

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DEL SULFATO FERROSO ( $\text{FeSO}_4$ ) SOBRE LOS  
COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE FRIJOL

(*Phaseolus vulgaris* L.) MARIN, N.L.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

JORGE GUADALUPE CARRILLO HERNANDEZ

MARIN, N. L.

OCTUBRE DE 1984

164

T  
SB327  
C371  
c.1



1080061255

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



EFEECTO DEL SULFATO FERROSO ( $\text{FeSO}_4$ ) SOBRE LOS  
COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE FRIJOL  
(*Phaseolus vulgaris* L.) MARIN, N.L.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

JORGE GUADALUPE CARRILLO HERNANDEZ

MARIN, N. L.

OCTUBRE DE 1984

T  
SB.333  
C371

040 35  
FA 9  
1984



Biblioteca Central  
Maana Solidaridad

F. Tesis



BU Redi Rangel Plus  
UANL  
FONDO  
TESIS LICENCIATURA

Esta tesis fue realizada en el Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo, CIA-FAUANL (Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L.), ha sido aprobada por el Comité Supervisor como requisito parcial para optar el grado de:

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

Marín, N.L. Octubre de 1984.

D E D I C A T O R I A S

A MIS PADRES:

SR. GUADALUPE CARRILLO LUMBRERAS

SRA. MA. DE LA LUZ HERNANDEZ DE CARRILLO

Con mucho cariño y respeto, por el apoyo  
que siempre me brindaron para llegar a  
la culminación de mi carrera.

A MIS HERMANOS:

Con el cariño que se merecen.

A MIS ABUELITOS:

SR. ALEJANDRO CARRILLO A.

SRA. CANDELARIA LUMBRERAS DE CARRILLO (+)

SR. FLORENTINO HERNANDEZ G. (+)

SRA. GUADALUPE RAMIREZ DE HERNANDEZ (+)

A MI NOVIA:

SRITA. MA. SOLEDAD GARZA G.

Con mucho amor.

A MIS MAESTROS, COMPAÑEROS

Y AMIGOS.



## A G R A D E C I M I E N T O S

EL AGRADECIMIENTO MAS SINCERO A LAS SIGUIENTES PERSONAS:

MANUEL ESCALANTE PEREZ

JAIME T. FLORES BERNAL

VIRGILIO LARRALDE CHAVEZ

Por su ayuda durante todo el desarrollo del cultivo.

MUY EN ESPECIAL A MI ASESOR:

ING. M.C. CESAREO GUZMAN FLORES

Por su ayuda para el desarrollo del trabajo de campo,  
por sus importantes sugerencias relacionadas con el  
planteamiento, metodología y revisión general del  
presente trabajo.

AL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE MAIZ, FRIJOL Y SORGO DE LA FA-  
CULTAD DE AGRONOMIA DE LA U.A.N.L. POR LAS FACILIDADES BRINDA  
DAS EN LA EJECUCION DEL PRESENTE EXPERIMENTO.

# I N D I C E

PAGINA

## R E S U M E N

|   |    |
|---|----|
| I. I N T R O D U C C I O N.....   | 1  |
| II. L I T E R A T U R A R E V I S A D A.....                                    | 4  |
| II.1. Antecedentes sobre <u>Phaseolus vulgaris</u> L. ..                        | 4  |
| II.1.1. Origen, distribución e importancia.                                     | 4  |
| II.1.2. Taxonomía y caracteres botánicos...                                     | 5  |
| II.1.3. Características agronómicas.....  | 9  |
| II.1.4. Condiciones ecológicas requeridas<br>por el cultivo.....                | 10 |
| II.2. Clasificación de los elementos nutriciona-<br>les.....                    | 12 |
| II.2.1. Macronutrientes.....  | 14 |
| II.2.2. Micronutrientes.....  | 14 |
| II.3. El Fierro.....  | 15 |
| II.3.1. El Fierro en el suelo.....  | 15 |
| II.3.2. Funciones del Fierro en la planta..                                     | 17 |
| II.3.3. Factores causales de la clorosis<br>férica.....                         | 18 |
| II.3.4. Absorción, transporte y distribu-<br>ción del fierro en las plantas.... | 23 |

|   | PAGINA |
|---|--------|
| II.3.5. Síntomas de deficiencia de Fierro.                  | 25     |
| II.3.6. Hambre Oculta.....                                  | 27     |
| II.3.7. Formas de corregir la deficiencia<br>de Fierro..... | 28     |
| III. MATERIALES Y METODOS.....                              | 34     |
| III.1. Localidad.....                                       | 34     |
| III.2. Genotipos bajo estudio.....                          | 34     |
| III.2.1. Características de la variedad...                  | 35     |
| III.3. Diseño Experimental.....                             | 36     |
| III.4. Fertilización.....                                   | 37     |
| III.5. Labores culturales.....                              | 39     |
| III.6. Control de plagas y enfermedades.....                | 39     |
| III.7. Siembra.....   | 39     |
| III.8. Riegos.....  | 40     |
| III.9. Muestreos.....                                       | 41     |
| III.10. Variables estudiadas.....                           | 42     |
| III.10.1. Morfológicas.....                                 | 42     |
| III.10.2. Fisiológicas.....                                 | 44     |
| III.10.3. Ambientales.....                                  | 44     |
| IV. RESULTADOS .....  | 46     |
| IV.1. Desarrollo del cultivo.....                           | 46     |

|   | PAGINA |
|---|--------|
| IV.2. Variables Morfológicas.....       | 47     |
| IV.3. Variables Fisiológicas.....       | 65     |
| V. D I S C U S I O N.....               | 73     |
| VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 75     |
| VII. B I B L I O G R A F I A.....       | 76     |
| VIII. A P E N D I C E.....              | 88     |

## INDICE DE FIGURAS

| FIGURA |  | PAGINA |
|--------|--|--------|
| 1      | Número de nudos del tallo principal de cada uno de los tratamientos. Marín, N.L. Verano 1982.....      | 49     |
| 2      | Número de ramas de primer orden de cada tratamiento. Marín, N.L. Verano 1982.....                      | 51     |
| 3      | Número de nudos de ramas de primer orden en cada uno de los tratamientos. Marín, N.L. Verano 1982..... | 53     |
| 4      | Número de ramas de segundo orden en cada uno de los tratamientos. Marín, N.L. Verano 1982.....         | 55     |
| 5      | Número de nudos de ramas de segundo orden de cada tratamiento. Marín, N.L. Verano 1982.....            | 57     |
| 6      | Longitud del tallo principal de cada tratamiento. Marín, N.L. Verano 1982.....                         | 59     |
| 7      | Longitud de ramas de primer orden de cada tratamiento. Marín, N.L. Verano 1982.....                    | 61     |
| 8      | Longitud de ramas de segundo orden de cada tratamiento. Marín, N.L. Verano 1982..                      | 62     |
| 9      | Número de vainas/planta de cada uno de los tratamientos. Marín, N.L. Verano 1982....                   | 64     |

| FIGURA |  | PAGINA |
|--------|--|--------|
| 10     | Peso seco de órganos reproductivos de cada uno de los tratamientos. Marín, N.L. Verano 1982..... | 66     |
| 11     | Peso seco/planta de cada uno de los tratamientos. Marín, N.L. Verano 1982.....                   | 68     |
| 12     | Peso seco de grano en madurez fisiológica de cada tratamiento. Marín, N.L. Verano 1982.....      | 69     |
| 13     | Peso seco del pericarpio de cada tratamiento. Marín, N.L. Verano 1982.....                       | 70     |
| 14     | Precipitación pluvial, temperatura máxima, media y mínima prevalecientes durante el estudio..... | 72     |

INDICE DE APENDICE

| CUADRO |   | PAGINA |
|--------|---|--------|
| 1-5    | Análisis de varianza del número de nudos del tallo principal del segundo al sexto muestreo.....       | 89     |
| 6-10   | Análisis de varianza del número de ramas de primer orden del segundo al sexto muestreo.....           | 91     |
| 11-15  | Análisis de varianza del número de nudos de ramas de primer orden del segundo al sexto muestreo.....  | 93     |
| 16-20  | Análisis de varianza del número de ramas de segundo orden del segundo al sexto muestreo.....          | 95     |
| 21-25  | Análisis de varianza del número de nudos de ramas de segundo orden del segundo al sexto muestreo..... | 97     |
| 26-28  | Análisis de varianza de longitud del tallo principal del segundo, cuarto y quinto muestreo.....       | 99     |
| 29-31  | Análisis de varianza de longitud de ramas de primer orden del segundo, cuarto y quinto muestreo.....  | 100    |
| 32-34  | Análisis de varianza de longitud de ramas de segundo orden del segundo, cuarto y quinto muestreo..... | 101    |

| CUADRO |  | PAGINA |
|--------|--|--------|
| 35-37  | Análisis de varianza de número de vainas/<br>planta del cuarto al sexto muestreo.....                        | 102    |
| 38-40  | Análisis de varianza de peso seco de órga<br>nos reproductores/planta del tercero al<br>quinto muestreo..... | 103    |
| 41-44  | Análisis de varianza del peso seco/planta<br>del segundo al quinto muestreo.....                             | 104    |
| 45     | Análisis de varianza del peso seco del pe<br>ricarpio/planta.....  | 105    |
| 46     | Análisis de varianza del peso seco del gra<br>no/planta.....   | 105    |
| 47     | Croquis del cultivo en el campo.....   | 106    |



## R E S U M E N

Los objetivos que motivaron la realización de éste trabajo fueron, el de observar los efectos del sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4$ ) sobre los componentes del rendimiento de un cultivar de frijol (Phaseolus vulgaris L.), así como también si éste presentaba el fenómeno de "hambre oculta" de fierro, bajo las condiciones de Marín, N.L.

El presente trabajo se llevó a cabo en Marín, N.L. en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

El cultivar estudiado fue el "Delicias 71 Selección Benavides # 4" del programa de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. Este cultivar no es susceptible a manifestar deficiencias de fierro en los suelos en que se efectuó el experimento.

Se estudiaron las siguientes variables: número de nudos del tallo principal, longitud del tallo principal, ramas del primer orden, número de nudos de ramas de primer orden, longitud de las ramas de primer orden, ramas de segundo orden, número de nudos de ramas de segundo orden, longitud de las ramas de segundo orden, posición de la vaina, vainas por planta, granos por vaina, peso seco por órgano, peso seco de órganos re-

productores, peso seco del órgano, peso seco del pericarpio, peso seco de vainas y peso seco por planta.

Para la cuantificación de las variables se efectuaron seis muestreos, siendo éstos a los 26, 53, 66, 76, 97 y 1120 días después de la siembra.

Entre los resultados sobresalientes podemos mencionar que las plantas en general, en todos los tratamientos, siguieron la misma tendencia en el crecimiento, a excepción de la longitud de las ramas de segundo orden y del peso seco de los órganos reproductivos.

Los mismos resultados indican que no hubo efectos de la fertilización foliar sobre los componentes del rendimiento, así como también no se presentó el fenómeno de "hambre oculta" bajo las condiciones de estudio.

## 1. INTRODUCCION

La crisis por la que está pasando nuestro país y entre cuyas causantes está una deficiente producción de alimento, ha ocasionado que la dieta de la mayoría de las familias mexicanas se vea deteriorada. Es por ello necesario incrementar la investigación en la producción de granos básicos, dentro de los cuales se encuentra el frijol común (Phaseolus vulgaris L.), el cual es de suma importancia en la nutrición humana, ya que contiene una elevada proporción de proteína (20.0 - 25.0%), sirviendo como sustituto de las escasas proteínas derivadas de animales (Francis, 1981; Anónimo, 1976; Anónimo, 1979).

En la actualidad, el frijol es uno de los cultivos más importantes de México, ya que de acuerdo con las estadísticas actuales, ocupa el segundo lugar en importancia como alimento básico después del maíz. Más sin embargo, no se ha podido lograr la autosuficiencia en este cultivo, ya que los rendimientos obtenidos actualmente por unidad de superficie son relativamente bajos en la mayoría de las áreas donde se explota. Se mencionan algunos factores como responsables de esos bajos rendimientos, entre los cuales tenemos: escasa y mala distribución de la precipitación en las zonas donde más se cultiva ésta especie (temporal); uso de tecnología inapropiada;

siembra de genotipos no recomendados en las diferentes regiones, etc. (Núñez, 1975).

Por otra parte, la mayoría de los agricultores del área cultivada del país, no aplican técnicas nuevas al cultivo para lograr así un crecimiento de sus cosechas, sino que siguen utilizando técnicas anticuadas con las cuales continúan produciendo solo lo necesario para su alimentación.

Por último, uno de los principales problemas en el Noreste de México y específicamente en el Estado de Nuevo León, respecto al cultivo del frijol, es causado por los desórdenes fisiológicos que presenta la planta, causados principalmente por deficiencias nutricionales, en especial del fierro, a causa de la naturaleza calcárea de sus suelos provocando pH alcalinos.

Lo anterior puede inducir que algunos genotipos de la especie mencionada, presenten grados de deficiencia de algunos microelementos, desde agudas hasta aquellas las cuales no se manifiestan (hambre oculta).

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

1.- Observar si en el genotipo de frijol "Delicias 71, Selección Benavides #4", se presenta el fenómeno de "hambre ocul

ta" de fierro.

2.- Observar los efectos de la fertilización foliar con sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4$ ) sobre los componentes de rendimiento del frijol.

## II. LITERATURA REVISADA

### II.1. Antecedentes sobre Phaseolus vulgaris L.

#### II.1.1. Origen, distribución e importancia:

No fue sino hasta el año de 1853 cuando Linnaeus citado por Miranda (1967) define su criterio en cuanto al origen del frijol común (Phaseolus vulgaris), estableciéndolo en Asia Occidental; siendo hasta 1866 cuando Decandole (Miranda, 1967) la dio a conocer como una planta de origen Americano y específicamente de América del Sur, América Central, el Sur de México (incluyendo las Antillas) hasta el Perú, Ecuador y Bolivia.

En la actualidad sigue confuso su origen en el Continente Americano, ya que se han encontrado restos de plantas desde los Estados Unidos de Norteamérica hasta Argentina y Perú (Miranda, 1967). Sin embargo, la mayoría de los autores coinciden en que el frijol común (P. vulgaris L.) es nativo de la parte Occidental del área México-Guatemala y en especial de algún lugar situado a una altura aproximada de 1,200 m.s.n.m. (Miranda, 1966; Messiaen, 1979).

Por otra parte, la distribución principal del frijol común (P. vulgaris L.) en el Continente, se llevó a cabo en forma natural, posteriormente se llevó a Europa después de la conquista en el siglo XVI, de donde se distribuyó a la mayoría---

de las regiones del mundo que contaran con clima templado, tropical y sub-tropical, debiéndose ésto a su gran capacidad de adaptación y a su gran número de variedades y tipos (Lourdes, 1970; Ruiz, 1980). De las 70 especies del género Phaseolus que se han encontrado en México, la especie P. vulgaris L. es la más importante en la alimentación humana, se cultiva en casi todo el país, en altitudes que varían desde el nivel del mar hasta 2,700 metros sobre éste (Sánchez, 1974; Conde, 1974).

#### II.1.2. Taxonomía y caracteres botánicos:

II.1.2.1. Clasificación taxonómica de la planta.- La clasificación taxonómica de la planta es la siguiente:

|              |                  |
|--------------|------------------|
| Reino        | Vegetal          |
| División     | Espermatófita    |
| Sub-división | Angiospermas     |
| Clase        | Dicotiledoneas   |
| Sub-clase    | Diapétalas       |
| Familia      | Leguminosas      |
| Sub-familia  | Papilionaceae    |
| Género       | <u>Phaseolus</u> |
| Especie      | <u>vulgaris</u>  |

II.1.2.2. Caracteres botánicos.- Las principales especies de frijol que se cultivan en México son: frijol común (P. vulgaris L.); frijol ayocote (P. coccineus L.); frijol

tepariy (P. acutifolius G.); y el frijol lima (P. lunatus L.). Sin embargo, la especie más importante desde el punto de vista agrícola es la primera, la cual ha recibido diferentes nombres de acuerdo a la región o país en que se cultiva, tales como: frijol común, judía, alubia, frijol habichuela, poroto, carao-ta, etc. (Robles, 1979; Messiaen, 1979).

Por lo general, la planta de frijol común (P. vulgaris L.) es anual, aunque puede haber plantas perennes, tanto en la especie antes mencionada, como también en P. coccineus y P. lunatus L. (Miranda, 1967).

#### Raíz.

La raíz es de tipo fibroso, aunque se diferencia en principal o primaria (Miranda, 1966).

#### Tallo.

La planta presenta tallos herbáceos, de crecimiento determinado o indeterminado (Messiaen, 1979).

#### Hojas.

Las dos primeras hojas opuestas de la planta son simples, y las hojas siguientes son pinnadas, trifoliales, 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 (Messiaen, 1979;



Ruiz, 1980).

### Inflorescencia.

Pueden ser laterales o terminales y se pueden distinguir tres componentes principales: el eje de las inflorescencias que se compone de pedúnculo y de raquis, las brácteas y los botones florales. Es un racimo que nace en las axilas foliares (Miranda, 1966).

### Flor.

Las flores son pediceladas, constan de cinco sépalos, cinco pétalos, diez 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 uno consta de filamentos y antera; nueve filamentos están soldados y el décimo está libre. En el centro de la flor se encuentra el pistilo, que consta de ovario, estilo y estigma (Messiaen, 1975).

### Fruto.

El fruto es una vaina o legumbre con dos suturas; cuando

está madura 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. Presentan tamaños, colores y formas variables según la variedad que se trate (Messiaen, 1979).

### Semilla.

Las semillas nacen alternativamente 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 de embrión. La testa se deriva de los tegumentos del óvulo y su función principal es la de proteger al embrión (Robles, 1979). 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. 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 (Miranda, 1966).

Por otra parte, 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 (Paniagua, 1976).

### II.1.3. Características agronómicas.

II.1.3.1. Hábito de crecimiento.- Se define como la presentación de la planta en el espacio como consecuencia de su crecimiento. Según el CIAT, s.f. y Francis (1981), en frijol existen cuatro tipos principales de hábitos de crecimiento, los cuales se mencionan a continuación:

- a) Tipo I. Hábito de crecimiento determinado arbustivo.
- b) Tipo II. Hábito de crecimiento indeterminado arbustivo.
- c) Tipo III. Hábito de crecimiento indeterminado prostrado.
- d) Tipo IV. Hábito de crecimiento indeterminado trepador.

En la actualidad se tiende más a cultivar las variedades de crecimiento determinado (plantas de tipo mata o arbustivo), ya que éstas tienen algunas ventajas sobre las variedades guijadoras, pues mantienen las vainas en alto y en tal forma no se pudren porque no están en contacto con el suelo y no necesitan

soporte alguno, y su porte facilita el control de las plagas y la cosecha mecánica (Francis, 1981; Miranda, 1967). Sin embargo, hay regiones temporaleras donde las variedades de guía son más productivas que las de mata, por tal razón, no pueden desecharse totalmente dichas variedades (Miranda, 1967).

#### II.1.4. Condiciones ecológicas requeridas por el cultivo.

##### a) Temperatura.

Las temperaturas mínimas requeridas para su desarrollo son las siguientes: para germinar de 8°C; para florecer 15°C y para madurar 18°C, por abajo de dichas temperaturas se presentan dificultades para el desarrollo de la planta (Messiaen, 1979).

##### b) Clima.

El cultivo del frijol prospera satisfactoriamente en aquellas regiones que presentan un clima templado o bien cálido-húmedo. Esta especie no resiste las heladas, más bien es susceptible a bajas temperaturas (S.A.R.H., Folleto de Orientación Técnica III, 1976; Francis, 1981).

##### c) Humedad.

Se puede producir bajo condiciones de temporal si existe una buena precipitación durante su ciclo vegetativo, tal como unos 600 mm o más, en lugares donde no alcanza deberá recurrir

se al riego. El frijol es más productivo en regiones de baja humedad debido principalmente a la menor incidencia de plagas y enfermedades que atacan a la planta en las zonas húmedas (Francis, 1981).

d) Altitud.

Generalmente se admite que el cultivo del frijol se desarrolla bien a una altura que va desde los 500 m.s.n.m. hasta los 1,500 m.s.n.m. (Messiaen, 1979).

e) Suelos.

Prospera bien en suelos de textura ligera, profundos, siendo esencial la condición del drenaje para evitar la pudrición radicular (Francis, 1981; Folleto de Orientación Técnica III, S.A.R.H., 1976).

El frijol común, se da en suelos cuya textura varía de francos arenosos hasta arcillas pesadas. Crece bien en suelos con un pH entre 5.5 y 6.5 (Mortensen, 1975).

Los suelos pesados son frecuentemente húmedos y fríos causando un crecimiento lento en las leguminosas; lo contrario sucede en suelos ligeros, donde el crecimiento se acelera obteniéndose una producción temprana (Crispín, 1979).

## II.2. Clasificación de los elementos nutricionales.

La investigación ha demostrado que ciertos elementos minerales son necesarios para el desarrollo sano y eficiente de las plantas de cultivo (Velasco, 1960).

Estos elementos esenciales deben estar presentes en formas utilizables para las plantas y en concentraciones óptimas para su desarrollo. Además, debe existir un equilibrio idóneo entre las concentraciones de los varios elementos nutritivos solubles, en el suelo (Buckman y Brady, 1977).

En las plantas podemos encontrar un gran número de elementos (noventa o más), de los cuales algunos no se les ha encontrado una función clara dentro de las mismas; por otra parte, no todas las plantas contienen la misma concentración de elementos (Anónimo, 1974).

En la actualidad se dice que dieciseis elementos son esenciales para las plantas, de los cuales dos los toman del aire, que son oxígeno ( $O_2$ ) y carbono (C); uno lo toman del agua que es el hidrógeno (H); y los trece restantes los toman de los sólidos del suelo (Tamhane, 1978; Ortiz, 1977; Buckman y Brady, 1977).

Por otro lado, estos dieciseis elementos se clasifican en dos grupos basándose en la cantidad requerida por las plan

tas: Macronutrientes y Micronutrientes. El término de macronutrientes define químicamente al elemento que es requerido por las plantas en cantidades relativamente grandes, es decir, de 1,000 ppm o más y micronutrientes se requiere en cantidades pequeñas, es decir 100 ppm o menos en base a materia seca (Millar, Turk y Foth, 1981; Salisbury and Ross, 1978).

| <u>Macronutrientes</u> |                   | <u>Micronutrientes</u> |      |
|------------------------|-------------------|------------------------|------|
| Carbono                | (C)               | Fierro                 | (Fe) |
| Hidrógeno              | (H)               | Cobre                  | (Cu) |
| Oxígeno                | (O <sub>2</sub> ) | Zinc                   | (Zn) |
| Nitrógeno              | (N)               | Manganeso              | (Mn) |
| Fósforo                | (P)               | Boro                   | (B)  |
| Potasio                | (K)               | Molibdeno              | (Mo) |
| Calcio                 | (Ca)              | Cloro                  | (Cl) |
| Magnesio               | (Mg)              |                        |      |
| Azufre                 | (S)               |                        |      |

El fierro (Fe) es considerado por la mayoría de los autores como un microelemento. Alexander (1952) lo clasifica como un elemento intermedio, mientras que otros lo consideran como un macronutriente además del criterio mencionado anteriormente, debido a la gran importancia que tiene dentro de la planta (Devlin, 1976; Millar, Turk y Foth, 1981; Tamhane, 1978).

### II.2.1. Macronutrientes:

De los nueve elementos considerados como macronutrientes, seis son obtenidos del suelo por las plantas, con excepción de las leguminosas que pueden fijar y utilizar el nitrógeno de la atmósfera a través de la bacteria de los nódulos de las raíces. Los cinco elementos restantes que toma del suelo son: fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre (Ortiz, 1977; Buckman y Brady, 1977; Ohlrogge, 1957).

Por otro lado, al existir una escasez de ellos en el suelo o que no estén adecuadamente equilibrados por los otros elementos nutritivos, trae como consecuencia que el crecimiento de las plantas se vea retardado (Buckman y Brady, 1977).

### II.2.2. Micronutrientes:

Las plantas además de los nutrientes principales, necesitan para conseguir un desarrollo completo y saludable la presencia de pequeñas cantidades de fierro, cobre, zinc, manganeso, boro, molibdeno y cloro. Estos suelen ser designados además de micronutrientes como elementos traza, oligoelementos o nutrientes menores (Patterson, 1967; Russell, 1968; Primo y Carrasco, 1973; Gross, 1966).

Estos elementos tienen funciones muy importantes en la nutrición de la planta, especialmente en los sistemas enzimáti-



cos tales como la formación de enzimas y de coenzimas, así como en la síntesis de las moléculas orgánicas esenciales (National Plant Food Institute, 1982; Sauchelli, 1957; Anónimo, 1974).

Finalmente la deficiencia de un elemento, ya sea macro o micronutriente genera síntomas que muestran muchas veces la función y movimiento de éste dentro de la planta, por ejemplo: una deficiencia de nitrógeno provoca un color verde amarillento enfermizo, además ésta deficiencia se presenta principalmente en las hojas basales y prosigue hacia arriba, ya que el nitrógeno es traslocable (National Plant Food Institute, 1982; Teuscher y Adler, 1979). Mientras que la deficiencia de un microelemento, ya sea fierro, zinc, etc. afecta el aspecto de la planta, dando a las hojas un color clorótico, bronceado o moteado; o alternado su hábito de desarrollo o causando la muerte de las plantas en crecimiento, con lo que adopta una apariencia arrosetada (Russell, 1968; Worthe, 1949; Berger, 1967).

### II.3. El Fierro.

#### II.3.1. El Fierro en el suelo:

El fierro (Fe) es uno de los elementos metálicos más abundantes en la corteza terrestre, llegando a ocupar el tercer lugar en orden de abundancia. Sin embargo, su contenido total en los suelos es variable, oscila desde un valor tan bajo como de

200 ppm hasta más de 10 por 100 (Thompson, 1966; Tisdale y Nelson, 1970). Aunque la cantidad de fierro total del suelo es alta la cantidad aprovechable por las plantas puede ser baja (García, 1979).

El fierro se presenta generalmente en los suelos en forma de óxidos, hidróxidos, en compuestos orgánicos y en fosfatos; así, como en las estructuras reticulares de los silicatos primarios y en las barras minerales. Otra roca que contiene fierro es la pirita. Bajo distintas condiciones del suelo, pequeñas cantidades de fierro son liberados durante la alteración de los minerales primarios, debido a los agentes atmosféricos y parte es absorbido por la planta (Mazliac, 1976; Devlin, 1980; García, 1979; Tisdale y Nelson, 1970). Las formas asimilables del fierro proceden de la intemperización de roca ferromagnésica, que originan los minerales secundarios (Jacob y Uexküll, 1973).

Por otra parte, el fierro se encuentra generalmente en los suelos en dos estados de valencia ( $\text{Fe}^{2+}$  y  $\text{Fe}^{3+}$ ), siendo la forma reducida ( $\text{Fe}^{2+}$ ) la que interviene eficientemente en las funciones metabólicas de las plantas; de tal manera que al ser absorbido el ion férrico ( $\text{Fe}^{3+}$ ) por las plantas, deberá ser reducido en las células de las raíces para que pueda intervenir en la catalización de la producción de la clorofi-

la (Bowen, 1981; Collings, 1958; Trocme y Grass, 1979).

### II.3.2. Funciones del Fierro en la planta:

A través de la investigación sobre la esencialidad de este elemento, se ha observado que desarrolla diversas funciones de gran importancia en el metabolismo de las plantas, por ejemplo:

a) El fierro es la parte importante de los citocromos, donde gracias a su capacidad para cambiar de valencia actúa como transportador de electrones en la fotosíntesis y en la respiración (Longoria, 1973; James, 1967).

b) Además, es también componente esencial de otro transportador de electrones llamado ferredoxina, la cual es necesaria para que se lleve a cabo la fotosíntesis (Longoria, 1973; Rojas, 1981; García, 1970).

c) Es un constituyente importante de varias enzimas tales como: peroxidasas, catalasas, citocromo y fermentos de respiración (Jacob y Uexküll, 1973; Scharrer, 1960).

d) Además, desempeña un importante papel catalizador en la planta resultando ser por ello el elemento clave de diversas reacciones reductivo-oxidativas, tales como la respiración, la fotosíntesis y la reducción de nitratos y sulfatos

(Jacob y Uexküll, 1973; Sauchelli, 1957; Scharrer, 1960).

e) Así también, estudios realizados han demostrado que este elemento interviene en la síntesis del ácido ribonucléico, que a la vez regula la síntesis de una proteína, que actúa en la síntesis de la clorofila, sin llegar a ser éste (Fe) un componente directo de su estructura (Noort y Wallace, 1967; Bowen, 1981; Anónimo, 1977, Edmond, Seen y Andrews, 1967; Devlin, 1980; García, 1979).

f) Además el fierro se ha mostrado capaz de reemplazar parcialmente al molibdeno como metal cofactor necesario para el funcionamiento de la reductasa de nitrato en la soja (Tisdale y Nelson, 1970).

### II.3.3. Factores causales de la clorosis férrica:

No obstante que los suelos generalmente contienen suficiente fierro y que las plantas necesitan relativamente pequeñas cantidades de éste elemento para su abastecimiento (100 ppm o menos en la materia seca), es frecuente observar deficiencias de fierro en las plantas, por lo que ésta deficiencia debe resultar de su baja aprovechabilidad en el suelo (García, 1979; Sauchelli, 1969).

De acuerdo a las últimas investigaciones sobre las causas que determinan la clorosis férrica, se ha logrado enume-

rar una serie de éstas las cuales se mencionan a continuación:

### II.3.3.1. Contenidos de $\text{HCO}^{-3}$ en el suelo.

Lindsay y Thorne (1954) encontraron que las concentraciones de  $\text{HCO}^{-3}$  fue mucho más alta en los suelos donde se desarrollaron plantas cloróticas que en las adyacentes donde no se desarrolló éste síntoma. Además determinaron que altas concentraciones de  $\text{HCO}^{-3}$  en la solución del suelo, afectan adversamente la translocación de fierro dentro de la planta (García, 1979; Sauchelli, 1969). También se ha demostrado que una alta proporción en el suelo de  $\text{HCO}^{-3}$  aumenta la solubilidad de fósforo y produce como resultado un gran consumo de éste elemento que interfiere en el metabolismo del fierro en la planta (Tisdale y Nelson, 1970).

### II.3.3.2. Contenidos de $\text{CaCO}_3$ en el suelo o en el agua de riego:

Hace ya varios años se observó que la clorosis en las plantas era inducida por el ion bicarbonato del agua de irrigación. Esta observación condujo a la suposición de que la fijación del dióxido de carbono por las raíces de las plantas era responsable de la clorosis férrica por inactivación del fierro en la planta (Tisdale y Nelson, 1970; Thompson 1966; García, 1978).

### II.3.3.3. Desequilibrio de iones metálicos (Cobre y Manganeso) en el suelo:

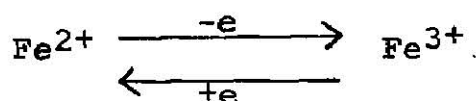
Este desequilibrio surge a raíz de una excesiva acumulación de cobre en el suelo (Tisdale y Nelson, 1970).

En trabajos de invernadero se ha advertido que el cobre en exceso da lugar a una deficiencia de fierro. El efecto del manganeso y quizás del cobre es que oxidan el catión ferroso a férrico, que relativamente es más insoluble (Thompson, 1966).

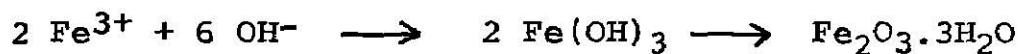
### II.3.3.4. Exceso de humedad en el suelo:

Como consecuencia de las inundaciones, el oxígeno es excluido del suelo, ocasionando que los compuestos de fierro férrico presentes ( $\text{Fe}^{3+}$ ) sean reducidos a la forma ferrosa ( $\text{Fe}^{2+}$ ). En suelos bien drenados, el fierro está normalmente en estado férrico, siendo los compuestos férricos muy insolubles. Los compuestos ferrosos son más solubles, pero cuando se añade a suelos bien drenados son oxidados rápidamente al estado férrico (Tisdale y Nelson, 1970; Longoria, 1973).

La reacción de transformación de ferrosa a férrica o viceversa es la siguiente:



Una forma de como el ion férrico se transforma al rojo oxidado, es la siguiente:



Así como ésta reacción hay otras que contribuyen a la insolubilidad del fierro (Thompson, 1968; Longoria, 1973; García, 1978).

#### II.3.3.5. pH del suelo:

El pH del suelo es un factor determinante de la solubilidad del fierro en el suelo y por lo tanto de la capacidad del propio suelo, para suministrar fierro al vegetal (Collings, 1958; Teuscher y Adler, 1979).

Por otra parte, la disponibilidad del fierro se ve afectada cuando existen ciertas características de pH, dependiendo de éste, será la disponibilidad de estos nutrimentos para las plantas (Jacob y Uexküll, 1973).

En los valores altos de pH los elementos que se encuentran en forma de indicios tales como el cobre, manganeso, zinc y fierro se hacen menos aprovechables, mientras que molibdeno sucede lo contrario. Tomando en consideración todos los elementos nutritivos, probablemente el pH óptimo para aprovechamiento sea de 6.5, aunque debe tomarse en cuenta las

necesidades particulares de los cultivos (Trouw, 1951; National Plant Food Institute, 1982; Jacob y Uexküll, 1973; Thompson, 1962).

Por otro lado, la tasa de conversión de  $\text{Fe}^{2+}$  en  $\text{Fe}^{3+}$  mediante oxígeno, es inversamente proporcional a la concentración de iones hidrógeno (H) en el suelo, es decir, depende del pH del suelo. Cuanto más bajo sea el pH (suelo ácido) más estable serán los iones  $\text{Fe}^{2+}$  (Bowen, 1981; Fassbender, 1975).

Finalmente la solubilidad, tanto del ion ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ) como del ion férrico ( $\text{Fe}^{3+}$ ) en el suelo depende también del pH. La máxima solubilidad del ion férrico ( $\text{Fe}^{3+}$ ) se da en un pH de tres a cinco (3-5), en tanto que el ion ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ) es soluble hasta un pH de siete (7.0).

| pH del suelo | Solubilidad del $\text{Fe}^{2+}$ (ppm) |
|--------------|--|
| 6.3          | 1,000                                  |
| 6.5          | 352                                    |
| 7.0          | 35                                     |
| 7.5          | 3.5                                    |

Como se hace notar, con un aumento de la acidez de una unidad, la solubilidad del ion ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ) aumenta 100 veces (Bowen, 1981; Firman, 1969; Devlin, 1980).



#### II.3.4. Absorción, transporte y distribución del hierro en las plantas.

##### II.3.4.1. Absorción:

Según Tamhane (1978) las plantas pueden absorber al hierro de cuatro maneras distintas:

- a) De la solución del suelo.
- b) De iones intercambiables en la superficie de la arcilla y de las partículas del humus.
- c) A través de las hojas.
- d) De minerales que se descomponen con facilidad.

Las plantas son capaces de absorber elementos esenciales a través de sus hojas, penetrando éstos al interior de la planta a través de sus estomas, así como por la cutícula de la misma; todas las plantas leñosas así como las herbáceas son capaces de absorber nutrimentos a través de la superficie de sus tallos o troncos (Ramírez, 1981; García, 1979).

Se conoce que la absorción iónica del hierro es en forma divalente y trivalente por las raíces de la planta o como sales orgánicas complejas de hierro llamadas quelatos (Bowen, 1981).

Por otro lado, las plantas pueden absorber tanto al ion férrico como el ion ferroso, sin embargo, la forma activa me-

tabolicamente parece ser el ion ferroso (Tisdale y Nelson, 1970).

#### II.3.4.2. Transporte:

Bukovac, Wittwer y Tukey (1971), efectuaron aspersiones foliares en diferentes tipos de plantas para determinar el grado de translocación de los nutrimentos, empleando isótopos radiactivos y encontraron los siguientes resultados:

$ZN^{65} > Cu^{64} > Mn^{52-54} > Fe^{55-59} > Mo^{99}$ ; como intermedios en cuanto a movilidad, entre los altamente móviles al  $P^{32}$ , y como relativamente inmóvil al  $Ca^{45}$ .

Por otra parte, se menciona que específicamente el transporte del fierro a través del floema es minimizado por la formación de un complejo proteínico llamado fitoferritina, el cual es insoluble, en su defecto es tomado por el xilema desde el suelo como  $Fe^{2+}$  y algunas veces como  $Fe^{3+}$  siendo su redistribución limitada (Salisbury and Ross, 1978). Esto es importante, ya que la inmovilidad que se genera hace que se presente clorosis en las partes jóvenes de la planta (Jacob y Uexküll, 1973).

Por otro lado, el transporte del fierro dentro de la planta debe ser afectada por el pH del tejido de conducción; ya que se han observado que las acumulaciones del fierro general-

mente ocurren donde el pH es alto, encontrándose éste en formas no aprovechables (García, 1979).

#### II.3.4.3. Distribución en la planta:

De acuerdo con Elmistron y Howard (1969) la distribución del hierro en los tejidos de las plantas depende del grado de eficiencia que tienen éstas, ya que la concentración de ese elemento dependerá de la capacidad que tengan las plantas sobre todo en los órganos jóvenes, aun cuando el hierro es de escasa movilidad en la planta (García, 1979).

#### II.3.5. Síntomas de deficiencia de Hierro.

La deficiencia de hierro ha sido observada en muchas especies. Sin embargo, es más frecuentemente vista en cultivos que crecen en suelos calizos o alcalinos, aunque la presencia de altos niveles de fosfato puede también provocar ésta condición en suelos ácidos en algunas especies (Tisdale y Nelson, 1970). Los grados en que se puede manifestar la deficiencia de hierro van desde una clorosis imperceptible hasta un letal. Por lo tanto, entre éstos dos extremos existe un gradiente deficitario que afecta en algún punto los componentes del rendimiento de tal manera que se verán modificados (Sarmiento, 1978; Ramírez, 1981).

El síntoma de deficiencia en fierro más fácilmente observado en las plantas, es la intensa clorosis en las hojas. En general, las hojas jóvenes se ven especialmente afectadas, mientras que las más maduras no presentan señales de clorosis. Básicamente ésto es debido, como ya se explicó anteriormente, a la relativa inmovilidad del fierro en la planta. Así, las hojas jóvenes no pueden movilizar el fierro que se encuentra en las hojas más viejas (Devlin, 1980; James, 1967; Greulach y Edison, 1970).

Los síntomas típicos de deficiencia en las leguminosas son: clorosis o el amarillamiento de las zonas entre las nervaduras de las hojas, caracterizada porque la superficie de dicha hoja presenta normalmente un fino retículo de nervios verdes sobre fondo de parénquima clorótica. Es rara la clorosis total de las hojas jóvenes. Sin embargo, en condiciones de deficiencia muy aguda, las nervaduras secundarias y terciarias pueden también presentar clorosis, ocasionando que las hojas adquieran un color totalmente blanco (Sarmiento, 1978; Devlin, 1980; García, 1970; Jacob y Uexküll, 1973; Firman, 1969; Diamond Chemicals, s.f.).

Por otro lado, los síntomas que presentan los árboles y arbustos por falta de fierro, son similares a los mencionados anteriormente; aclarando que si no se corrige dicha deficien-

cia en cualquier vegetal, ocasionaría la caída prematura de las hojas llegando a defoliarse e incluso puede llegar a morir la planta (Trocme y Gras, 1979; Diamond Chemicals, s.f.).

El caso de las deficiencias agudas en los cultivos generalmente se traducen en anormalidades que pueden detectarse mediante observación cuidadosa y estudio. La identificación de las deficiencias agudas es importante, pero, cuando aparecen tales deficiencias y se identifican, es común que ya sea demasiado tarde para el tratamiento efectivo del cultivo. Aun cuando sea posible el tratamiento correctivo, probablemente el rendimiento y la calidad ya han sido gravemente afectados. Sin embargo, la identificación de las deficiencias agudas puede ser útil en la preparación de los cultivos subsecuentes (National Plant Food Institute, 1982).

#### II.3.6. Hambre Oculta.

Este término se define, como la deficiencia nutricional que presenta 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 encuentra en la zona comprendida entre las deficiencias agudas y los rendimientos máximos.

En comparación con la deficiencia aguda, el "hambre oculta" merma una proporción mucho mayor de rendimientos y ganancias, ya que está más generalizada y pasa inadvertida. Aunque ésta deficiencia limita los rendimientos y algunas veces afecta la calidad, rara vez se revela como una anomalía identificable del desarrollo del vegetal (National Plant Food Institute, 1982).

El fenómeno del "hambre oculta" resulta ser un problema serio para la mayoría de los agricultores, cuyos cultivos sufren las consecuencias del hambre escondida, ya que ignoran completamente el hecho y no están en aptitud de hacer algo al respecto, a menos que llama su atención de modo tal que puedan atenderlo (Anónimo, 1967).

Como las deficiencias agudas, el "hambre oculta" pueden llegar a ser difícil o imposible de corregir en el cultivo que se esté efectuando, pero puede prevenirse para futuras cosechas. El examen de los tejidos de las plantas o el análisis completo de los mismos pueden auxiliar a determinar si los cultivos tienen "hambre oculta" (National Plant Food Institute, 1982; Anónimo, 1967; Tamhane, 1978).

#### II.3.7. Formas de corregir la deficiencia de Fierro.

La deficiencia de fierro en los cultivos puede corregirse

mediante la aplicación de ciertos compuestos de hierro al suelo o directamente al follaje, tales como: sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4$ ) y los quelatos de hierro (Jacob y Uexküll, 1973; Thompson, 1966).

En general, aplicaciones al suelo de sales ferrosas ionizables, tales como el sulfato ferroso, han probado ser ineficaces a causa de su oxidación más bien rápida a ion férrico. Cuando estas sales son aplicadas como pulverizaciones foliares, sin embargo, su eficacia aumenta grandemente (Laird y Núñez, 1973; Jacob y Uexküll, 1973).

Así pues, una de las formas más efectivas para corregir las deficiencias nutricionales y principalmente de micronutrientes (hierro, zinc, cobre, etc.), es por medio de las aspersiones foliares. Esto se ha demostrado en algunos trabajos de investigación en donde se han estado utilizando rociaduras que contienen nutrientes menores, tales como hierro, zinc, etc. en cultivos de frijol, soya y se ha comprobado que esas aspersiones foliares son eficaces (Henkes, 1970; Wittwer, Bukovas y Tukey, 1971).

Por medio de la aspersión, las hojas y demás partes aéreas de la planta pueden absorber todos los elementos necesarios para su nutrición. Las hojas jóvenes pueden absorber las substan-

cias nutritivas con más rapidez que las viejas. Finalmente, la absorción por las hojas puede invertirse y los nutrimentos perderse o lixiviarse de las hojas por la lluvia o el excesivo rocío (Witter, 1960; Papadakis, 1977).

Así pues, la fertilización foliar tiene la función de complementar la nutrición durante períodos de tensión crítica los que por diversas razones la planta no puede absorber a través de sus raíces nutrientes en suficientes cantidades (Henkes, 1970).

Por otro lado, la corrección férrica en leguminosas, mediante aspersiones foliares con sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4$ ), se ha observado de un modo parcial, por lo que se hace necesario más de una aplicación en el mismo ciclo. Por lo general, se recomienda de dos a tres aplicaciones cada quince días, dependiendo del grado de la clorosis y utilizando concentraciones de 1.0 a 1.5%, ya que concentraciones arriba de 2.0% de sulfato ferroso trae como consecuencia daños fitotóxicos mostrados en forma de lesiones o quemaduras, pero sin afectar aparentemente el rendimiento. Aunque realmente el daño que se causa, aparentemente se debe a la deshidratación del tejido en donde se deposita la solución, la cual por su bajo potencial hídrico ( $\Psi_w$ ) causa el fenómeno (Larrea, 1969; Ramírez, 1981; Laird y Núñez, 1973).



En cuanto a los queletos de fierro, a pesar de ser más efectivos que el sulfato, su utilización esta restringida debido a su alto costo. Estos compuestos contienen generalmente de 6.0 a 12.0% de fierro; además lo retienen en forma aprovechable y facilitan la entrada de dicho elemento a la planta y su distribución dentro de la misma. Se aplica en concentraciones que van desde un 0.1 a 0.2% al follaje; y de 10 a 25 g. al suelo por árbol, en el caso de cítricos (Diamond Chemicals, s.f.; Edmond, Senn y Andrews, 1967; Laird y Núñez, 1973; Trocme y Gras, 1979; Selke, 1968; Miller, 1967; Primo y Carrasco, 1973; Jacob y Uexküll, 1973).

Otra forma que ha sido estudiada para controlar la clorosis férrica, es mediante el uso de los vidrios blandos (fritas) que contienen sales ferrosas, aunque han resultado poco efectivos en suelos calcáreos. Algunos agricultores controlan la deficiencia de fierro en árboles frutales mediante la inserción de uno o varios clavos de fierro metálico al tronco de dichos árboles.

Indirectamente la deficiencia de fierro puede corregirse abatiendo el pH de los suelos alcalinos mediante adiciones de azufre o yeso y lavados. En suelos muy ácidos donde la deficiencia es inducida por un exceso de cobre o manganeso, el problema puede corregirse mediante encalado (Longoria, 1973; Laird y Nú-

ñez, 1973; Trocme y Gras, 1979). En nuestro estado donde la clorosis férrica de los cultivos es un problema serio, se ha logrado obtener resultados positivos mediante las aplicaciones de sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4$ ), en forma de aspersión foliar, por ejemplo: en la región de Gral. Escobedo, N.L. se trabajó con dos cultivos siendo éstos la soya y el frijol, ambos presentaron clorosis, la cual era causada por una deficiencia de fierro. Para su control se realizaron aspersiones foliares de sulfato ferroso a diferentes concentraciones siendo estas del 2.0% para el primer cultivo y de 1.5 a 2.0% para el segundo cultivo (Peña, 1970; Núñez, 1976).

Así mismo, en la región de Monterrey, N.L. también se trabajó con soya, la cual presentó una deficiencia nutricional bastante fuerte, causada por la insolubilidad del fierro. Este problema se logró corregir mediante aplicaciones de compuestos de fierro disueltos en agua y aplicados al follaje, utilizando una concentración de 0.75 al 1.5% (Garza, 1967). De igual manera, en el Norte de Tamaulipas, se llevó a cabo una serie de experimentos para determinar la mejor manera de controlar la clorosis férrica en frijol y soya. Para tal efecto, se aplicó sulfato ferroso al follaje el cual se preparó en varias concentraciones (1.5, 2.0, 2.5 y 3.0%) siendo las más efectivas de 1.5 y 2.0%, lo cual equivale a utilizar de

1,200 a 1,600 g. de sulfato ferroso por hectárea, distribuido en dos aplicaciones (Larrea, 1969).

Por último, Ramírez (1981) estudiando los efectos de la fertilización foliar con sulfato ferroso sobre el crecimiento de un genotipo de frijol que no presentó síntomas de deficiencias de fierro, obtuvo resultados que sugieren la manifestación de "hambre oculta" en dicho genotipo.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### III.1. Localidad.

El presente trabajo se llevó a cabo en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, que se encuentra localizada en el Km. 17 de la carretera Zuazua-Marín, siendo sus coordenadas geográficas 25°03' latitud norte y 100°03' longitud oeste, con una elevación sobre el nivel del mar de 367.3 m.

La precipitación pluvial promedio anual es ligeramente superior a los 500 mm y la temperatura media anual es de 22°C. (Anónimo, 1982).

El clima predominante en la región es semiárido BS<sub>1</sub>(h') hx'(e'), de acuerdo a la clasificación climática de Köopen, modificada por García (1973).

Los suelos pertenecen a la clasificación HC y RC calcáreos, los cuales se encuentran cubiertos por una vegetación de matorral espinoso con espinas terminales.

Los datos específicos de precipitación y temperatura durante el ciclo del cultivo se muestran en la Figura 14.

#### III.2. Genotipo bajo estudio.

El genotipo que se utilizó fue la variedad "Delicias 71

Selección Benavides # 4" del Programa de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ésta variedad se caracteriza por no presentar clorosis por deficiencias de fierro en los suelos donde se efectuó el presente estudio.

### III.2.1. Características de la variedad.

La variedad Delicias 71 Selección Benavides # 4 , presenta las siguientes características (González y Guzmán, 1983).

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| a) Días a floración                | 47 días  |
| b) Hábito de crecimiento           | Tipo II (Indeterminado erecto o arbustivo)                 |
| c) Color de la flor                | Blanca   |
| d) Color de la testa               | Pinto, bayo con café                                       |
| e) Días a madurez fisiológica      | 103 días   |
| f) Color del tallo                 | Verde  |
| g) Tamaño de la semilla            | Pequeña (aprox. 5,800 semillas/Kg)                         |
| h) Rendimiento                     | 2,833 Kg/ha bajo riego                                     |
| i) Características fitopatológicas | Dentro de éstas, presenta resistencia a la roya y mosaicos |

### III.3. Diseño Experimental.

Los cuatro tratamientos que se estudiaron, se distribuyeron en el campo en un diseño de bloques al azar, con seis repeticiones para tener así un total de veinticuatro unidades experimentales. Cada unidad experimental estaba formada por seis surcos de 5.0 m de largo por 0.80 m de separación entre surcos; la parcela útil estaba definida por los surcos centrales, eliminándose las plantas localizadas en las cabeceras de dichos surcos.

Los tratamientos fueron una fertilización con sulfato ferroso, de la siguiente manera:

T-1 = Testigo (sin aplicar)

T-2 Cuando el 50% de la población presentó brotación (liberación) de las yemas laterales (vegetativas) y posteriormente 20 días de que el 50% de la población presentó flores en anthesis.

T-3 = Cuando el 50% de la población presentó flores en anthesis.

T-4 = Cuando el 50% de la población presentó flores en anthesis y posteriormente a los 20 días de ésta aplicación.

Cabe aclarar que el tratamiento dos es similar al trata-

miento tres, ya que ambos se aplicaron cuando el 50% de la población presentaba flores en antesis.

La siembra se realizó el 13 de agosto de 1982, colocando la semilla en el fondo del surco, lleva una separación de cinco centímetros para posteriormente aclarar de tal manera que las plantas quedaran a veinte centímetros entre ellas.

Cada unidad experimental estaba identificada con su etiqueta correspondiente al tratamiento y la repetición.

El croquis de las parcelas experimentales se muestra en el Cuadro 47 del Apéndice.

#### III.4. Fertilización.

El producto que se utilizó para llevar a cabo la fertilización fue sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) en una concentración del 100%.

Se llevaron a cabo dos aplicaciones durante todo el ciclo vegetativo del cultivo, siendo la primera aplicación a los 55 días y la segunda a los 80 días después de la siembra.

Para el primer caso se prepararon 15 litros de solución al 1.5% del fertilizante mencionado siendo suficiente para asperjar a los tratamientos dos y tres. La proporción para prepa

rar esos 15 litros de sulfato ferroso al 1.5% fue de 225 g/15 litros de agua. La aspersión se realizó cuando el 50% más uno de la población presentaba flores en antesis, efectuándose ésta en las primeras horas de la mañana, para así evitar "quemaduras" del follaje inducidas por fuertes insolaciones y procurando cubrir lo más uniforme posible con la solución a todas las hojas de la planta.

Sin embargo, a pesar de que la primera aplicación se llevó a cabo en las primeras horas de la mañana, esto no fue suficiente para evitar que algunas plantas presentaran "quemaduras". Por lo anterior, el porcentaje del 1.5% de sulfato ferroso utilizado para la primera aplicación, se redujo al 1.0% en la segunda aplicación. En este caso también se prepararon 15 litros de solución; dicha cantidad fue suficiente para la aplicación de los tratamientos tres y cuatro. Esta solución se preparó con 150 g de sulfato ferroso disueltos en 15 litros de agua. La aplicación se llevó a cabo a los 25 días después de la primera, coincidiendo ésta con las temperaturas más frescas del día y humedeciendo lo más uniforme posible a todo el follaje de la planta. Con este porcentaje (1.0%) el número de plantas dañadas por "quemaduras" se redujo notablemente.



### III.5. Labores culturales.

Las únicas labores que se efectuaron durante el desarrollo del cultivo fueron, aporques y deshierbes, ambas prácticas se llevaron a cabo mediante el uso de un azadón.

Con dicho implemento se iba eliminando la maleza y al mismo tiempo se arrojaba tierra a la base de las plantas. La maleza que se presentaba cerca de las plantas de frijol eran eliminadas con la mano, para evitar así, lastimar el cultivo. Se realizaron en total cuatro deshierbes, efectuándose éstos a los 42, 52, 68 y 89 días después de la siembra.

### III.6. Control de plagas y enfermedades.

Se asperjó Lucación a los 46 días después de la siembra para prevenir un posible ataque de chicharrita (Empoasca sp.), la cual comenzaba a presentarse en parcelas cercanas al experimento. Se hizo una sola aplicación a razón de 750 mililitros en 400 litros de agua.

### III.7. Siembra.

Antes de realizar la siembra, el terreno fue preparado adecuadamente con el uso de maquinaria agrícola, siendo ésta: tractor, arado y rastra. Posteriormente se llevaron a cabo los surcos, dándoles una separación de 0.80 m entre ellos. La siem

bra se efectuó a tierra venida, utilizando para ésto tractor y un arado de vertedera con el cual se partió el lomo del surco, de tal manera que la semilla quedara colocada en el fondo del mismo y a una distancia aproximada de 5 centímetros.

Después de la siembra, se le dio un paso de rastra con tracción animal, la cual consistió en tumbar la parte superior del surco, con la finalidad de proteger a la humedad o evitar que ésta se perdiera.

A los ocho días después de la siembra, el 50% de la población ya había emergido. Una vez que la emergencia fue total, se procedió a aclarar el cultivo, dejando una planta cada 20 centímetros, esto se hizo a los 17 días después de la siembra.

### III.8. Riegos.

Solamente se dieron dos riegos, uno de presiembra el cual se llevó a cabo cuatro días antes de la siembra y un riego de auxilio, efectuándose éste a los 19 días después de la misma, ambos fueron por agua rodada.

Cabe aclarar que durante el desarrollo del cultivo, hubo precipitaciones pluviales suficientes como para no efectuar más riegos.

### III. 9. Muestreos.

Para la cuantificación de las variables de interés se efectuaron seis muestreos siendo éstos, a los 26, 53, 66, 76, 97 y 112 días después de la siembra.

En todos los muestreos exceptuando el primero, se seleccionaban aleatoriamente cuatro plantas de cada unidad experimental, considerando que éstas fueran de la parcela útil y que tuvieran competencia completa.

Al primer muestreo no se le hizo análisis estadístico ya que solo consistió en tomar diez plantas al azar de todo el lote experimental.

Las plantas muestreadas eran cortadas al ras del suelo y colocadas en bolsas de papel debidamente identificadas para su posterior traslado al laboratorio, donde eran disectadas en sus diferentes órganos para así poder determinar las variables experimentales.

Después de haber obtenido los datos requeridos para el análisis morfológico de crecimiento, los órganos de cada planta se colocaban en una bolsa de papel con su previa identificación, introduciéndose a una estufa por 48:00 horas a 60-70°C, para posteriormente obtener el peso seco del órgano deseado o del total de la planta.

### III.10. Variables estudiadas.

Las plantas para su estudio, se disectaron en los siguientes órganos: tallo principal, ramas de primero, segundo y tercer orden (si se presentaban); órganos reproductivos (vainas) del tallo principal y de tallos de primero, segundo y tercer orden.

#### III.10.1. Morfológicas.

##### Tallo.-

a) Número de nudos del tallo principal. Se obtenían contando desde el nudo donde se insertaban los cotiledones hasta el nudo donde se encontraba la yema apical.

b) Longitud del tallo principal. Esta variable se determinaba mediante el uso de una cinta métrica, con la cual se medía desde la inserción de los cotiledones, hasta donde se encontraba la yema apical.

##### Ramas.-

a) Ramas de primer orden. Son aquellas que se derivan del tallo principal.

b) Número de nudos de ramas de primer orden. Se determinaban contando desde el primer nudo hasta donde se encontraba la yema apical.

c) Longitud de las ramas de primer orden. Para tal efecto se utilizó una cinta métrica, con la cual se medía desde el primer nudo hasta donde se encontraba la yema apical.

d) Ramas de segundo orden. Se refiere a aquellas que se desarrollan a partir de las ramas primarias.

e) Número de nudos de ramas de segundo orden. Se determinaron de la misma forma que en las ramas de primer orden.

f) Longitud de las ramas de segundo orden. Se determinó en forma similar que en las ramas de primer orden.

#### Organos Reproductivos.-

a) Fruto. Se considera como fruto desde que se desprendían la corola y quedaba expuesta la vaina.

b) Posición de la vaina. Se refiere al nudo ya sea del tallo principal o de la rama en que se desarrolla.

c) Vainas por planta. Se refiere al número total de vainas presentes, incluyendo las vanas.

d) Grano por vaina. Tanto en el muestreo 5 como en el 6, se determinó el número de granos por vaina, especificando el número de granos abortados en la misma, para ésto se abría la vaina y se procedía a contar los granos.

### III.10.2. Fisiológicas.

#### Peso seco por órgano.-

Consistía en colocar en bolsas de papel todos los órganos de cada planta disectada, e introducirlos en una estufa por 48:00 horas a una temperatura de 60-70°C, para posteriormente obtener el peso seco del órgano deseado.

a) Peso seco de órganos reproductores. Consistía en pesar botones, flores y vainas (frutos).

b) Peso seco del grano. Se refiere al peso del grano después de haber sido colocado en la estufa por 48:00 horas a temperaturas de 60-70°C.

c) Peso seco del pericarpio. Peso que se determinaba después de haber sido deshidratado en la estufa.

d) Peso seco de vainas. Esta variable se obtenía sumando el peso seco del pericarpio más el peso seco del grano.

e) Peso seco por planta. Es la suma del peso seco de todos los órganos.

### III.10.3. Ambientales.

#### Temperatura.-

Se consideraron las temperaturas diarias, máximas y míni-

mas durante el ciclo vegetativo del cultivo.

Precipitación.-

Se consideró la frecuencia y cantidad de ésta durante el ciclo del cultivo.

Los datos de estas variables ambientales, se obtuvieron de la Estación Meteorológica de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. situada en el Municipio de Marín, N.L.

## IV. R E S U L T A D O S

### IV.1. Desarrollo del cultivo.

El cultivo se desarrolló en forma normal, con excepción de las primeras etapas (24 días después de la siembra) cuando las plantas en su mayoría presentaban su primer hoja trifoliada expuesta y en menor número la segunda hoja trifoliada, en la cual se presentó daño de liebres (Lepus sp.) que devoraron los brotes de dichas plantas. Aun con lo anterior, se consideró al material susceptible de estudio.

A los 26 días después de la siembra, las plantas tenían una altura promedio de 12.0 centímetros y presentaban de tres a cuatro nudos; 22 días después se inició el período de floración, ya que más del 50% de las plantas presentaban cuando menos una flor en anthesis. En ésta época también se inició la formación de vainas y simultáneamente continuaba el crecimiento vegetativo tal como sucede con todos los genotipos de hábito de crecimiento indeterminado.

A los 105 días después de haberse llevado a cabo la siembra, el cultivo presentaba condiciones óptimas para cosecharse, sin embargo, ésta se realizó hasta los 112 días. En ninguna etapa del crecimiento, las plantas manifestaron síntomas de deficiencia del elemento de interés.



En seguida se presentan los resultados sobresalientes obtenidos de cada uno de los órganos haciéndose a la vez una discusión general de los mismos.

#### IV.2. Variables Morfológicas.

##### a) Nudos de tallo principal.

A los 26 días después de la siembra las plantas presentaban tres nudos, posteriormente a los 53 días de la misma, dos días antes de la primera aplicación, las deficiencias en el número de nudos del tallo principal/planta entre las parcelas asignadas a cada tratamiento era pequeña, aproximadamente de un nudo entre el tratamiento con el máximo valor (tratamiento 4) que presentaba diez nudos y el tratamiento con el número más reducido (tratamiento 1) con nueve nudos.

A los 11 días después de iniciar los tratamientos 2 y 3, las diferencias se habían incrementado, habiendo permanecido casi constante los valores de los tratamientos 2 y 4, mientras que habían disminuido los del tratamiento 3 e incrementado ligeramente los del testigo (tratamiento 1). Diez días después de lo anterior, todos los valores presentaron ligeros incrementos, reduciéndose la diferencia encontrada en el muestreo anterior, en éste caso no existiendo arriba de 1.5 nudos de diferencia entre el tratamiento con mayor número de nudos del ta-

llo principal que presentaba 10.5 nudos (tratamiento 4) y el que presentaba menor valor que era de 9 nudos (tratamiento 3). Catorce días después de continuar con el tratamiento 3 e iniciar el 4 todos los tratamientos habían reducido sus valores, a excepción del tratamiento 3 el cual presentó ligeros incrementos.

A 112 días después de la siembra los valores presentaron otra ligera disminución y la diferencia entre los tratamientos que presentaban el mayor (tratamiento 3) y el menor (tratamiento 1) número de nudos del tallo principal era de 1 (Figura 1).

El análisis estadístico no detecta diferencias significativas entre los tratamientos en ninguna etapa del crecimiento del cultivo (Cuadro 1-5 del Apéndice).

b) Ramas de primer orden/planta.

A los 53 días después de la siembra, dos días antes de iniciar los tratamientos 2 y 3 la diferencia respecto al número de ramas de primer orden/planta entre los tratamientos con el máximo valor (tratamiento 4) y el que presentaba el mínimo valor (tratamiento 2) era aproximadamente de una. Once días después de la primera aplicación, el tratamiento 4 se mantuvo constante a diferencia de los tratamientos 1 y 2, demostraron

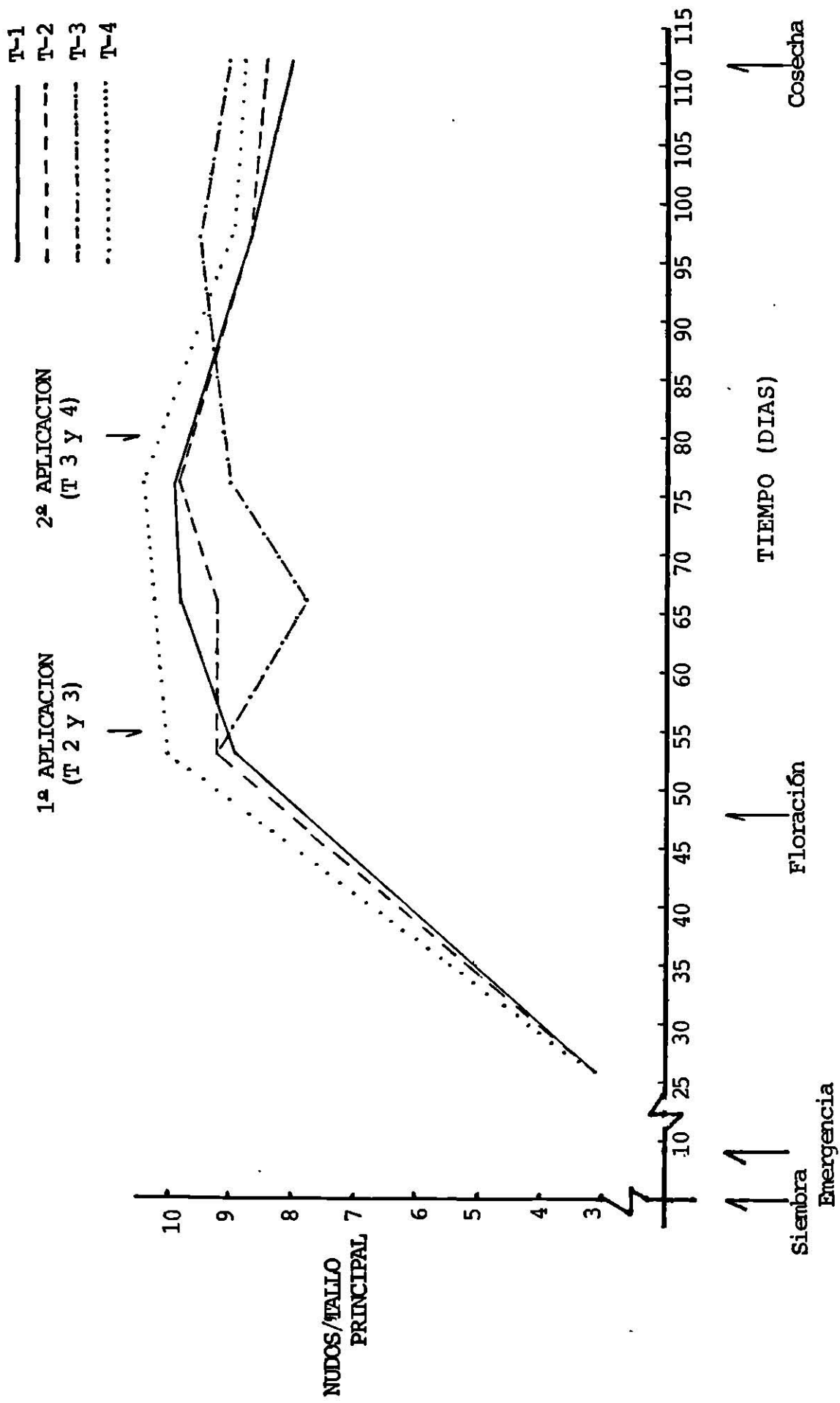


FIGURA 1.- Número de nudos del tallo principal de cada uno de los tratamientos. Marín, N.L. Verano 1982.

ligeros incrementos y del tratamiento 3 que sufrió un ligero decremento en sus valores. Sin embargo, 21 días después de la misma, los tratamientos mostraron pequeños incrementos en la presencia de ramas de primer orden/planta, siendo el tratamiento 1 el que presentaba el máximo valor con 5 y el tratamiento 3 el mínimo con 4, el resto de los tratamientos presentaban valores intermedios. Durante el resto del ciclo, la tendencia de esta variable fue a disminuir ligeramente a excepción del tratamiento 3 que mantuvo leves incrementos hasta los 92 días. Al final del crecimiento, todos los tratamientos presentaban el mismo valor en el número de ramas de primer orden/planta ligeramente superior a 3.5 (Figura 2).

Al igual que en la variable anterior, el análisis estadístico no detecta diferencias significativas entre los tratamientos en ninguna etapa del crecimiento (Cuadro 6-10 del Apéndice).

c) Nudos de ramas de primer orden/planta.

A los 53 días, dos días antes de iniciar los tratamientos 2 y 3, se presentaba una diferencia entre los tratamientos 1 y 2; 3 y 4, siendo los primeros dos los que mostraban los mínimos valores cercanos a 14 nudos de ramas de primer orden/planta, mientras que los últimos 2 los máximos valores cercanos a los 18 nudos. Posteriormente la tendencia general en todos los

1ª APLICACION (T 2 Y 3)      2ª APLICACION (T 3 Y 4)

T-1  
T-2  
T-3  
T-4

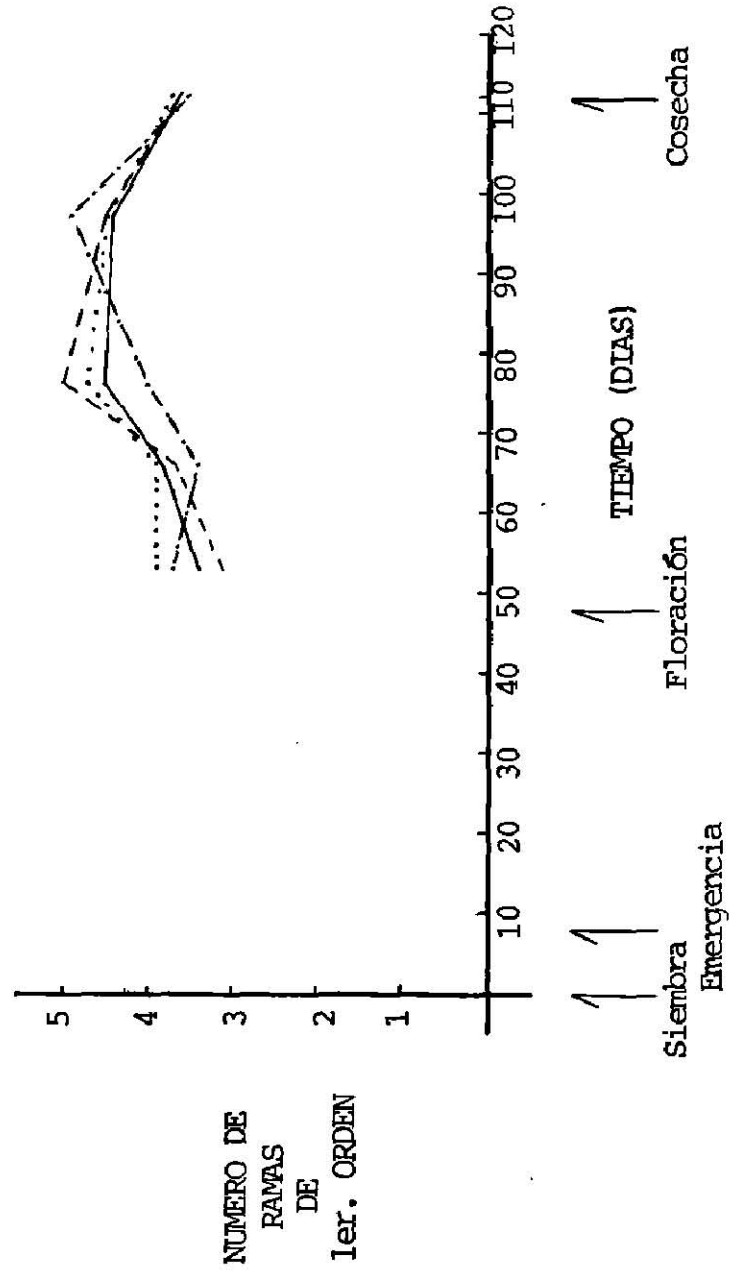


FIGURA 2.- Número de ramas de primer orden de cada tratamiento. Marín, N.L. Verano 1982.

casos fue a incrementar los valores, así tenemos que a los 76 días después de la siembra el tratamiento 2 era el que presentaba el máximo valor con 24.4 nudos de ramas de primer orden/planta, mientras que el tratamiento 3 mantenía el mínimo valor con 19.6 nudos.

En seguida se continuaran presentando ligeros incrementos en todos los casos, a excepción del tratamiento 2 el cual presentó un leve decremento; y finalmente, 15 días después todos los tratamientos habían reducido sus valores, siendo éstos 2 y 1 los que presentaban el máximo y el mínimo valor de ésta variable con 20.8 y 18.8 nudos de ramas de primer orden/planta respectivamente (Figura 3).

En ninguna etapa del crecimiento el análisis estadístico detectó diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 11-15 del Apéndice).

d) Ramas de segundo orden/planta.

Dos días antes de iniciar los tratamientos, prácticamente se presentaba la misma producción de ramas de segundo orden/planta. A excepción del tratamiento 2, el cual manifestó el mismo valor a partir de los 76 días después de la siembra hasta los 97 días después de la misma, el resto de los tratamientos manifestaron incrementos hasta ésta fecha. Posteriormente

1ª APLICACION 2ª APLICACION  
(T 2 Y 3) (T 3 Y 4)

T-1  
T-2  
T-3  
T-4

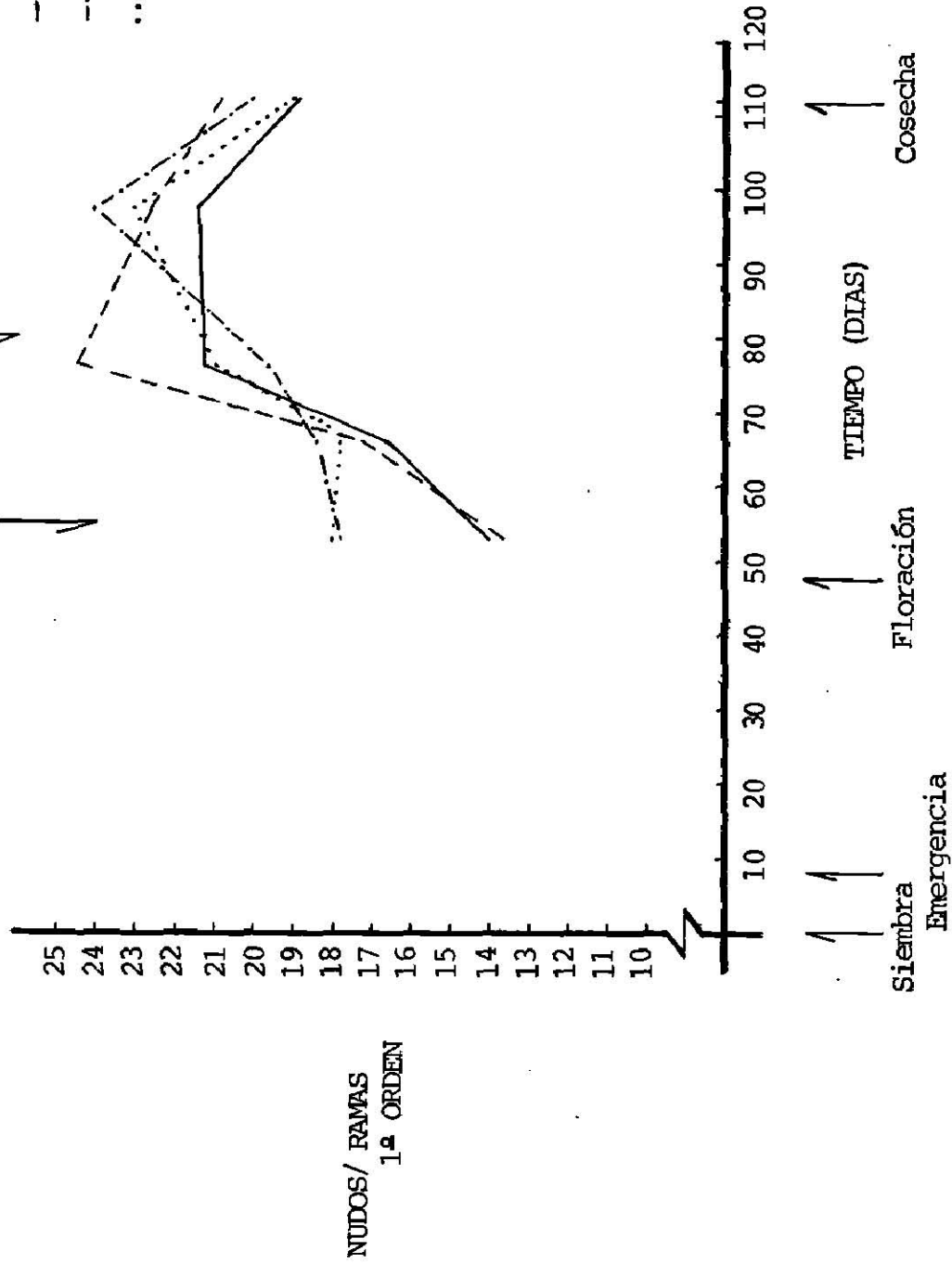


FIGURA 3.- Número de nudos de ramas de primer orden en cada uno de los tratamientos. Marín, N.L. Verano 1982.

se presentaron decrementos en todos los casos hasta los 112 días en el cual el máximo valor lo presentaban los tratamientos 2 y 3 con 3.7 ramas de segundo orden/planta, mientras que los tratamientos 1 y 4 presentaban el mínimo valor con 3 ramas (Figura 4).

Según el análisis estadístico, esta variable fue significativa sólo a los 76 días después de la siembra, mientras que en las otras etapas del crecimiento no hubo diferencias significativas (Cuadro 16-20 del Apéndice).

e) Nudos de ramas de segundo orden/planta.

Al momento de iniciar los tratamientos 2 y 3 (55 días después de la siembra) la diferencia existente entre el tratamiento que poseía el máximo valor (tratamiento 2) respecto al que presentaba el mínimo valor (tratamiento 1) era de 0.4 nudos de ramas de segundo orden/planta. Once días después, todos los tratamientos se incrementaron. Sin embargo, 4 días antes de la continuación del tratamiento 3 e iniciar el 4, el que presentaba un mayor número de nudos era el 2 con 15.4; mientras que el tratamiento 4 era el que poseía el menor valor con 9.4 nudos, los demás tratamientos tenían valores intermedios. A los 17 días después, todos los tratamientos sufrieron ligeros incrementos, sobre todo el tratamiento 4 que alcanzó un valor máximo de 19.4 nudos, mientras que el mínimo valor fue para el



1ª APLICACION (T 2 y 3)      2ª APLICACION (T 3 y 4)

T-1  
T-2  
T-3  
T-4

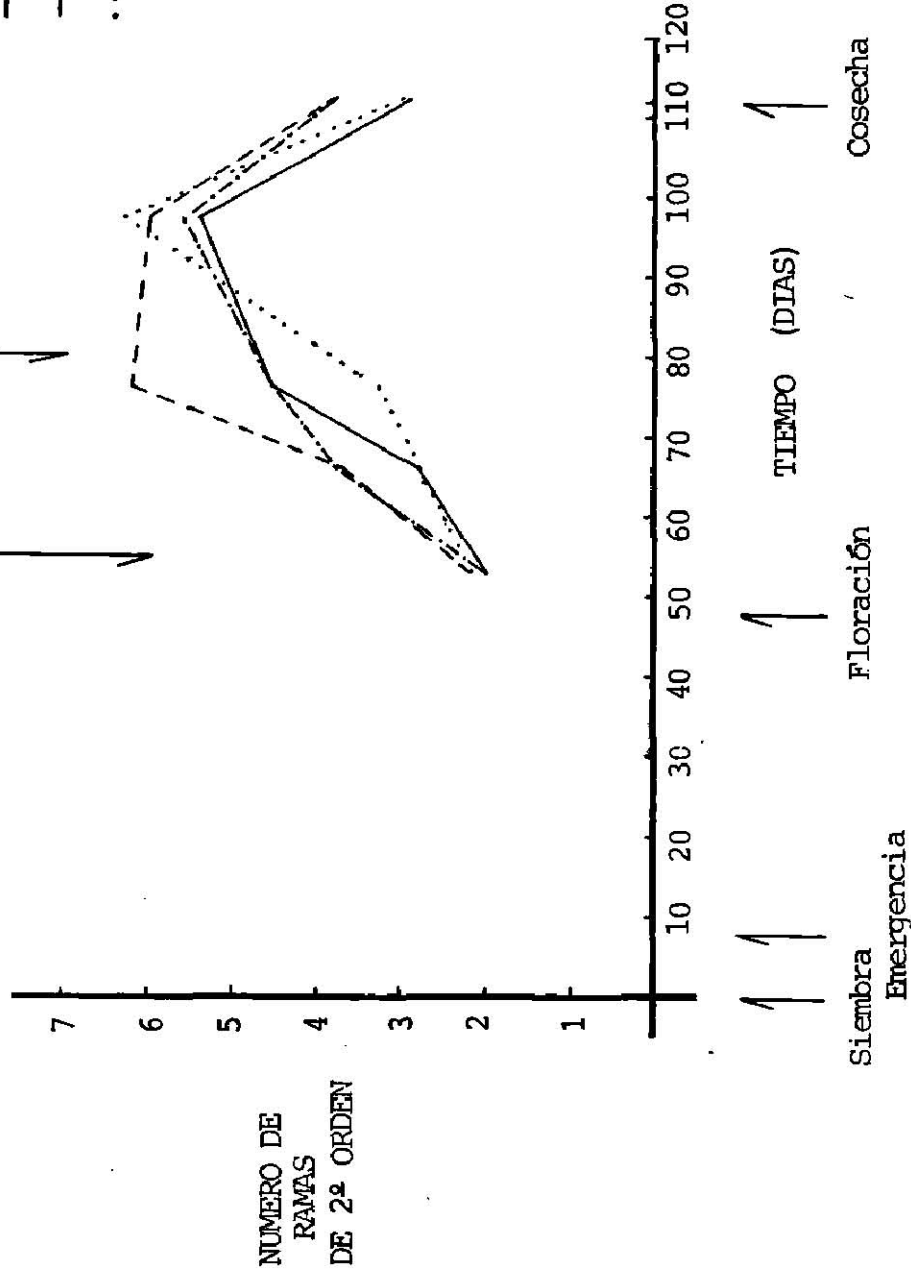


FIGURA 4.- Número de ramas de segundo orden en cada uno de los tratamientos. Marín, N.L. Verano 1982.

tratamiento 1 con 14.8 nudos de ramas de segundo orden/planta. Los tratamientos restantes (2 y 3) alcanzaron valores intermedios. Posteriormente al final del crecimiento, 112 días después de la siembra, todos los valores disminuyeron drásticamente, así tenemos que el tratamiento 4 que había alcanzado días antes el máximo valor, disminuyó hasta ocupar el segundo lugar con 11 nudos, siendo superado por los tratamientos 3 y 2 que alcanzaron valores de 13.2 y 15 nudos respectivamente, mientras que el tratamiento 1 fue el que obtuvo el mínimo valor con 9.8 nudos de ramas de segundo orden/planta (Figura 5).

Aunque las diferencias entre tratamientos resaltan, estadísticamente no existen diferencias significativas entre ninguno de ellos, en ninguna etapa del crecimiento (Cuadro 21-25 del Apéndice).

f) Longitud del tallo principal.

A 53 días después de la siembra, 2 días antes de llevar a cabo los tratamientos 2 y 3, las plantas de las parcelas asignadas al tratamiento 4 eran las que presentaban la máxima longitud del tallo principal aproximadamente de 16.8 cm, mientras que las del tratamiento 3 eran las que poseían el mínimo valor con 13.8 cm. En seguida, todos los tratamientos presentaron incrementos en los valores de esta variable hasta los 76 días después de la siembra, en éste momento, el tratamien-

1ª APLICACION 2ª APLICACION  
(T 2 Y 3) (T 3 Y 4)

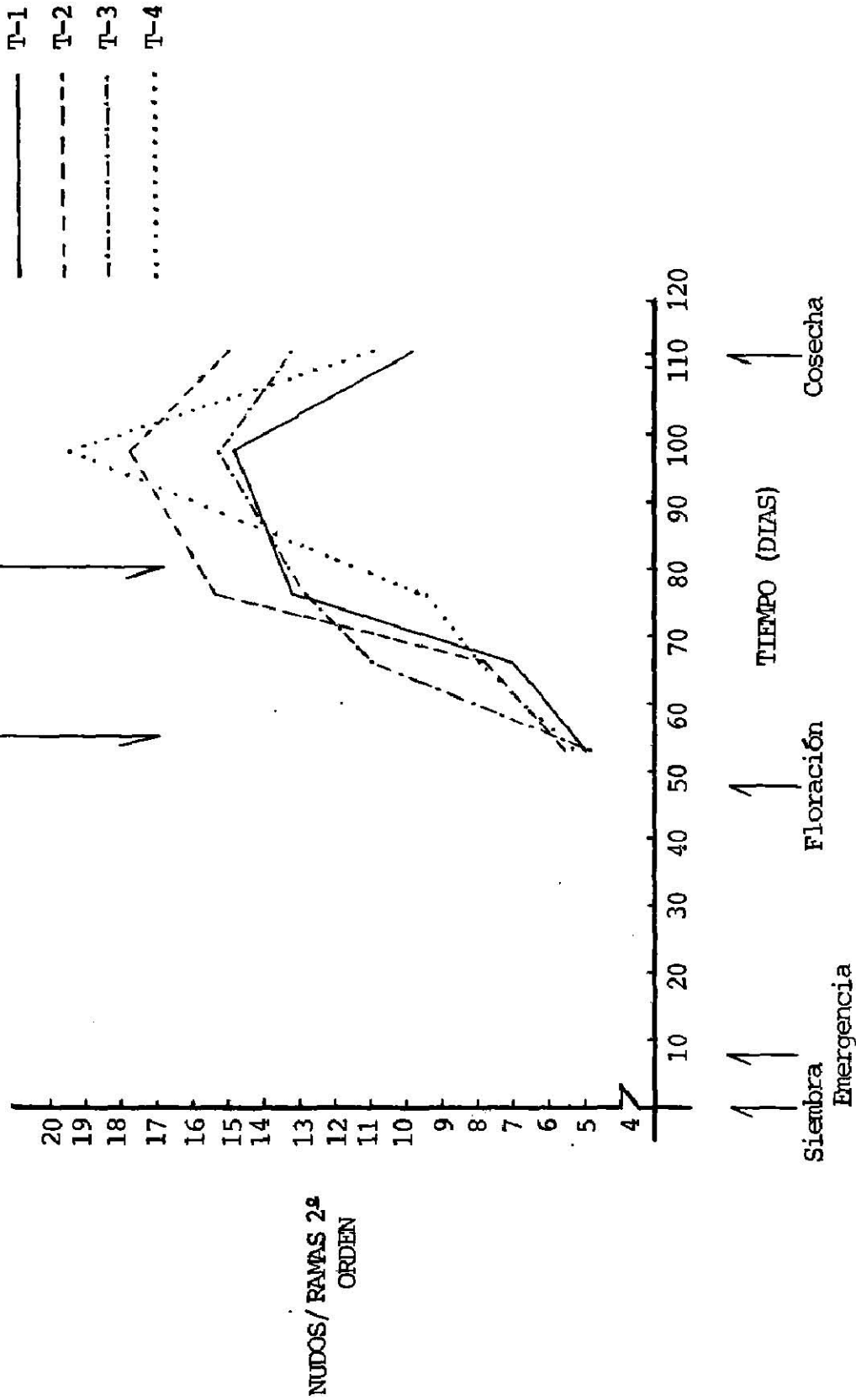


FIGURA 5.- Número de nudos de ramas de segundo orden de cada tratamiento. Marín, N.L. Verano 1982.

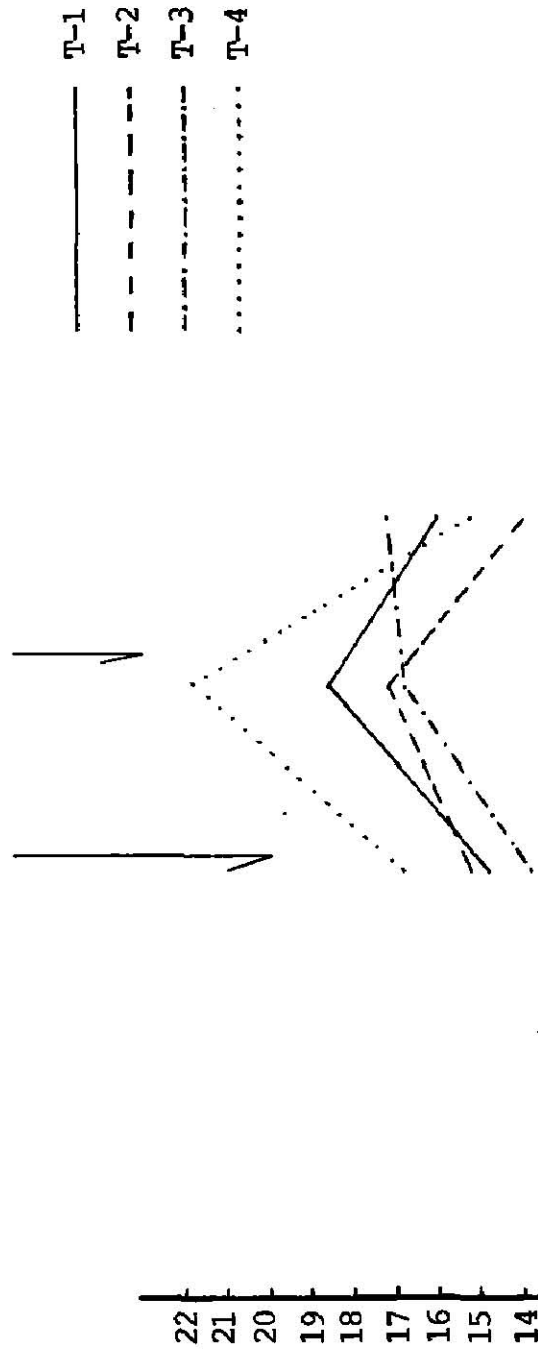
to 4 seguía manifestando los máximos valores con 22 cm, mientras que el tratamiento 3 manifestaba el mínimo valor con 16.8 cm. A 97 días de la siembra, 17 días de haber continuado el tratamiento 3 e iniciado el 4, los tratamientos 1, 2 y 4 habían manifestado decrementos en los valores de ésta variable, mientras que el tratamiento 3 permaneció casi constante, siendo el que presentaba el máximo valor con 17 cm, mientras que el tratamiento 2 el mínimo valor con 14.0 cm (Figura 6).

El análisis estadístico no detectó diferencias significativas entre los tratamientos en ninguna etapa del crecimiento del cultivo (Cuadro 26-28 del Apéndice).

g) Longitud de ramas de primer orden/planta.

Después de haber iniciado los tratamientos 2 y 3 (55 días después de la siembra), todos los tratamientos sufrieron ligeros incrementos incluyendo al testigo (tratamiento 1), 21 días después el tratamiento que manifestaba el máximo valor era el 1 con 59.0 cm, mientras que el 3 poseía el valor más bajo con 48.5 cm, los dos tratamientos restantes (2 y 4) poseían valores intermedios. A los 17 días después de continuar con el tratamiento 3 e iniciar el 4, el tratamiento 1 sufrió un ligero decremento, no así el tratamiento 3 el cual lo superó con 2 cm aproximadamente, alcanzando así el máximo valor siendo éste de 59.0 cm. Por otro lado, el tratamiento 4 se mantuvo casi

1ª APLICACION (T 2 Y 3)      2ª APLICACION (T 3 Y 4)



LONGITUD/TALLO PRIN-  
CIPAL (cm)

TIEMPO (DIAS)

Siembra Emergencia      Floración      Cosecha

FIGURA 6.- Longitud del tallo principal de cada tratamiento. Marín, N.L. Verano 1982.

costante, mientras que el tratamiento 2 disminuyó considerablemente alcanzando el mínimo valor siendo éste de 50.0 cm (Figura 7).

En ninguna etapa del crecimiento del cultivo, el análisis estadístico detectó diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 29-31 del Apéndice).

h) Longitud de ramas de segundo orden/planta.

A 53 días después de la siembra, el tratamiento que poseía la máxima longitud de ramas de segundo orden/planta era el 2 con 10.0 cm, mientras que el valor mínimo de ésta variable correspondía para los tratamientos 1 y 3 con 6.0 cm. Posteriormente todos los tratamientos sufrieron incrementos en cuanto a la longitud de ramas de segundo orden/planta, es decir a 21 días después de la primera aplicación el tratamiento 2 seguía manifestando el máximo valor con 35.0 cm, no así los tratamientos 1 y 3 cuyos valores fueron superior a los del tratamiento 4, siendo éstos de 33.0 y 34.5 cm respectivamente, mientras que éste último presentaba un valor de 24.0 cm. Finalmente a 17 días de la segunda aplicación, los tratamientos 1, 2 y 4 siguieron incrementándose, sin embargo, la altura máxima fue alcanzada en el tratamiento 4 con 45.0 cm, a diferencia del tratamiento 3 el cual sufrió un ligero decremento en su valor, alcanzando un mínimo de 34.0 cm (Figura 8).

T-1  
 T-2  
 T-3  
 T-4

1ª APLICACION (T 2 Y 3)  
 2ª APLICACION (T 3 Y 4)

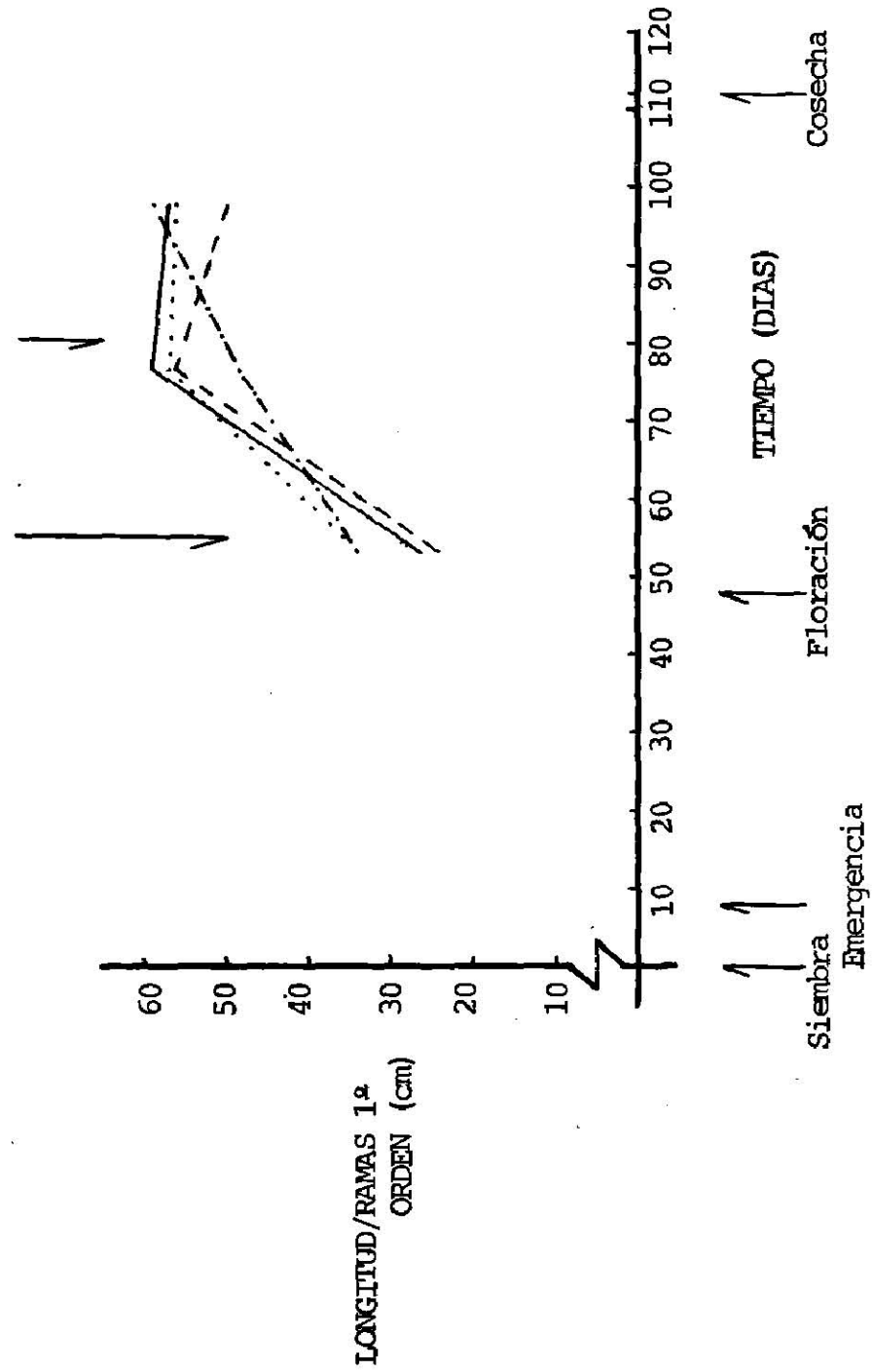


FIGURA 7.- Longitud de ramas de primer orden de cada tratamiento. Marín. N.L. Verano 1982.

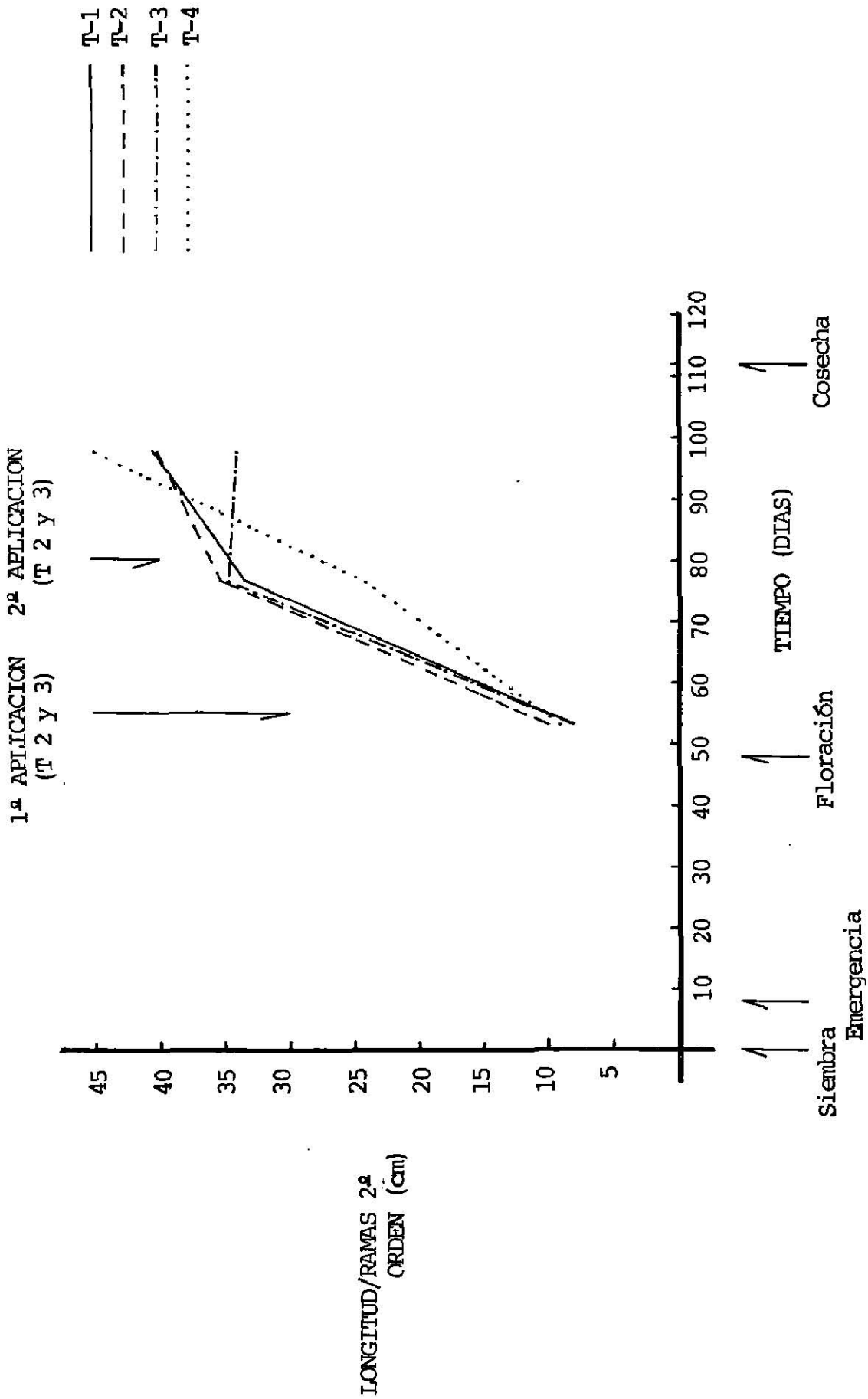


FIGURA 3.- Longitud de ramas de segundo orden de cada tratamiento. Marín, N.L. Verano 1982.



Estadísticamente no se detectó en ninguna etapa del crecimiento del cultivo diferencias significativas (Cuadro 32-34 del Apéndice).

i) Vainas/planta.

En todos los tratamientos los valores de ésta variable manifestaron un comportamiento similar a través de la etapa reproductiva. A los 76 días después de la siembra se presentaron los máximos valores de ésta, siendo de todos el tratamiento 4 el que presentó los máximos valores con 22 vainas/planta y el tratamiento 3 el que presentó el mínimo cercano a 19 vainas/planta. En seguida se presentaron decrementos hasta los 97 días después de la siembra, en éste momento, el tratamiento 4 seguía manifestando el máximo valor con 18.2 vainas/planta, pero ahora fue el tratamiento 2 el que presentó los mínimos valores con 13.4 vainas. Al final del ciclo, 112 días después de la siembra, todos los tratamientos presentaron ligeros incrementos, siendo el tratamiento 4 el que aún manifestaba el máximo valor con 18.2 vainas/planta, mientras que los demás tratamientos alcanzaban valores cercanos a 10 vainas/planta (Figura 9).

El análisis estadístico no detectó en ninguna etapa del desarrollo del cultivo diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 35-37 del Apéndice).

1ª APLICACION (T 2 Y 3)      2ª APLICACION (T 3 Y 4)

T-1 —————  
 T-2 - - - - -  
 T-3 - · - · -  
 T-4 · · · · ·

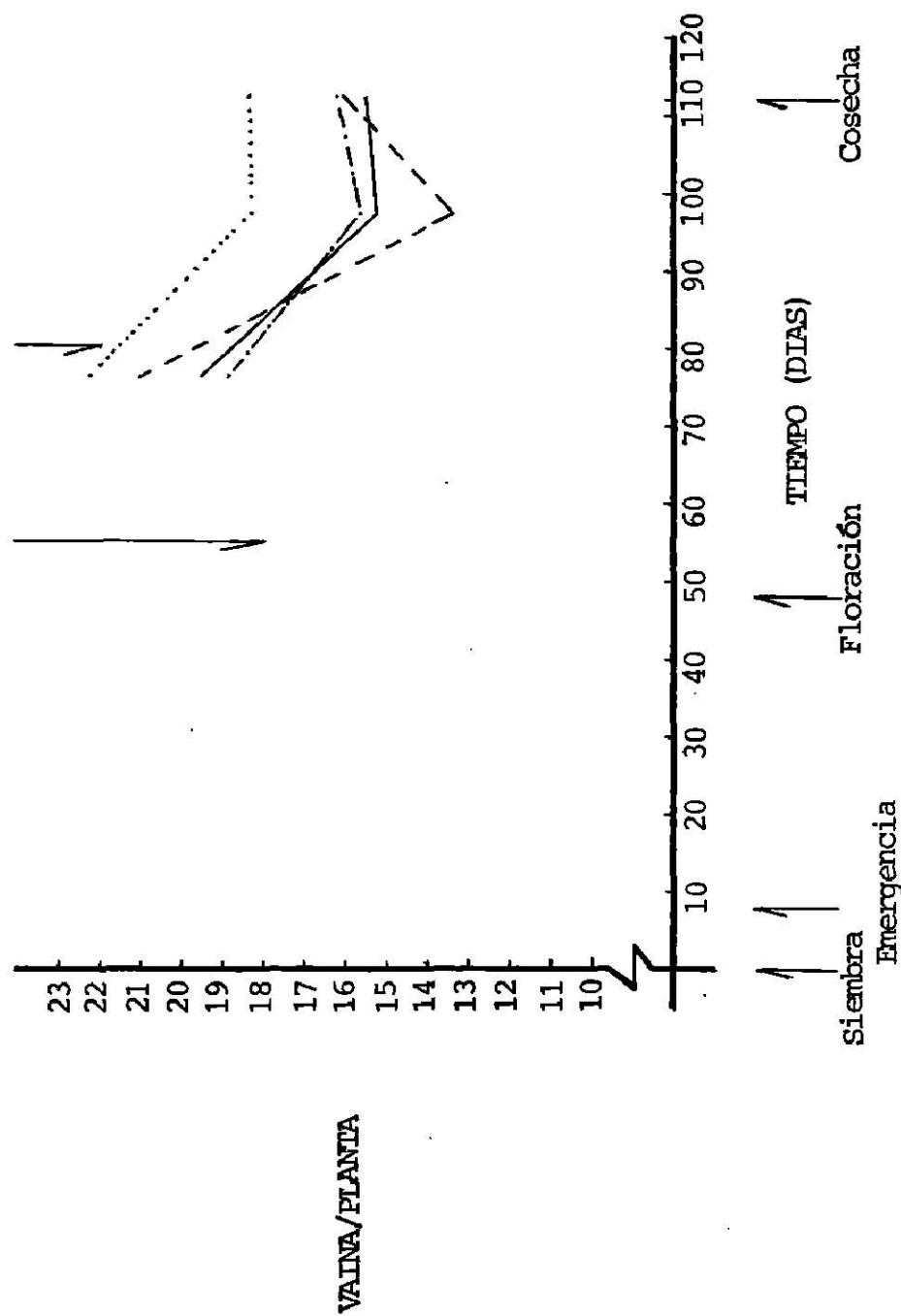


FIGURA 9.- Número de vainas/planta de cada uno de los tratamientos. Marín, N.L. Verano 1982.

### IV.3. Variables Fisiológicas.

#### a) Peso seco de órganos reproductivos.

La distribución de la materia seca hacia los órganos reproductivos siguió la misma tendencia en todos los tratamientos, ésta fue de un pronunciado incremento a partir de los 66 días después de la siembra, momento en el cual los tratamientos presentaban casi el mismo valor, ligeramente superior a 1.0 gr/planta. Dicho incremento se manifestó hasta los 97 días después de la siembra, en donde el tratamiento 4 presentaba poco más de 14.0 gr/planta siendo éste el que tenía el máximo valor, mientras que el tratamiento 2 poseía el mínimo con 10.2 gr/planta (Figura 10).

Estadísticamente no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos en ninguna etapa del crecimiento del cultivo (Cuadro 38-40 del Apéndice).

#### b) Materia seca/planta.

La producción de materia seca siguió la misma tendencia y con valores similares en todos los tratamientos a través del crecimiento. Los máximos valores que se presentaron fue a los 76 días después de la siembra, los cuales fueron aproximadamente 9.0 gr/planta. A partir de este momento, se presentaron decrementos hacia el final del ciclo, manifestando el mínimo valor el tratamiento 2 con 5.3 gr y el máximo el tratamiento 3

T-1  
 T-2  
 T-3  
 T-4

1ª APLICACION 2ª APLICACION  
 (T 2 Y 3) (T 3 Y 4)

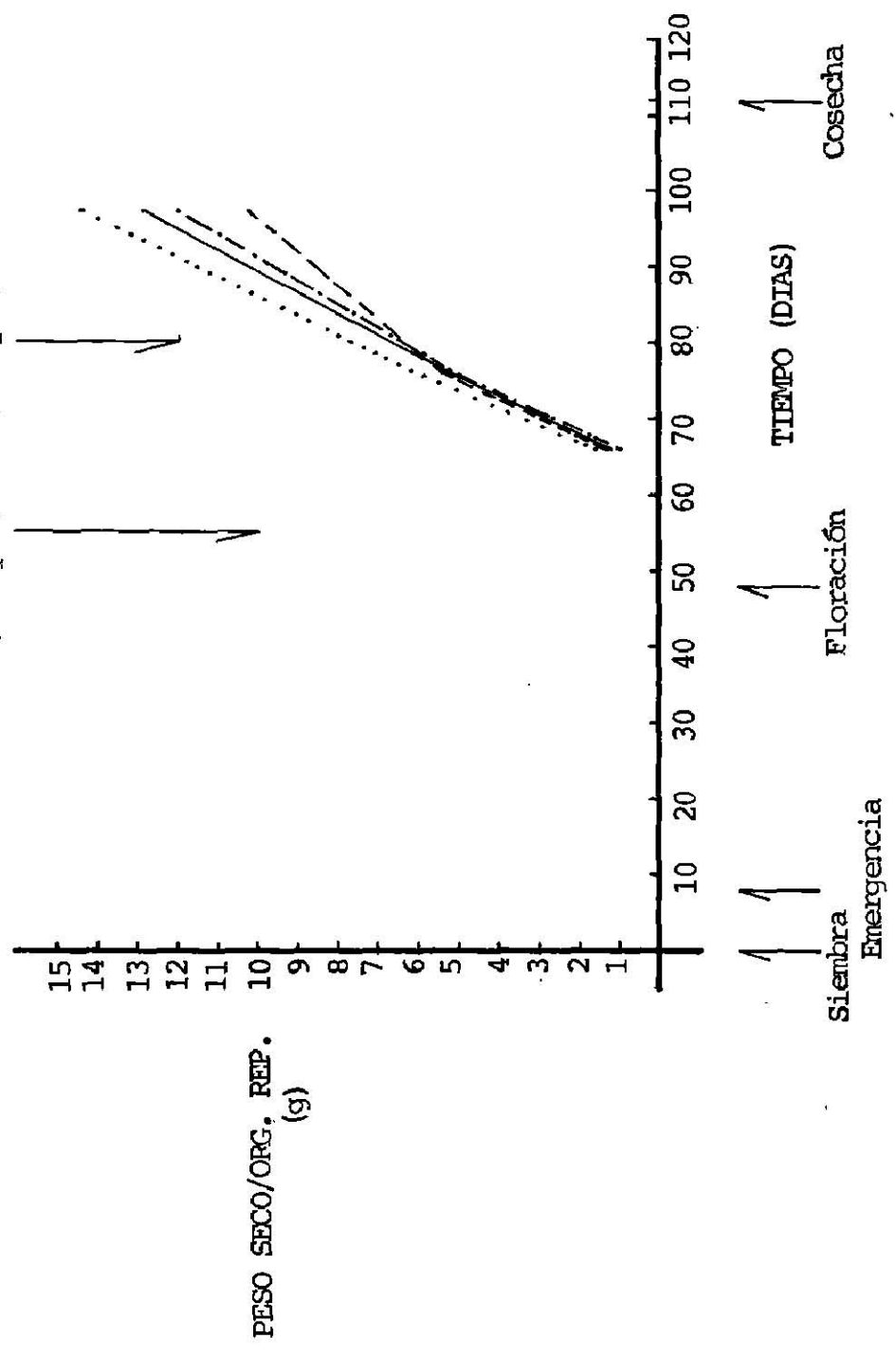


FIGURA 10 - Peso seco de órganos reproductivos de cada uno de los tratamientos. Marín, N.L. Verano 1982.

con 6.2 gr/planta, los demás tratamientos presentaban valores intermedios (Figura 11).

Evidentemente el análisis estadístico no detectó diferencias significativas entre los tratamientos durante todo el ciclo del cultivo (Cuadro 41-44 del Apéndice).

c) Peso seco de grano y pericarpio/planta.

No se presentaron diferencias marcadas del peso seco de grano entre los diferentes tratamientos. Los tratamientos 1 y 3 fueron los que manifestaron el mínimo valor con 9.0 gr/planta, mientras que el tratamiento 4 presentó el máximo valor con 10.3 gr/planta (Figura 12).

En el caso del peso seco del pericarpio, las diferencias fueron menos marcadas que en el caso anterior, correspondiendo un valor de 3.1 gr/planta para el tratamiento 3 que fue el que presentó el mínimo valor, mientras que el tratamiento 4 manifestó el máximo con 3.8 gr/planta, lo cual representa el 18.42% de diferencia entre ambos tratamientos (Figura 13).

El análisis estadístico, en ninguno de los casos anteriores detectó diferencias significativas entre los tratamientos durante el desarrollo del cultivo (Cuadro 46 y 45 del Apéndice).

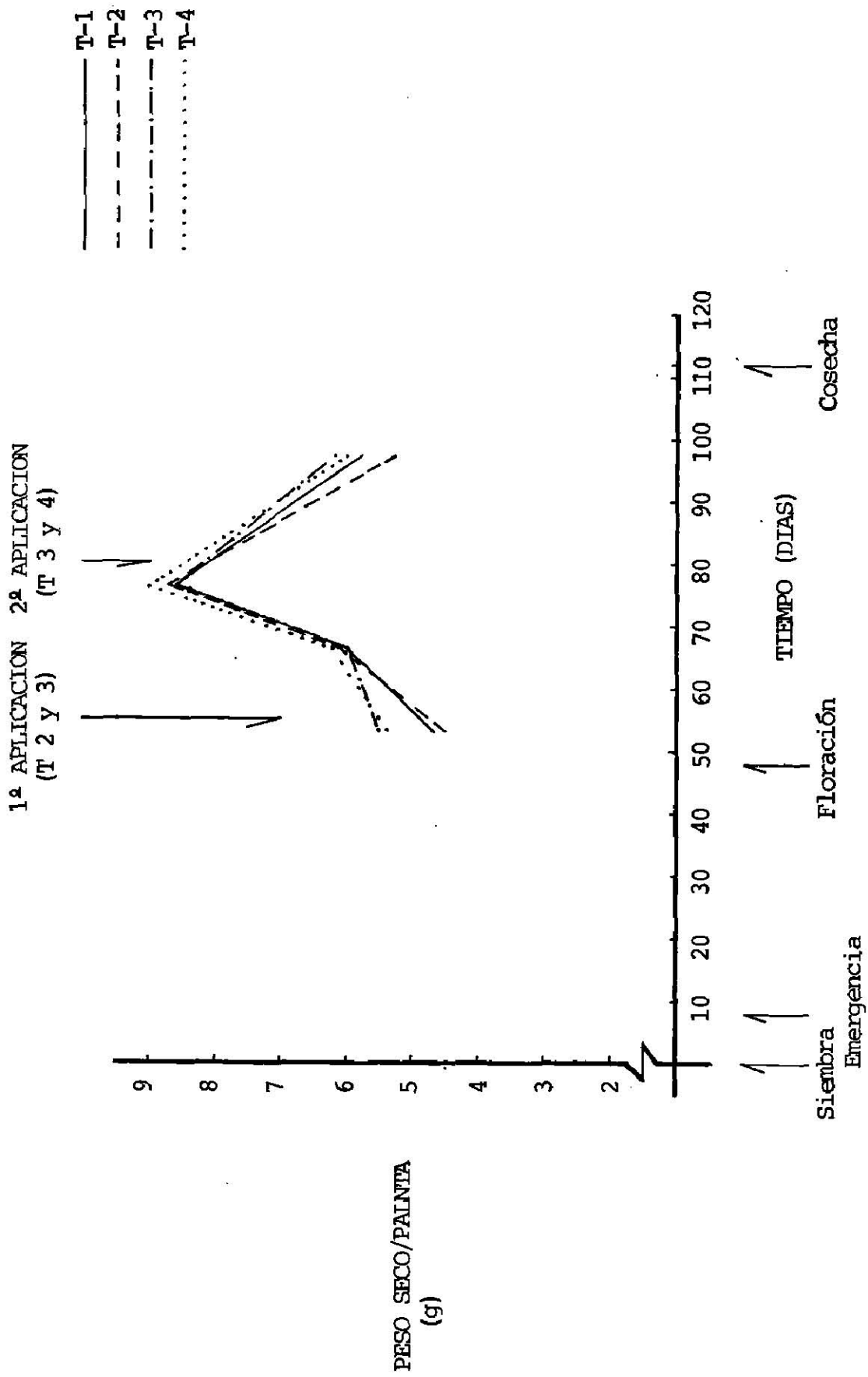


FIGURA 11.- Peso seco/planta de cada uno de los tratamientos. Marín, N.L. Verano 1982.

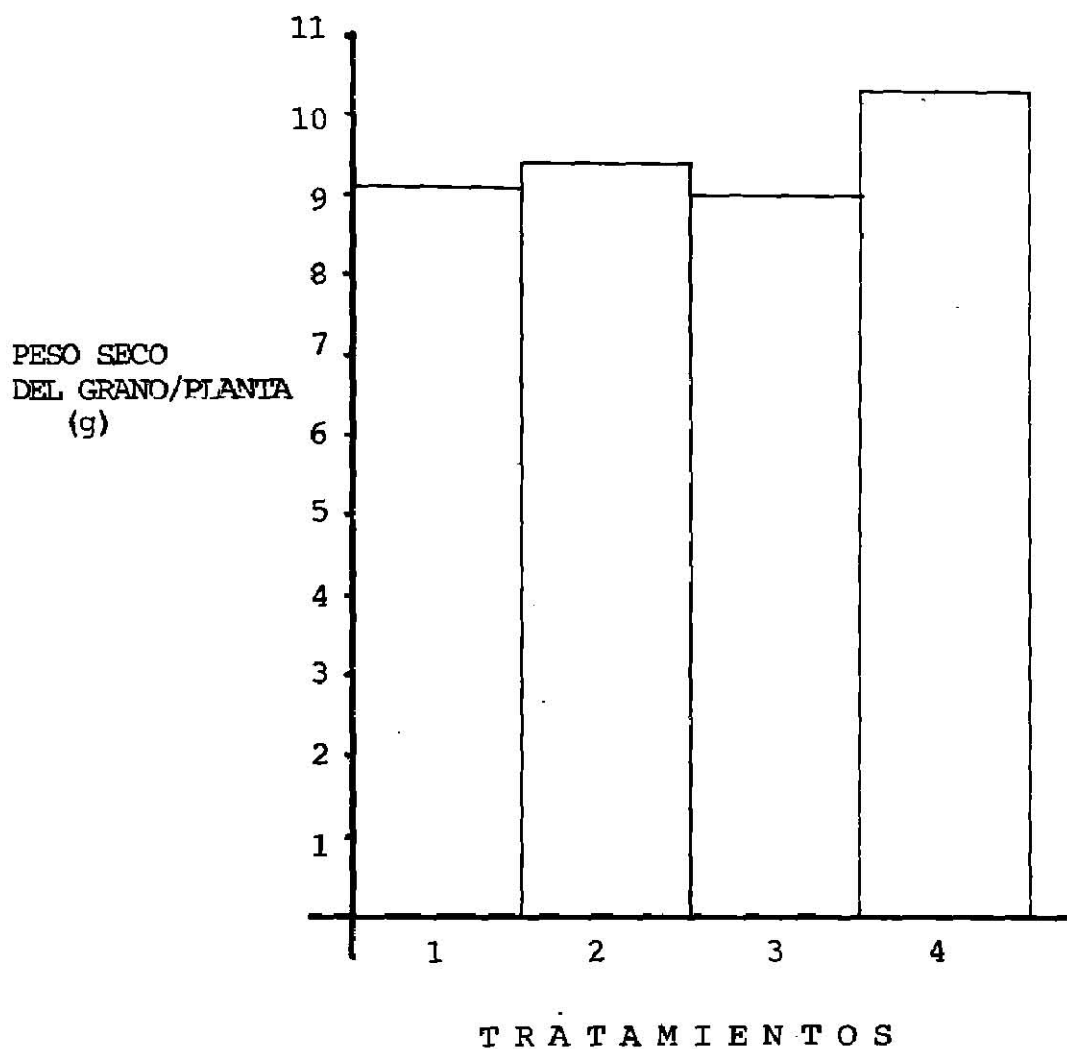


FIGURA 12.- Peso seco de grano en madurez fisiológica de cada tratamiento. Marín, N.L. Verano 1982.

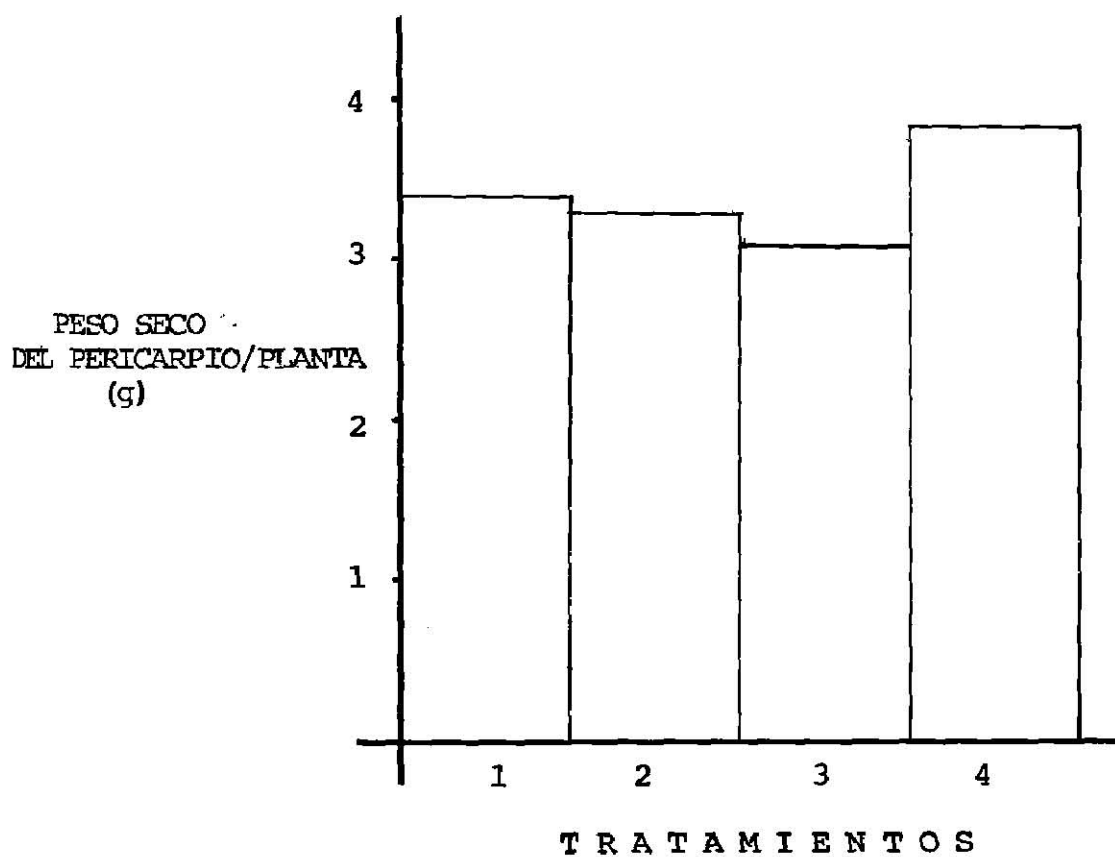


FIGURA 13.- Peso seco del pericarpio de cada tratamiento.  
Marín, N.L. Verano 1982.



#### IV. 4. Variables Ambientales.

Las condiciones ambientales como la precipitación pluvial y la temperatura máxima, media y mínima que prevalecieron durante el estudio, se presentan en la Figura 14.

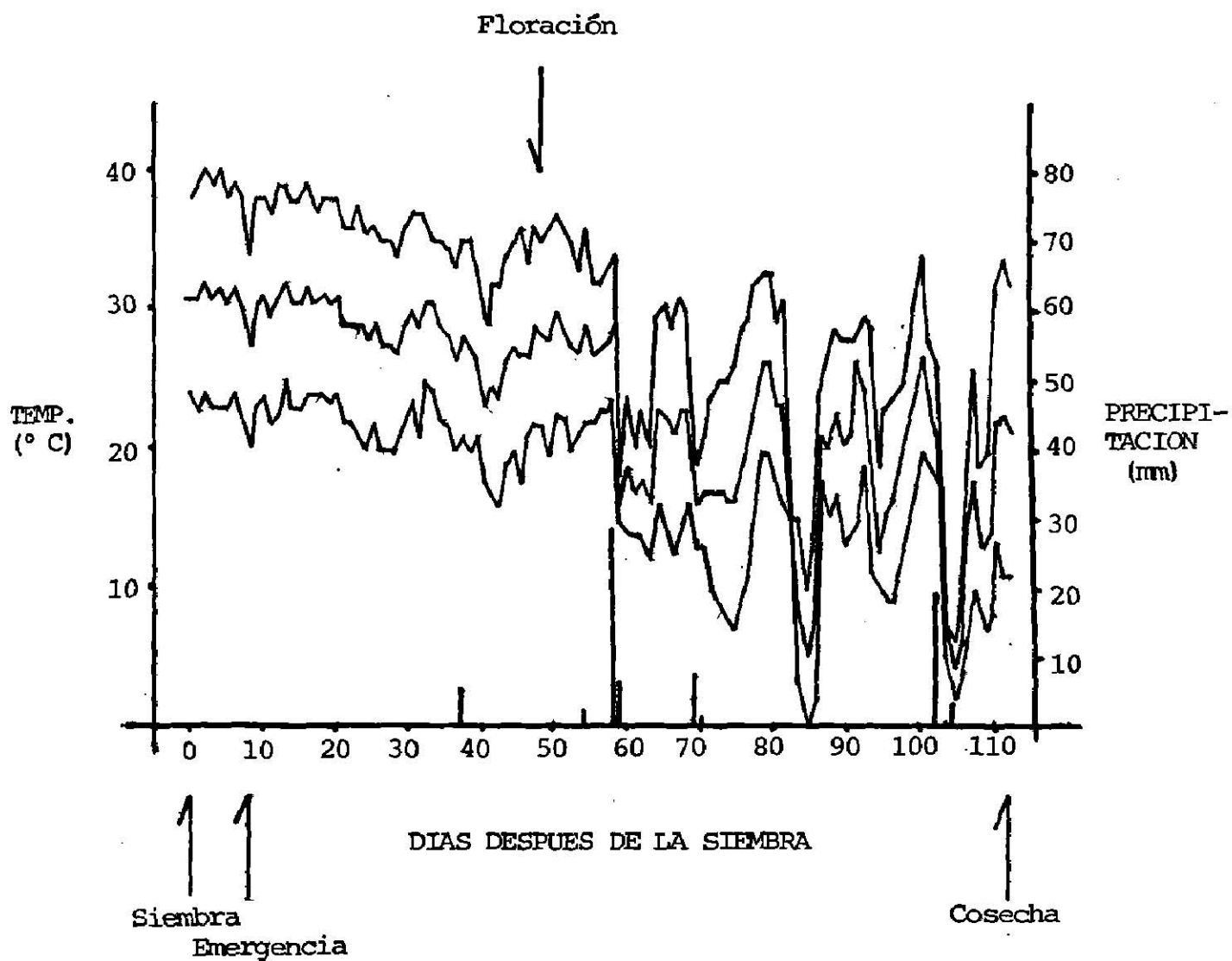


FIGURA 14.- Precipitación pluvial, temperatura máxima, media y mínima prevaletientes durante el estudio.

## V. D I S C U S I O N

Los resultados nos indican que en general, las plantas en todos los tratamientos siguieron la misma tendencia en el crecimiento. Se ve claro que todos obtuvieron sus máximos valores en casi la totalidad de las variables a los 76 días después de la siembra, a excepción de la longitud de las ramas de segundo orden y del peso seco de los órganos reproductivos.

El hecho de que al final del crecimiento, las plantas presentaron disminuciones en los valores de algunas variables se debió al fenómeno de abscisión y al posible manejo inadecuado que se dió a las plantas durante la cuantificación de las variables.

Los mismos resultados indican que no hubo efectos en la fertilización foliar sobre los componentes del rendimiento, coincidiendo con lo obtenido por Nava (1982), parcialmente con Flores (1983) pero no con Ramírez (1981) cuyos resultados le sugieren la presencia de "hambre oculta" en el frijol.

En nuestro caso hay que desechar la posibilidad de que el fierro no haya sido absorbido por las plantas, puesto que las asperjadas con éste compuesto evidentemente presentaban una coloración verde más obscura que las plantas testigo. Es obvio que ésta coloración es indicadora de una mayor presencia de

clorofila en los tejidos debido a la acción que se le atribuye al fierro como integrante en las reacciones de síntesis de ésta molécula, cuya mayor presencia favorecería el proceso fotosintético (Bowen, 1981). Pero aun con lo anterior, no fue suficiente para modificar los componentes del rendimiento con sus repercusiones en una cosecha superior de frutos.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- No hubo efecto de la fertilización foliar con sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4$ ) sobre los componentes del rendimiento.

2.- No se presentó el fenómeno de "hambre oculta" de fierro bajo las condiciones de estudio.

3.- Se recomienda continuar los estudios en otras etapas del crecimiento, sugiriéndose las etapas pre-reproductivas.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- 1.- Allard, R.W. 1978. Principios de la mejora genética de las plantas. 3a. edición. Editorial Omega, S.A. Barcelona. pp. 13-15.
- 2.- Alexander, N. 1952. Botánica Agrícola. Editorial Salvat Editores, S.A. Barcelona, Madrid. pp. 316-317.
- 3.- Anónimo. 1974. Los "Tres Grandes" necesitan de los "Otros Trece". Publicaciones Agricultura de las Américas. Vol. 23. pp. 8-9.
- 4.- Anónimo. 1977. Fitonutrientes: Conozca su acción y su importancia relativa. Publicaciones Agricultura de las Américas. pp. 34-35.
- 5.- Anónimo. 1967. Pruebas con tejidos: Armas contra el Hambre Oculta. Publicaciones Agricultura de las Américas. pp. 32-33.
- 6.- Berger, C.K. 1967. Micronutrientes. Publicaciones La Hacienda. pp. 36-38.
- 7.- Bowen, J.E. 1981. Hierro, Elemento vital para plantas y animales. Publicaciones Agricultura de las Américas. pp. 14-16 y 28 (Ed. Feb.) y 39-42 (Ed. Marzo).

- 8.- Buckman y Brady. 1977. Naturaleza y propiedades de los suelos. Editorial Mantaner y Simón, S.A. Barcelona. pp. 18-23, 476-486.
- 9.- Centro Internacional de Agricultura Tropical (C.I.A.T.). 1976. Progresos Cali, Colombia. pp. 26-39.
- 10.- Centro Internacional de Agricultura Tropical (C.I.A.T.). 1979. Avances logrados en 1978. Cali, Colombia. pp. 1-26.
- 11.- Centro Internacional de Agricultura Tropical (C.I.A.T.). s.f. Interpretación de la metodología utilizada para la descripción de variedades de frijol común (Phaseolus vulgaris L.). Cali, Colombia.
- 12.- Collings, G.H. 1958. Fertilizantes comerciales, sus fuentes y uso. 1a. Edición. Editorial Salvat Editores, S.A. pp. 364-370.
- 13.- Conde, M.C.A. 1974. Cambios químicos y nutricionales del frijol (Phaseolus vulgaris L.) durante el proceso de maduración del grano. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- 14.- Crispín, M.A. y S. Miranda C. 1979. El frijol. In: Robles S.R. 1979. Producción de granos y forrajes. 2a. Edición.

Editorial Limusa. México.

- 15.- Devlin, R.M. 1980. Fisiología Vegetal. Editorial Omega, S.A. Barcelona. pp. 274, 311-312.
- 16.- Diamond Chemicals. s.f. El Fierro. Boletín Técnico-Informativo.
- 17.- Edmond, Seen y Andrews. 1967. Principios de Horticultura. 1a. Edición. Editorial Continental, S.A. México. pp. 156-157.
- 18.- Fanjul, P.L. 1978. Análisis de crecimiento de una variedad de Phaseolus vulgaris L., de hábito indeterminado y ensayo preliminar para el estudio de las relaciones entre la fuente y la demanda de los fotosintatos. Tesis de Maestría del Colegio de Postgraduados de Chapingo, México. pp. 51-80.
- 19.- Fassbender, H.W. 1975. Química de los suelos. Editorial Turrialba. Costa Rica. pp. 212.
- 20.- Firman, E.B. 1969. Los suelos en relación con el crecimiento de los cultivos. Editorial Omega, S.A. Barcelona. pp. 289-295.
- 21.- Francis, A.Ch. 1981. El cultivo del frijol. Publicación



La Hacienda. pp. 33-34.

- 22.- García. p.p. 1970. Influencia del sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4$ ) en el control de la clorosis de la soya (Glycine max L.) en la región de Río Bravo, Tamps. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía de la U.A.N.L.
- 23.- García, M.H.J. 1979. Evaluación de tolerancia y susceptibilidad del sorgo (Sorghum bicolor L. Moench.) a la clorosis férrica y algunos mecanismos de adaptación. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- 24.- García, L.R. 1978. Amarillamiento de la soya (Glycine max L.) por deficiencias de fierro y efectos de inundación del suelo. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- 25.- Garza, C.E. 1967. Prueba de adaptación y rendimiento de seis variedades de frijol soya (Glycine max L.) para la región de Monterrey, N.L. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía de la U.A.N.L.
- 26.- González, V.R.T. y J.L. Guzmán, R. 1983. Crecimiento de las hojas y su relación con el desarrollo de la planta de tres genotipos de hábito de crecimiento semideterminado de frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis Profesional. Facultad

de Agronomía de la U.A.N.L. Marín, N.L.

- 27.- Grevlach, A.V. y J.E. Adams. 1970. Las plantas. Introducción a la Botánica Moderna. Editorial Limusa-Wiley, S.A. México. pp. 374.
- 28.- Gross, A. 1966. Guía práctica de la fertilización. 3a. Edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 192.
- 29.- Henkes, R. 1970. Fertilización foliar en gran escala. Publicaciones Agricultura de las Américas. pp. 14-16, 18.
- 30.- Jacob, A. y Uexhüll. 1973. Fertilización, nutrición y abonado de los cultivos tropicales y sub-tropicales. 4a. Edición. Editorial Euroamericanas. México. pp. 61-61, 82-83.
- 31.- James, O.W. 1967. Introducción a la fisiología vegetal. Editorial Omega, S.A. Barcelona. pp. 234-239.
- 32.- Laird, R. y Núñez. 1973. Apuntes de fertilidad. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. pp. 155-159.
- 33.- Larrea, R.E. 1969. Clorosis en leguminosas de grano en el Norte de Tamaulipas. Publicación Agricultura Técnica en México. I.N.I.A., S.A.G. México. pp. 467-471.
- 34.- Longoria, G.G.A. 1973. Prevención de la clorosis férrica en suelos calcáreos mediante tratamientos de inundación.

Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.

- 35.- Lourdes, B.O. 1970. La Judía Verde. Economía-Producción-Comercialización. Editorial Acribia. Zaragoza, España. pp. 30-52.
- 36.- Mazliak, P. 1976. Fisiología Vegetal. Nutrición y Metabolismo. Editorial Omega, S.A. Barcelona, España.
- 37.- Messiaen, C.M. 1979. Las Hortalizas. Técnicas Agrícolas y producciones tropicales. Editorial Blume. México. pp. 238-241.
- 38.- Millar, C.E., L.M. Turk y H.D. Foth. 1981. Fundamentos de la ciencia del suelo. Editorial Continental, S.A. México. pp. 323-330, 338-355.
- 39.- Miller, V.E. 1967. Fisiología Vegetal. 1a. Edición. Editorial Hispano Americana. México. pp. 145.
- 40.- Miranda, C.S. 1967. Origen de Phaseolus vulgaris L. Agrociencia. Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.
- 41.- Miranda, C.S. 1966. Mejoramiento genético del frijol en México. In: Robles, S.R. 1979. Producción de granos y fo-

rrajes. 2a. Edición. Editorial Limusa, México.

- 42.- Mortensen, E. y E. Bullard. 1975. Horticultura tropical y subtropical. 3a. Edición. Editorial Pax-México, México. pp. 82-83.
- 43.- National Plant Food Institute. 1982. Manual de Fertilizantes. 4a. Edición. Editorial Limusa, S.A. México. pp. 47-62.
- 44.- Nava, F.G. 1982. Efectos de la fertilización foliar con quelatos de hierro (Fe-ED.T A) sobre los componentes del rendimiento de una variedad de Phaseolus vulgaris L. de hábito semideterminado creciendo en suelo alcalino. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. Marín, N.L.
- 45.- Noort, V. y A. Wallace. 1967. Conozca como el hierro interviene y regula la síntesis de la clorofila. Publicaciones La Hacienda.
- 46.- Núñez, R.R. 1976. Estudio de componentes del rendimiento en cuatro variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.) sembrados a cuatro densidades en Gral. Escobedo, N.L. Ciclo tardío. 1975. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía de la U.A.N.L.

- 47.- Ohlrogge, A.J. 1957. Fertilidad del suelo y crecimiento de las plantas. Publicaciones La Hacienda. pp. 38-41.
- 48.- Ortiz, V.B. 1977. Edafología. Editorial Patena, A.C. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. pp. 170-173, 265-267.
- 49.- Paniagua, C.U. y A.M. Pinchinat. 1976. Criterios de selección para mejorar el rendimiento de grano en frijol (Phaseolus vulgaris L.) Turrialba 26(2): II. C.A. Turrialba, Costa Rica.
- 50.- Papadakis, J. 1977. Fertilizantes. Editorial Albatros, S. R.L. Buenos Aires, Argentina. pp. 95-96.
- 51.- Patterson, J. 1967. Fertilizantes Agrícolas. Editorial Acribia. Zaragoza, España. pp. 6-75.
- 52.- Peña, M.M. de la. 1970. Control de la clorosis en soya (Glycine max L.) mediante aspersiones foliares de sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4$ ) en la región de Gral. Escobedo, N.L. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía de la U.A.N.L.
- 53.- Primo, V.E. y J.M. Carrasco D. 1973. Química Agrícola, Suelos y Fertilizantes. 1a. Edición. Editorial Alhambra, S.A. pp. 214-221.

- 54.- Ramírez, C.L. 1981. Efectos del sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4$ ) sobre los componentes de rendimiento de una variedad de hábito semideterminado de frijol (Phaseolus vulgaris L.) crecido en suelo alcalino. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Biológicas de la U.A.N.L. Monterrey, N.L. México.
- 55.- Robles, S.R. 1979. Producción de granos y forrajes. 2a. Edición. Editorial Limusa, S.A. México. pp. 541-562
- 56.- Rojas, G.M. 1979. Fisiología vegetal aplicada. 2a. Edición. Editorial McGraw-Hill de México, S.A. México. pp. 5, 108-112.
- 57.- Ruiz, N.L. 1980. Tratado elemental de botánica. Editorial E.C.L.A.L., Porrúa. pp. 621-623.
- 58.- Russell, J.E. y E. Walter, R. 1968. Las condiciones del suelo y el crecimiento de las plantas. 4a. Edición. Editorial Aguilar. pp. 56-59.
- 59.- Salisbury and Ross, C.W. 1978. Plant Physiology. Wadsworth Publishing Company. pp. 79-92.
- 60.- Sánchez, P.S. 1974. El cultivo del frijol de temporal en el Bajío. I.N.I.A., C.I.A.B. Desplegado N° 5. México.
- 61.- Sauchelli, V. 1957. Los elementos vestigiales son esencia-

- les en la agricultura. Publicación La Hacienda. pp. 52-53.
- 62.- Sarmiento, G.R. 1978. Estudio preliminar de fertilización del frijol de riego en el Bajío. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía de la U.A.N.L.
- 63.- Scharrer, K. 1960. Química Agrícola. Nutrición de las plantas-Suelos-Fertilizantes. 1a. Edición. Editorial Hispano Americana. México. pp. 37-38.
- 64.- Schütte, K.H. 1966. Biología de los microelementos y su función en la alimentación. 1a. Edición. Editorial Tecnos, S.A. Madrid, España. pp. 8-13.
- 65.- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1976. Catálogo de cultivos bajo riego en México. Folleto de Orientación Técnica III. México. pp. 79-80.
- 66.- Selke, W. 1968. Los Abonos. Editorial Academia. León, España. pp. 31-33.
- 67.- Tamhane, R.V., D.P. Motiramani y V.P. Bali. 1978. Suelos. Su química y fertilidad en zonas tropicales. Editorial Diana. México. pp. 286-287. 289.
- 68.- Teuscher, H. y R. Adler. 1979. El suelo y su fertilidad. Editorial Continental, S.A. México. pp. 131-134, 136.

- 69.- Thompson, L.M. 1966. El suelo y su fertilidad. 3a. Edición. Editorial Reverté, S.A. Zaragoza, España. pp. 307-310.
- 70.- Thompson, L.M. 1962. El suelo y su fertilidad. 2a. Edición. Editorial Reverté, S.A. Zaragoza. España. pp. 162-168.
- 71.- Thompson, L.M. 1968. El suelo y su fertilidad. 4a. Edición. Editorial Reverté, S.A. Zaragoza, España. pp. 211-212.
- 72.- Tisdale, S.L. y W.L. Nelson. 1970. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Editorial Montaner y Simón, S.A. Barcelona, España. pp. 104-106.
- 73.- Trocme, S. y R. Gras. 1979. Suelo y fertilización en fruticultura. 2a. Edición. Editorial Mundi-Prensa, Madrid, España. pp. 265-275.
- 74.- Troug, E. 1951. Mineral Nutrition of Plants. The University of Wisconsin Press. U.S.A. p. 41.
- 75.- Velasco, M., H.A. 1960. Elementos de fertilidad del suelo. E.S.A.A.A. Editorial Universidad de Coahuila. Buenavista, Coah. pp. 1-10, 22-23.
- 76.- Witter, S.H. 1960. La alimentación foliar. Publicaciones Agricultura de las Américas. pp. 50-52.



77.- Wittwer, Bukovas y Tukey. 1971. Nutrientes foliares. Publicaciones La Hacienda. pp. 46, 48, 50.

78.- Worthen, E.L. 1949. Suelos Agrícolas, su conservación y fertilización. 4a. Edición. Editorial Hispano Americana. México. pp. 83.

VIII. A P E N D I C E

CUADRO 1-5.- Análisis de varianza del número de nudos del tallo principal del segundo al sexto muestreo.

SEGUNDO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.   | C.M.  | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|--------|-------|---------|------------|------|
|              |      |        |       |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 3.841  | 1.280 | .399    | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 10.263 | 2.053 |         |            |      |
| Error        | 15   | 48.143 | 3.210 |         |            |      |
| Total        | 23   | 62.247 | 2.706 |         |            |      |

TERCER MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.    | C.M.  | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|---------|-------|---------|------------|------|
|              |      |         |       |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 20.615  | 6.872 | 1.443   | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 10.208  | 2.042 |         |            |      |
| Error        | 15   | 21.417  | 4.761 |         |            |      |
| Total        | 23   | 102.240 | 4.445 |         |            |      |

CUARTO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.   | C.M.  | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|--------|-------|---------|------------|------|
|              |      |        |       |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 6.521  | 2.174 | .627    | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 35.875 | 7.175 |         |            |      |
| Error        | 15   | 51.979 | 3.465 |         |            |      |
| Total        | 23   | 94.375 | 4.103 |         |            |      |

## CUADRO 1-5.- Continuación.

QUINTO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.   | C.M.  | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|--------|-------|---------|------------|------|
|              |      |        |       |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 2.927  | .976  | 1.069   | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 28.021 | 5.604 |         |            |      |
| Error        | 15   | 54.292 | 3.619 |         |            |      |
| Total        | 23   | 85.240 | 3.706 |         |            |      |

SEXTO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.      | C.M.     | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|-----------|----------|---------|------------|------|
|              |      |           |          |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 1615.138  | 538.379  | 1.244   | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 7031.620  | 1406.324 |         |            |      |
| Error        | 15   | 6491.020  | 432.735  |         |            |      |
| Total        | 23   | 15137.778 | 658.164  |         |            |      |

N.S. = No significativo

CUADRO 6-10.- Análisis de varianza del número de ramas de primer orden del segundo al sexto muestreo.

## SEGUNDO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.   | C.M. | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|--------|------|---------|------------|------|
|              |      |        |      |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 1.966  | .655 | 1.2660  | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 2.398  | .480 |         |            |      |
| Error        | 15   | 7.799  | .520 |         |            |      |
| Total        | 23   | 12.164 | .529 |         |            |      |

## TERCER MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.   | C.M. | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|--------|------|---------|------------|------|
|              |      |        |      |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | .779   | .260 | .293    | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 1.951  | .390 |         |            |      |
| Error        | 15   | 13.268 | .885 |         |            |      |
| Total        | 23   | 15.997 | .696 |         |            |      |

## CUARTO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.   | C.M.  | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|--------|-------|---------|------------|------|
|              |      |        |       |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 2.979  | .993  | 1.829   | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 5.958  | 1.192 |         |            |      |
| Error        | 15   | 8.146  | .543  |         |            |      |
| Total        | 23   | 17.083 | .743  |         |            |      |

CUADRO 6-10.- Continuación.

QUINTO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.   | C.M.  | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|--------|-------|---------|------------|------|
|              |      |        |       |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | .792   | .264  | .216    | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 2.740  | .548  |         |            |      |
| Error        | 15   | 18.302 | 1.220 |         |            |      |
| Total        | 23   | 21.833 | .949  |         |            |      |

SEXTO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.   | C.M.  | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|--------|-------|---------|------------|------|
|              |      |        |       |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 17.932 | 5.977 | 2.362   | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 29.135 | 5.827 |         |            |      |
| Error        | 15   | 37.959 | 2.531 |         |            |      |
| Total        | 23   | 85.025 | 3.697 |         |            |      |

N.S. = No significativo.

CUADRO 11-15.- Análisis de varianza del número de nudos de ramas de primer orden del segundo al sexto muestreo.

## SEGUNDO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.    | C.M.   | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|---------|--------|---------|------------|------|
|              |      |         |        |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 97.466  | 32.489 | 2.655   | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 99.336  | 19.867 |         |            |      |
| Error        | 15   | 183.549 | 12.237 |         |            |      |
| Total        | 23   | 380.352 | 16.537 |         |            |      |

## TERCER MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.   | C.M.  | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|--------|-------|---------|------------|------|
|              |      |        |       |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 11.591 | 3.864 | 1.594   | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 34.836 | 6.967 |         |            |      |
| Error        | 15   | 36.362 | 2.424 |         |            |      |
| Total        | 23   | 82.789 | 3.600 |         |            |      |

## CUARTO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.    | C.M.   | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|---------|--------|---------|------------|------|
|              |      |         |        |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 73.531  | 24.510 | 2.532   | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 264.896 | 52.979 |         |            |      |
| Error        | 15   | 145.188 | 9.679  |         |            |      |
| Total        | 23   | 483.615 | 21.027 |         |            |      |

## CUADRO 11-15.- Continuación.

QUINTO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.    | C.M.   | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|---------|--------|---------|------------|------|
|              |      |         |        |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 21.320  | 7.107  | .548    | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 88.013  | 17.603 |         |            |      |
| Error        | 15   | 194.602 | 12.973 |         |            |      |
| Total        | 23   | 303.935 | 13.215 |         |            |      |

SEXTO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.      | C.M.    | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|-----------|---------|---------|------------|------|
|              |      |           |         |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 1374.458  | 458.153 | 1.197   | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 4624.164  | 924.833 |         |            |      |
| Error        | 15   | 5740.738  | 382.716 |         |            |      |
| Total        | 23   | 11739.361 | 510.407 |         |            |      |

N.S. = No significativo.



CUADRO 16-20.- Análisis de varianza del número de ramas de segundo orden del segundo al sexto muestreo.

SEGUNDO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.   | C.M. | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|--------|------|---------|------------|------|
|              |      |        |      |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | .133   | .044 | .063    | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | .523   | .105 |         |            |      |
| Error        | 15   | 10.570 | .705 |         |            |      |
| Total        | 23   | 11.227 | .488 |         |            |      |

TERCER MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.   | C.M.  | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|--------|-------|---------|------------|------|
|              |      |        |       |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 5.362  | 1.787 | .880    | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 8.461  | 1.692 |         |            |      |
| Error        | 15   | 30.466 | 2.031 |         |            |      |
| Total        | 23   | 44.289 | 1.926 |         |            |      |

CUARTO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.   | C.M.  | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|--------|-------|---------|------------|------|
|              |      |        |       |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 25.966 | 8.655 | 3.627*  | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 9.086  | 1.817 |         |            |      |
| Error        | 15   | 35.799 | 2.387 |         |            |      |
| Total        | 23   | 70.852 | 3.081 |         |            |      |

\* = Significativo.

CUADRO 16-20.- Continuación.

## QUINTO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.   | C.M.  | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|--------|-------|---------|------------|------|
|              |      |        |       |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 2.969  | .990  | .362    | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 39.177 | 7.835 |         |            |      |
| Error        | 15   | 40.969 | 2.731 |         |            |      |
| Total        | 23   | 83.115 | 3.614 |         |            |      |

## SEXTO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.    | C.M.  | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|---------|-------|---------|------------|------|
|              |      |         |       |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 4.012   | 1.337 | .197    | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 27.982  | 5.596 |         |            |      |
| Error        | 15   | 101.896 | 6.793 |         |            |      |
| Total        | 23   | 133.890 | 5.821 |         |            |      |

N.S. = No significativo.

CUADRO 21-25.- Análisis de varianza del número de nudos de ramas de segundo orden del segundo al sexto muestreo.

## SEGUNDO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.    | C.M.   | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|---------|--------|---------|------------|------|
|              |      |         |        |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 1.841   | .614   | .118    | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 55.283  | 11.055 |         |            |      |
| Error        | 15   | 77.799  | 5.187  |         |            |      |
| Total        | 23   | 134.914 | 5.866  |         |            |      |

## TERCER MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.    | C.M.   | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|---------|--------|---------|------------|------|
|              |      |         |        |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 59.771  | 19.924 | .883    | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 89.437  | 17.887 |         |            |      |
| Error        | 15   | 338.292 | 22.553 |         |            |      |
| Total        | 23   | 487.500 | 21.196 |         |            |      |

## CUARTO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.    | C.M.   | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|---------|--------|---------|------------|------|
|              |      |         |        |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 107.250 | 35.750 | 1.362   | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 199.062 | 39.812 |         |            |      |
| Error        | 15   | 393.687 | 26.289 |         |            |      |
| Total        | 23   | 700.000 | 30.435 |         |            |      |

## CUADRO 21-25.- Continuación.

QUINTO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.    | C.M.   | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|---------|--------|---------|------------|------|
|              |      |         |        |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 87.646  | 29.215 | 1.086   | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 440.115 | 88.023 |         |            |      |
| Error        | 15   | 403.448 | 26.897 |         |            |      |
| Total        | 23   | 931.208 | 40.487 |         |            |      |

SEXTO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.      | C.M.     | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|-----------|----------|---------|------------|------|
|              |      |           |          |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 1018.207  | 339.402  | .576    | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 5146.390  | 1029.278 |         |            |      |
| Error        | 15   | 8842.078  | 589.472  |         |            |      |
| Total        | 23   | 15006.675 | 652.464  |         |            |      |

N.S. = No significativo.

CUADRO 26-28.- Análisis de varianza de longitud del tallo principal del segundo, cuarto y quinto muestreo.

SEGUNDO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.    | C.M.   | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|---------|--------|---------|------------|------|
|              |      |         |        |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 30.815  | 10.272 | .548    | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 57.899  | 11.580 |         |            |      |
| Error        | 15   | 280.912 | 18.727 |         |            |      |
| Total        | 23   | 369.626 | 16.071 |         |            |      |

CUARTO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.    | C.M.    | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|---------|---------|---------|------------|------|
|              |      |         |         |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 92.563  | 30.854  | 1.548   | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 523.992 | 104.798 |         |            |      |
| Error        | 15   | 299.073 | 19.938  |         |            |      |
| Total        | 23   | 915.629 | 39.810  |         |            |      |

QUINTO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.    | C.M.   | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|---------|--------|---------|------------|------|
|              |      |         |        |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 32.680  | 10.893 | .626    | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 89.860  | 17.972 |         |            |      |
| Error        | 15   | 261.007 | 17.400 |         |            |      |
| Total        | 23   | 383.547 | 16.676 |         |            |      |

N.S. = No significativo.

CUADRO 29-31.- Análisis de varianza de longitud de ramas de primer orden del segundo, cuarto y quinto muestreo.

## SEGUNDO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.     | C.M.    | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|----------|---------|---------|------------|------|
|              |      |          |         |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 474.019  | 158.006 | 2.225   | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 769.469  | 153.894 |         |            |      |
| Error        | 15   | 1065.355 | 71.024  |         |            |      |
| Total        | 23   | 2308.843 | 100.384 |         |            |      |

## CUARTO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.     | C.M.    | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|----------|---------|---------|------------|------|
|              |      |          |         |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 369.073  | 123.024 | 1.145   | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 3547.463 | 709.493 |         |            |      |
| Error        | 15   | 1612.152 | 107.477 |         |            |      |
| Total        | 23   | 5528.688 | 240.378 |         |            |      |

## QUINTO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.     | C.M.    | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|----------|---------|---------|------------|------|
|              |      |          |         |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 244.323  | 81.441  | .565    | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 2582.517 | 516.503 |         |            |      |
| Error        | 15   | 2161.184 | 144.079 |         |            |      |
| Total        | 23   | 4988.024 | 216.871 |         |            |      |

N.S. = No significativo.

CUADRO 32-34.- Análisis de varianza de longitud de ramas de segundo orden del segundo, cuarto y quinto muestreo.

SEGUNDO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.    | C.M.   | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|---------|--------|---------|------------|------|
|              |      |         |        |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 11.245  | 3.748  | .199    | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 313.942 | 62.788 |         |            |      |
| Error        | 15   | 282.859 | 18.857 |         |            |      |
| Total        | 23   | 608.046 | 26.437 |         |            |      |

CUARTO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.     | C.M.    | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|----------|---------|---------|------------|------|
|              |      |          |         |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 495.362  | 165.121 | .926    | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 2467.652 | 493.530 |         |            |      |
| Error        | 15   | 2674.630 | 178.309 |         |            |      |
| Total        | 23   | 5637.645 | 245.115 |         |            |      |

QUINTO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.     | C.M.    | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|----------|---------|---------|------------|------|
|              |      |          |         |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 350.215  | 116.738 | .396    | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 4694.724 | 938.945 |         |            |      |
| Error        | 15   | 4427.264 | 295.151 |         |            |      |
| Total        | 23   | 9472.203 | 411.835 |         |            |      |

N.S. = No significativo.

CUADRO 35-37.- Análisis de varianza de número de vainas/planta del cuarto al sexto muestreo.

CUARTO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.     | C.M.    | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|----------|---------|---------|------------|------|
|              |      |          |         |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 41.987   | 13.996  | .464    | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 1812.492 | 362.498 |         |            |      |
| Error        | 15   | 451.997  | 30.133  |         |            |      |
| Total        | 23   | 2306.477 | 100.282 |         |            |      |

QUINTO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.     | C.M.    | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|----------|---------|---------|------------|------|
|              |      |          |         |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 72.570   | 24.190  | 2.532   | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 891.388  | 178.278 |         |            |      |
| Error        | 15   | 143.289  | 9.553   |         |            |      |
| Total        | 23   | 1107.247 | 48.141  |         |            |      |

SEXTO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.      | C.M.    | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|-----------|---------|---------|------------|------|
|              |      |           |         |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 1869.545  | 623.182 | 1.283   | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 4674.480  | 934.896 |         |            |      |
| Error        | 15   | 7272.551  | 484.837 |         |            |      |
| Total        | 23   | 13816.577 | 600.721 |         |            |      |

N.S. = No significativo.



CUADRO 38-40.- Análisis de varianza de peso seco de órganos reproductores/planta del tercero al quinto muestreo.

TERCER MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.   | C.M.  | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|--------|-------|---------|------------|------|
|              |      |        |       |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 1.436  | .479  | .811    | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 5.776  | 1.155 |         |            |      |
| Error        | 15   | 8.860  | .591  |         |            |      |
| Total        | 23   | 16.073 | .699  |         |            |      |

CUARTO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.    | C.M.   | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|---------|--------|---------|------------|------|
|              |      |         |        |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 5.218   | 1.739  | .425    | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 224.113 | 44.823 |         |            |      |
| Error        | 15   | 61.405  | 4.094  |         |            |      |
| Total        | 23   | 290.736 | 12.641 |         |            |      |

QUINTO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.    | C.M.    | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|---------|---------|---------|------------|------|
|              |      |         |         |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 50.443  | 16.814  | 1.618   | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 613.771 | 122.754 |         |            |      |
| Error        | 15   | 155.844 | 10.390  |         |            |      |
| Total        | 23   | 820.057 | 35.655  |         |            |      |

N.S. = No significativo.

CUADRO 41-44.- Análisis de varianza del peso seco/planta del segundo al quinto muestreo.

SEGUNDO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.   | C.M.  | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|--------|-------|---------|------------|------|
|              |      |        |       |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 4.918  | 1.639 | 1.335   | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 10.788 | 2.158 |         |            |      |
| Error        | 15   | 18.427 | 1.228 |         |            |      |
| Total        | 23   | 34.133 | 1.484 |         |            |      |

TERCER MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.   | C.M.  | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|--------|-------|---------|------------|------|
|              |      |        |       |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | .101   | .034  | .028    | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 22.306 | 4.461 |         |            |      |
| Error        | 15   | 18.183 | 1.212 |         |            |      |
| Total        | 23   | 40.590 | 1.765 |         |            |      |

CUARTO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.   | C.M.   | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|--------|--------|---------|------------|------|
|              |      |        |        |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | .435   | .145   | .098    | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 67.116 | 13.423 |         |            |      |
| Error        | 15   | 22.232 | 1.482  |         |            |      |
| Total        | 23   | 89.783 | 3.904  |         |            |      |

QUINTO MUESTREO

| F.V.         | G.L. | S.C.   | C.M.  | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|--------|-------|---------|------------|------|
|              |      |        |       |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 2.808  | .936  | .556    | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 19.675 | 3.935 |         |            |      |
| Error        | 15   | 25.234 | 1.682 |         |            |      |
| Total        | 23   | 47.717 | 2.075 |         |            |      |

N.S. = No significativo.

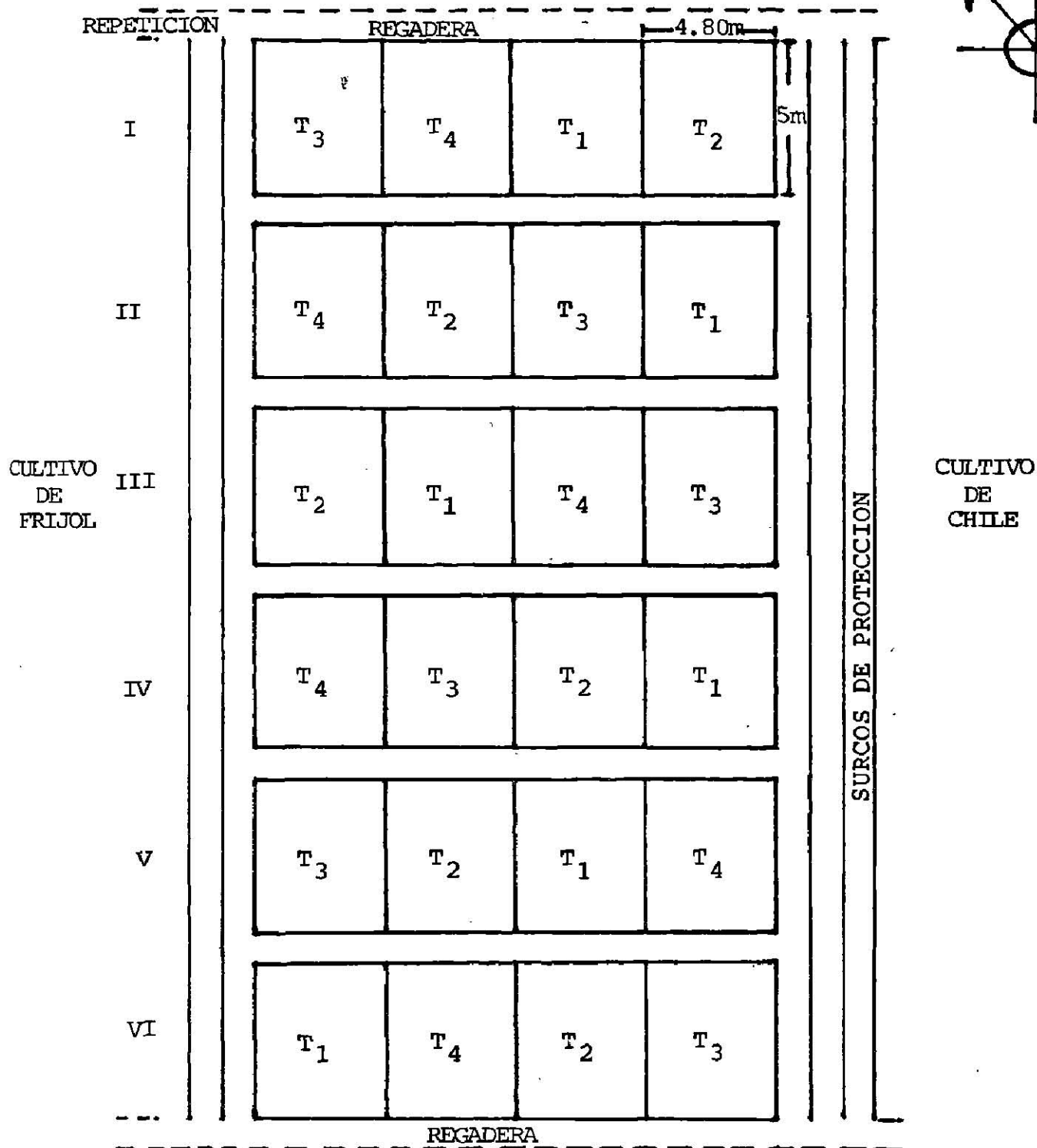
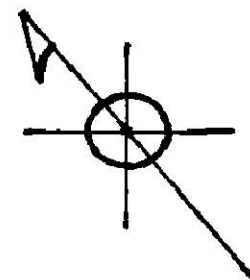
CUADRO 45.- Análisis de varianza del peso seco del pericarpio/planta.

| F.V.         | G.L. | S.C.    | C.M.  | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|---------|-------|---------|------------|------|
|              |      |         |       |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 26.003  | 8.668 | 1.887   | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 40.969  | 8.194 |         |            |      |
| Error        | 15   | 68.894  | 4.593 |         |            |      |
| Total        | 23   | 135.866 | 5.907 |         |            |      |

CUADRO 46.- Análisis de varianza del peso seco del grano/planta.

| F.V.         | G.L. | S.C.      | C.M.     | F. Cal. | F. Teórica |      |
|--------------|------|-----------|----------|---------|------------|------|
|              |      |           |          |         | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos | 3    | 1776.503  | 592.168  | 1.160   | 3.29       | 5.42 |
| Repeticiones | 5    | 5819.209  | 1163.842 |         |            |      |
| Error        | 15   | 7617.188  | 507.813  |         |            |      |
| Total        | 23   | 15212.900 | 661.430  |         |            |      |

N.S. = No significativo.



CUADRO 47.- Croquis del cultivo en el campo.

