARIN ESTADO NUEVO LEON ESTACION MARIN AÑO 1980
 ALTITUD 367.3 Mts. LATITUD 25° 53' LONGITUD 100° 03' MES OCTUBRE

DIA	TERMOMETROS AL ABRIGO		OSC	TEM MED	L' LUVIA en Milímetros	PRESION BAROMETRICA m m.	HUMEDAD RELATIVA %	Evaporación en 24 Hrs. Milímetros	EDO. DEL TIEMPO A LA HORA DE LA OBSERVACION			VISIBILIDAD	HELDAS	TEMP SUELO H. LUZ	RAD SOLAR CAL/Cm ² Min	VIENTO Km/h	PROMEDIO MENSUAL
	AMBIENTE MAXIMA	MINIMA							VIENTO Direc.	Cielo	EDO. TIEMPO						
1	30	18.5	11.5	24.5				7.05									TEMPERATURAS MEDIA DEL MES 20.8°C
2	31.5	16	15.5	24				10.74									MEDIA MAXIMAS 26.1°C
3	30.5	16.5	14	23.5				1.19									MEDIA MINIMAS 15.5°C
4	31.5	15	16.5	23				6.77									OSCILACION MEDIA 10.6°C
5	31.5	15.5	16	23.5				6.80									OSC. MAX. 16.5°C DIA 4
6	30.5	20	10.5	25				7.03									MAX. DEL MES 26.5°C DIA 17
7	29.5	19	10.5	24				8.48									MIN. DEL MES 6.5°C DIA 30
8	29.5	14.5	15	22				12.63									PRESION MEDIA
9	29.5	14.5	15	22				6.20									H R % MEDIA 67%
10	29.5	14.5	15	22				4.16									LLUVIA
11	26.5	26.5	10	21.5	10.1			2.13									TOTAL LLUVIA: 38.2 m
12	29	16.5	12.5	23	0.2			3.04									LLUVIA MAX. 24 HS 14.1 DIA
13	30.5	19	11.5	23				6.03									EVAPORACION TOTAL 139.50
14	33	20	13	26.5				6.90									EVAPORACION MEDIA 4.50
15	32	22	10	22				5.44									NÚMERO DE DIAS CON:
16	33	22	18	22.5				8.74									LLUVIA DESDE 0.1 m.m. 7
17	36.5	22	14.5	29				7.72									LLUVIA IMPRECIABLE
18	23	21	2	22				2.26									TEMPESTAD ELECTRICA
19	20	18	2	19	14.1			3.19									NEBLA O NEBLINA
20	17.5	14	3.5	16	5.1			1.83									HELADA
21	20	13	7	16.5	3.4			1.83									NEVADA
22	19	13.5	5.5	16				1.28									GRANIZO
23	21.5	16.5	5	19				1.51									DESPEJADOS
24	18	14	4	16				3.81									MEDIO NUBLADOS
25	22	13	9	17				4.64									NUBLADOS
26	26.5	15.5	11	21				1.17									ROCIO
27	28.5	16	12.5	22				2.61									VIENTO DOMINANTE
28	16	16	0	16	1.1			5.30									TEMPESTAD POLVO
29	9	6.5	2.5	8	4.2			1.35									VISIBILIDAD DOMINANTE
30	10	6.5	3.5	8				3.22									FECHA 1er HELADA
31	13.5	8.5	5.5	18				2.45									FECHA ULTIMA HELADA
DIAS CON PRECIPITACION:																	
SUMA 809 479.5 TOTAL 38.2																	
MEGA 260 15.5 10.6 208																	
ENCARGADO																	

MUNICIPIO MARIN

ESTADO NUEVO LEÓN

ESTACION "MARIN"

ALTITUD 367.3 Mts.

LATITUD 25° 53'

LONGITUD 100° 03'

MES NOVIEMBRE

AÑO 1980

TERMOMETROS AL ABRIGO		OSC	TEM		L' LUVIA en Milímetros	PRESION BAROMETRICA m m.	HUMEDAD RELATIVA %	Evaporación en 24 Hrs. Milímetros	EDO. DEL TIEMPO A LA HORA DE LA OBSERVACION		TEMP SUELLO H. LUZ	RAD SOLAR CAL/Cm ² Min	VIENTO	
AMBIENTE	MAXIMA		MINIMA	MED					VIENTO Direc.	Vel.			Direc.	Vel.
20	23.5	16	7.5	18				1.62						
17	23.5	14.5	9	19				3.46						
16	28	12	16	20				3.73						
14.5	28	12	16	20				3.31						
15.5	26.5	13	6.5	20				4.53						
13	26	15.5	10.5	21				3.52						
12	34	9.5	24.5	22				1.97						
13	36.5	10.5	26	23.5				4.84						
14.5	33.5	10	23.5	22				4.70						
18	25.5	14.5	11	20				3.09						
19	23	16.5	6.5	20				2.36						
19	26.5	14.5	12	20.5				2.95						
18	28.5	15	13.5	22				2.19						
13	23.5	10.5	13	17				2.18						
15.5	16.5	13.5	3	15				1.98						
8	11	8	3	9.5	.5			.96						
7	15	5.5	9.5	10	.2			3.86						
7	15	3	12	9				2.62						
3.5	13.5	1	12.5	7				7.78						
9	14.5	1	13.5	8	9.1			6.22						
9.5	13.5	2	11.5	8	19			2.02						
9	19.5	1.5	18	10.5	8			2.00						
11	22	8.5	13.5	15				.92						
10.5	17	7	10	12	1.2			3.58						
11	12	9.5	2.5	11				2.91						
4	13.5	4	9.5	9				2.86						
2	16.5	0	16.5	8				3.12						
0	19	-1.5	20.5	9				1.39						
-3	21	-7.5	21.5	10				4.73						
12	22	1	21	11.5				1.47						

PROMEDIO MENSUAL
 TEMPERATURAS
 MEDIA DEL MES 13.8°C
 MEDIA MAXIMAS 21.6°C
 MEDIA MINIMAS 7.8°C
 OSCILACION MEDIA 13.8°C
 OSC. MAX 26°C DIA 8
 MAX. DEL MES 36.5°C DIA 8
 MIN. DEL MES -1.5°C DIA 28
 PRESION MEDIA
 H R % MEDIA 65%
 LLUVIA
 TOTAL LLUVIA 38 mm
 LLUVIA MAX. 24 HS. DIA
 EVAPORACION TOTAL 92.9 mm
 EVAPORACION MEDIA 3.1 mm
 NUMERO DE DIAS CON:
 LLUVIA DESDE 0.1 mm. 6
 LLUVIA INAPRECABLE
 TEMPESTAD ELECTRICA
 NEBLA O NEBLINA
 HELADA 3
 NEVADA
 GRANIZO
 DESPEJADOS
 MEDIO NUBLADOS
 NUBLADOS
 ROCIO
 VIENTO DOMINANTE
 TEMPESTAD POLVO
 VISIBILIDAD DOMINANTE
 FECHA 1er HELADA 27
 FECHA ULTIMA HELADA 29

ENCARGADO
ME

NO DE
SIGUIENTE
MA
DIF
648 233 415 440 38
21.6 7.8 13.8 14.7 3.1

MUNICIPIO MARIN

ESTADO NUÉVO LEÓN

ESTACION "MARIN"

ALTITUD 367.3 Mts.

LATITUD 25° 53' LONGITUD 100° 03' MES DICIEMBRE AÑO 1960

TERMOMETROS AL ABRIGO		OSC	TEM MED	LLUVIA en Milímetros	PRESION BAROMETRICA m. m.	HUMEDAD RELATIVA %	Evaporación en 24 hrs. Milímetros	EOD. DEL TIEMPO A LA HORA DE LA OBSERVACION		TEMP. INSOL. SUELO H LUZ	RAD SOLAR CAL/Cm2 Min	VIENTO Km/h	PROMEDIO MENSUAL
AMBIENTE MAXIMA	MINIMA							VIENTO Direc	EDO. TIEMPO				
11	27.5	10.5	17	19		78%	2.35						TEMPERATURAS
9.5	25	9.5	15.5	17		81	3.95						MEDIA DEL MES <u>16.7</u>
10	14.5	11	3.5	13	1.4	93.5	1.7						MEDIA MAXIMAS <u>20.08</u>
11.5	17.5	12	5.5	15		94	1.09						MEDIA MINIMAS <u>9.25</u>
14.5	20	15	5	17.5		94	.66						OSCILACION MEDIA <u>10.8</u>
18	24	16.5	7.5	20		86	1.55						OSC. MAX <u>22.5°C</u> DIA <u>2</u>
19.5	23	20	3	21.5		87.5	2.15						MAX. DEL MES <u>22.5°C</u> DIA <u>1</u>
19	26.5	19	7.5	22.5		84	4.59						MIN. DEL MES <u>0°C</u> DIA <u>3</u>
15.5	16.5	15	1.5	16		80.5	1.46						PRESION MEDIA <u>81.50</u>
10	16.5	10	6.5	13		81	1.69						H R % MEDIA <u>81.50</u>
7.5	16	5	11	10.5		84.5	2.20						LLUVIA
6.5	20	3	17	11.5		85	1.11						TOTAL LLUVIA <u>14.92</u>
14.5	19	12	7	15.5		86	1.42						LLUVIA MAX. 24 HS. <u>8.1</u> DIA <u>1</u>
15.5	18.5	16	2.5	17	8	94	.62						EVAPORACION TOTAL <u>70.22</u>
15.5	24	12	12	18		86	1.88						EVAPORACION MEDIA <u>3.12</u>
12	26.5	11.5	15	19		74.5	3.69						NÚMERO DE DIAS CON:
9	25	8	17	16.5		70.5	3.53						LLUVIA DESDE 0.1 mm. <u>5</u>
9	26.5	8	20.5	18		70	2.97						LLUVIA INAPRECIABLE
8	21.5	7	14.5	14		81	3.28						TEMPESTAD ELECTRICA
4	7.5	5	2.5	6		78.5	1.02						NEBLA O NEBLINA
0	5	2	3	3.5	3.5	93	.89						HELADA <u>VI 31</u>
6	12	4	8	8		94	.43						NEVADA
11	17	12	5	14.5		92	1.70						GRANIZO
16	18	11.5	6.5	15		67	2.51						DESPEJADOS
5	12	5	7	8.5		82	2.36						MEDIO NUBLADOS
6	26	3.5	22.5	15		70	2.79						ROCIO
9	24	4	20	14		71.5	2.06						WINDO DOMINANTE
8	23	4.5	18.5	14		73.5	3.24						TEMPESTAD POLVO
10	23	7	16	15		78	4.49						VISIBILIDAD DOMINANTE
13.5	21	6.5	14.5	14		61.5	4.46						PRIMA DEL MES
5.5	24	1	23	12.5		70.5	3.29						SEGUNDA DEL MES

DIAS DE PRECIPITACION

622.5 287 338 455 14.9
2206 925 188 11.2

M. J. J. J.

