

0150

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



CONTROL DE LA CLOROSIS EN SOYA
(Glycine max L.) MEDIANTE ASPERSIONES
FOLIARES DE SULFATO FERROSO ($FeSO_4$)
EN LA REGION DE GENERAL
ESCOBEDO, N. L.

T E S I S

MIGUEL DE LA PEÑA MONTEMAYOR

1 9 7 0

T
SB608
S7
D4
C.1



1080061765

U N I V E R S I D A D D E N U E V O L E O N

FACULTAD DE AGRONOMIA

CONTROL DE LA CLOROSIS EN SOYA (Glycine max L.)
MEDIANTE ASPERSIONES FOLIARES DE SULFATO FERROSO
(FeSO₄) EN LA REGION DE GENERAL ESCOBEDO, N.L.

T E S I S
QUE PRESENTA
MIGUEL DE LA PEÑA MONTEMAYOR
EN OPCION AL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO

MONTERREY, N.L.

DICIEMBRE DE 1970

T
SB608
.S7
P4



040635
FA5
970

A MIS PADRES

SR. TEMISTOCLES DE LA PEÑA G.

SRA. HORTENSIA M. DE DE LA PEÑA.

A MIS HERMANOS:

TEMISTOCLES

HORTENSIA

JESUS

ANGELINA

A MI ESCUELA

A MIS MAESTROS

MI MAS SINCERO AGRADECIMIENTO
A LOS SRES.:

ING. GILDARDO CARMONA RUIZ

ING. RAUL MORALES VALLARTA

POR SU VALIOSA COLABORACION
DURANTE EL DESARROLLO DE ESTE
TRABAJO.

AL ING. HECTOR FLORES SALGADO.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS.

INDICE

	<u>PAGINA</u>
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	3
Importancia del cultivo.....	3
Sistemática y caracteres botánicos.....	5
El fierro.....	6
Función del fierro en la planta.....	8
Sintomatología de la clorosis en las leguminosas.	9
Causas que afectan la disponibilidad del fierro en el suelo.....	10
Corrección de deficiencias de fierro.....	12
MATERIALES Y METODOS.....	17
RESULTADOS Y DISCUSION.....	25
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	31
RESUMEN.....	34
BIBLIOGRAFIA.	36
APENDICE A.	39
APENDICE B.	40

INDICE DE TABLAS

<u>TABLA No.</u>		<u>PAGINA</u>
1	Número de hectáreas abiertas al cultivo de la soya en el Estado de Sonora desde el año de - 1958 al de 1969.....	4
2	Datos de la producción Nacional de soya desde el ciclo agrícola 1964-65 hasta el de 1968-69.	5
3	Rendimientos obtenidos en Kg/Ha. en frijol y en soya mediante aplicaciones de sulfato ferroso en las concentraciones que se indican. Río Bravo Tamps. 1967-1968.....	14
4	Precipitación pluvial en milímetros registrados durante el desarrollo del experimento en la estación termopluviométrica de Ciénega de Flores, N.L.	22
5	Temperaturas registradas durante el desarrollo del experimento de la estación termopluviométrica de Ciénega de Flores, N.L.	23
6	Rendimientos obtenidos en soya (<u>Glycine max</u> L.) en Kilogramos por hectárea de cada uno de los tratamientos con sulfato ferroso y distinto número de aplicaciones. Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la U.N.L. Gral.Estobedo, N.L. Nov. 1970.....	26
7	Medias (\bar{X}) del rendimiento en Kg./Ha. de soya en relación al número de aplicaciones de sulfato ferroso. Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la U.N.L. Nov. 1970.....	27

TABLA No.

PAGINA

Apéndice A.	Rendimiento en gramos de soya (<u>Glycine max</u> L.) por parcela útil. Campo Experimental - de la Facultad de Agronomía de la U.N.L. - Nov. 1970.....	39
Apéndice B.	Análisis de varianza del experimento de <u>so</u> ya para determinar la dosis y el número de aplicaciones de sulfato ferroso. Campo <u>Ex</u> perimental de la Facultad de Agronomía de la U.N.L. Nov. 1970.....	40

INDICE DE FIGURAS

<u>FIGURA No.</u>		<u>PAGINA</u>
1	Distribución de las parcelas para las dosis y el número de aplicaciones de sulfato ferroso.....	19
2	Indice de clorosis y distribución de los puntos de infección por pudrición texana en soya. Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la U.N.L. Gral. Escobedo, N.L. Nov. 1970.....	30
3	Heterogenidad con que se presentó la clorosis en la repetición I y II.....	31
4	Comparación de las subparcelas testigo, de 1 aplicación y de 3 aplicaciones de sulfato ferroso al 2,5 por ciento.....	31

I N T R O D U C C I O N

La soya es un cultivo que ocupa un papel importante en la -- agricultura mundial debido principalmente a sus propiedades ali-- menticias e industriales. En México es un cultivo perfectamente establecido en el Noreste del país, y está a punto de establecerse en otras áreas potencialmente adecuadas para esta leguminosa. Esto se ha logrado mediante los esfuerzos de técnicos, quienes a través de la investigación y extensión han demostrado las múlti-- ples ventajas del cultivo, al determinar los métodos más adecua-- dos para la soya.

Hay varias regiones agrícolas en México, como lo son el norte del estado de Tamaulipas, Nuevo León y parte de Coahuila, en las cuales se ha tratado de introducir este cultivo, teniéndose -- resultados negativos en la mayoría de los casos por una serie de factores adversos que tienen como resultado que la adaptación de la soya a estas áreas sea muy problemática. Dentro de esta serie de factores destaca por su acción decisiva el fenómeno denominado clorosis, esta anomalía no es exclusiva de la soya, sino que también se presenta en numerosas leguminosas tales como el cacahuate y el garbanzo, en árboles frutales como el duraznero y los cítricos y también ha sido observada en algunas gramíneas.

Se han efectuado trabajos experimentales sobre este proble-- ma, varios de ellos en el Centro de Investigaciones Agrícolas de

Tamaulipas, y se ha reportado que el sulfato ferroso tiene gran influencia en el control de la clorosis. Estos resultados son de gran valor para la región representativa de dicho centro de investigaciones, pero pueden no ser representativos para otras regiones donde se pretenda introducir este cultivo a las diferencias en algunas características de suelo y clima.

Por lo anterior, el presente estudio se realizó para determinar la concentración y el número de aplicaciones de sulfato ferroso en aspersión foliar, para el control de la clorosis en el cultivo de la soya, en las condiciones edáficas y climatológicas de la región de Gral. Escobedo, N.L.

REVISION DE LITERATURA

Importancia del cultivo.

La soya es un cultivo que en últimas fecha ha adquirido una importancia enorme debido a la demanda mundial que hay de aceites comestibles y de materia prima con alto contenido de proteínas para la alimentación de animales (bovino, porcino y aviar), ya que precisamente el grano de esta leguminosa es rico en estos productos. México es un país en el cual la escasez de estos materiales es notoria y para compensar estos faltantes, se ha recurrido a la importación de grasas y pastas con la consiguiente fuga de divisas. Dichas deficiencias pueden cubrirse impulsando el cultivo de plantas como la soya.

Este cultivo es de reciente introducción en nuestro país y no obstante el tiempo que tiene, la superficie sembrada ha aumentado y fluctuado en forma impresionante tal como se puede ver en la tabla No. 1, que contiene los datos del número de hectáreas abiertas al cultivo de la soya en el estado de Sonora desde el año de 1958 hasta el de 1969. Los altibajos que se observan en los datos contenidos en dicha tabla, se debieron a la falta de agua para riego pues la mayor parte de la soya comercial se siembra bajo condiciones de riego. (1) De estos datos se desprende que el Noroeste de país constituye casi el 90% de la superficie productora de soya en la república. La enorme importancia que ha

despertado esta planta ha hecho que se extienda su cultivo a otras regiones agrícolas como lo son Nayarit, Jalisco, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, (Torreón), Querétaro, Tamaulipas (Cd. Victoria), - San Luis Potosí, Veracruz y Yucatán. La producción nacional ha ido en constante aumento tal como se observa en la tabla No. 2 -- (2).

TABLA No. 1.- Número de hectáreas abiertas al cultivo de la soya en el estado de Sonora desde el año de 1958 al de 1969.

Año	Número de hectáreas
1958	300
1959	1,600
1960	2,570
1961	8,363
1962	28,530
1963	9,000
1964	12,000
1965	15,000
1966	35,000
1967	54,000
1968	124,000
1969	152,000

TABLA No. 2.- Datos de la producción nacional de soya desde el ciclo agrícola 1964 - 65 hasta el de 1968 - 69.

Ciclo agrícola	Producción en toneladas
1964 - 65	58,000
1965 - 66	98,000
1966 - 67	100,000
1967 - 68	240,000
1968 - 69	265,000

La escasez de aceites comestibles y de proteínas se acentúa a medida que transcurren los años, se estima que para 1970 - 1971 en el mundo los requerimientos de soya ascenderán a 30 millones - de toneladas y 35 millones de toneladas de semilla de algodón, y ésto solamente desde el punto de vista industrial. Con el creciente aumento de la población es necesario buscar una fuente de proteína vegetal al alcance de los sectores más necesitados. En las variedades de soya el porcentaje proteínico varía de 36.8 a - 48.5 (1)

Sistemática y caracteres botánicos.

La soya, Glycine max L. pertenece a la familia Leguminosae,

tribu Faseolas, género Glycine. (3)

La planta es pequeña, anual, erecta, de 20 a 80 cm. de altura y ocasionalmente hasta 2 m. con tallos cubiertos por muchos pelos de color café. Algunas ramas son como guías. Las hojas son pecioladas y trifoliadas en forma pinada. Las hojuelas ovadas o angosto ovadas, de 3 a 10 cm. de largo y de 2 a 6 de ancho, completas y pilosas en ambos lados con la base acunada o redondeada y el ápice agudo, obtuso o redondeado; las espículas son alesnadas. Las flores papilionáceas, son pequeñas y sésiles o con muy pequeño tallo, axilares con muy pocos racimos de flores; la corola es blanca o color liliáceo, el limbo del estandarte es de 0.5 a 0.6 cm. de largo y la quilla mucho más corta que las alas; los estambres son 10 y generalmente monadelfo ó diadelfo si tiene un estambre libre; el estilo es sin barba, el estigma pequeño y terminal. Las vainas son angostas, planas o con los lados algo convexos, ligeramente algo curvadas, pilosa, de 2 a 4 semillas, 3 a 4 cm. o más largas y 0.8 a 1 cm. de ancho. Las semillas son exalbuminosas, globosas, verdes, amarillas, café o negras, con un pequeño hilio. (4)

El Fierro.

Los micronutrientes son elementos químicos cuya concentración en las plantas es muy pequeña con relación a la concentración de los llamados macronutrientes o elementos mayores. La im-

portancia de los micronutrientes y de los macronutrientes en el metabolismo vegetal es la misma, a ésto se debe que las propiedades metabólicas de todos estos elementos químicos constituyen temas de intensa investigación..(11)

A excepción del fierro, en muchos suelos pueden verse vestigios fugaces de todos los oligoelementos y su índice de asimilación por las plantas aparece por lo general bajo. Por lo tanto, aunque su remoción por las plantas es pequeña en una estación dada, los efectos acumulativos de producción de cosechas en un período de varios años puede reducir rápidamente los limitados depósitos presentes en el suelo. (5)

El fierro es el elemento mineral que ocupa el tercer lugar en abundancia en la corteza terrestre, superado solo por el silicio y el aluminio. Sin embargo la mayor parte de fierro en el suelo se encuentra formando óxidos hidratados solubles solo a pH entre 2.5 y 3.0 por lo que la deficiencia de este elemento es notoria en una gran parte de los suelos con pH altos. (12)

El fierro puede ser absorbido por las plantas en forma ferrosa (Fe^{++}), férrica (Fe^{+++}) o bien como complejos orgánicos, sin embargo la única forma activa del fierro dentro de la planta es la ferrosa.

En condiciones normales el ión férrico absorbido pasa rápida

mente a la forma ferrosa dentro de la planta, el grado en el cual el fierro es reducido en las células vivas, parece estar influido por la cantidad de manganeso presente en las células. Si algo interfiere en esta reducción pueden manifestarse síntomas de deficiencia de fierro, para corroborar esto se encuentran reportes de síntomas de deficiencia de fierro en tejidos ricos en este elemento, pero presente en forma férrica. (8 y 14)

Función del fierro en la planta

Se ha encontrado que el fierro interviene en las siguientes funciones dentro de la planta. (8, 15 y 9)

- 1.- La formación de la clorofila se encuentra relacionada -- con la presencia del fierro (es esencial en la síntesis de los grupos pirrólicos constituyentes de la clorofi-- la), sin llegar a ser éste un componente directo de su estructura.
- 2.- El fierro como constituyente esencial de varias enzimas (fermentos de respiración, citocromo - oxidasas, catalasas, dipeptidasas, etc.), desempeña un importante papel catalizador en la planta, resultando ser por ello el elemento clave de diversas reacciones reductivo - oxidati--vas, tales como la respiración, la fotosíntesis y la reducción de nitratos y sulfatos.

3.- Los compuestos de fierro actúan como sustancias catalíticas en la división y desarrollo celular.

Sintomatología de la clorosis en leguminosas.

La clorosis se presenta en varios grados. Sus efectos cambian según la variedad; por ejemplo, en frijol los síntomas son más notorios en la variedad Pinto que en el Agrarista (bayo), en la soya la interacción varietal también es común, pues la variedad Tropicana aparentemente es más susceptible que Semmes, Hardee y Bragg.

Durante las primeras semanas de vida, la plántula se desarrolla normalmente, hasta que se agotan las reservas nutrimentales de los cotiledones; ésto ocurre, en general, cuando emergen las primeras hojas cotiledonarias, u hojas verdaderas. Se nota en ésta conforme aumenta el área foliar, el color amarillento se hace más intenso reduciéndose las áreas verdes a los tejidos adyacentes a las nervaduras. Algunas de estas hojas permanecen indefinidamente cloróticas, otras empiezan a presentar, en los márgenes y distribuídas en el haz de la hoja, lesiones necróticas; estas lesiones se agrandan a medida que la hoja envejece hasta cubrirla casi en su totalidad, lo cual trae como consecuencia la muerte y caída de las hojas afectadas. La emisión de nuevas hojas (terciarias) se retarda y la planta presenta un aspecto raquíptico; no obstante, florece y forma una o dos vainas las cuales normalmente

no llegan a producir semilla. Otras plantas en la fase foliar --
mueren.

Un cultivo de leguminosas, en especial uno de soya, a veces no llega a producir rendimientos económicos cuando hay un alto índice de clorosis y ésta no se corrige a tiempo. (7)

Causas que afectan la disponibilidad
del fierro en el suelo.

Las causas que afectan la disponibilidad del fierro en el --
suelo son variadas, siendo a continuación las principales.

1.- El pH del suelo y el contenido de calcio tienen una in--
fluencia marcada en la asimilación del fierro, mientras que un pH bajo favorece su asimilación por las plantas, un pH alto lo hace inaprovechable para las mismas. (5)

La clorosis debida a deficiencia de fierro se presenta casi siempre en suelos con alto contenido de cal, ésta es denominada -
con frecuencia "clorosis caliza". (10)

En suelos muy ácidos existe una abundancia relativa del ión fierro. En efecto, bajo estas condiciones, la concentración de -
este elemento es a menudo, lo suficientemente alto para ser tóxi-
ca para la mayor parte de las plantas, a medida que el pH va au--

mentando, la forma iónica de este catión micronutriente es cambiante e hidróxido. La fórmula siguiente muestra como el ión ferroso soluble pasa a insoluble.



Todos los hidróxidos de los cationes de los oligoelementos son insolubles, algunos no tanto como otros. El pH exacto al cual ocurre la precipitación, varía de un elemento a otro incluso entre los diferentes estados de oxidación de un mismo elemento. En cualquier caso, no obstante, el principio es el mismo: a valores bajos del pH la solubilidad de los cationes micronutrientes llega al máximo, y cuando el pH aumenta, su solubilidad y asimilación por las plantas disminuye. (5)

2.- Aereación del suelo. Bajo condiciones de aereación deficiente como lo es en los suelos compactos o inundados, el hierro se encuentra principalmente en forma ferrosa soluble, aunque puede precipitarse en forma de sulfuros. (8)

3.- La presencia de cantidades excesivas de zinc, cobre y manganeso en el suelo, aumenta la deficiencia de fierro ya que existe un efecto antagónico entre éstos y el fierro. (5)

4.- Materia orgánica. La descomposición de la materia orgánica

nica o cubierta vegetal densa en el suelo reduce las deficiencias de fierro debido probablemente a la producción de CO_2 que abate el pH en la vecindad de las raíces. (8)

Otros factores que están en estrecha relación con la deficiencia de fierro son tales como el abastecimiento deficiente de este elemento, ya sea por ausencia natural o por el efecto acumulativo de producción de cosechas por un período prolongado, bicarbonatos en el suelo o en el agua de riego, riesgos pesados altas cantidades de fosfatos, altas o bajas temperaturas, luz intensa, etc. (7)

Corrección de deficiencias de fierro.

Son varios los métodos por medio de los cuales se puede corregir la clorosis causada por deficiencia de fierro, algunos de ellos se hallan aún en fases experimentales, pero principalmente lo primero que hay que tomar en cuenta, es que esta corrección debe hacerse en las etapas iniciales del ciclo vegetativo de la planta, para que se puedan obtener resultados satisfactorios.

Se considera que el período crítico en el desarrollo de las plantas para la deficiencia de fierro está comprendido de las 2 a 4 semanas de la emergencia de las plántulas. Cuando la deficiencia es leve, las plantas tienden a regularizarse por sí mismas. - Esto se debe a que el suelo se calienta, se reduce la humedad ex-

cesiva mejorándose la aereación y habiendo una mayor actividad microbiológica.

Uno de los métodos más generalizados en el control de la clorosis es el efectuar aspersiones de sulfato ferroso al foliaje, con variación en la concentración y el número de aplicaciones según el cultivo de que se trate y de las condiciones en que esta anomalía se presente.

En un experimento efectuado por el Centro de Investigaciones Agrícolas de Tamaulipas, llevado a cabo en el campo experimental de Río Bravo, Tamps. se trató con sulfato ferroso al frijol y a la soya, el primero con dos ciclos de siembra, temprano (siembra en el mes de febrero) y tardío (siembra a partir del 15 de agosto), el diseño utilizado fue de parcelas divididas, donde las parcelas mayores fueron las dosis y las parcelas menores el número y periodicidad de las aplicaciones. Las dosis estudiadas en el frijol fueron de 1.5%, 2.0%, 2.5% y 3.0% y las de la soya fueron de 2.0%, 2.5%, 3.0% y 3.5%. En lo que tocó al número de aplicaciones y periodicidad de éstas fueron 3 aplicaciones, a los 8, 16 y 24 días de emergidas las plantas. Los resultados que se obtuvieron en ese experimento se presentan en la tabla No. 3.

De los datos que se obtuvieron se concluye que la clorosis en frijol y en soya puede controlarse adecuadamente mediante aplicaciones foliares de sulfato ferroso, en soluciones de 1.5 a 2.0%

distribuído en dos aplicaciones, la primera a los 8 días de la --
nacimiento y la segunda a los 16 días. (7)

TABLA No. 3.- Rendimientos obtenidos en Kg/Ha. en frijol y en so-
ya mediante dos aplicaciones de sulfato ferroso en
las concentraciones que se indican. Río Bravo, --
Tamps. 1967-1968.

Porcentaje de la solución de $FeSO_4$	Frijol		Soya Verano
	Temprano	Tardío	
Testigo	452	657	586
1.5	632	1,012	---
2.0	643	1,047	1,012
2.5	667	923	890
3.0	662	999	1,003
3.5	---	---	134
D.M.S.	110	120	134

Otro método de control de la clorosis es el uso de los quela
tos. Un quelato es un compuesto orgánico que combina y protege a
ciertos cationes metálicos, incluyendo al fierro, manganeso, zinc
y cobre. Las combinaciones cationico - quelatas forman complejos
con estructuras anilladas, estando los metales tan ligados que --
pierden esencialmente sus características iónicas usuales. Tie-
nen menos aptitud para intervenir en reacciones con otros consti-

tuyentes del suelo, lo cual puede constituir una ventaja. Por ejemplo, los metales quelatos permanecen en solución a valores de pH mucho mayores que de los de las formas iónicas inorgánicas. Los cationes protegidos no están así sujetos a precipitar como insolubles.

El uso de los quelatos para proporcionar fierro es muy eficaz siempre que el pH del suelo no sea demasiado alto. Se puede realizar aplicaciones al suelo o bien rociando el follaje. (5)

Los quelatos aún no han sido lo suficientemente estudiados en nuestro medio agrícola, tanto en lo que atañe a sus efectos como corrector de clorosis, como en su costeabilidad de aplicación. Sin embargo, los quelatos se han empleado con éxito en el tratamiento de la clorosis en árboles frutales y siendo costeable la operación.

Otra medida de control es la de reducir el pH a valores más bajos, ya sea incorporando materia orgánica al suelo sistemáticamente hasta que se compruebe que la reacción del suelo es ya neutra o ligeramente ácida.

Las adiciones de yeso al suelo han dado buenos resultados. El mejor método de aplicación de yeso es el directo al suelo. En este caso la distribución se hace al voleo y posteriormente se pasa una rastra de discos o se dá una labor de arado. Estas opera-

ciones aseguran un buen contacto entre las partículas del corrector y las del propio suelo. También se puede aplicar en el agua de riego pero para esto es menester contar con aplicadores automáticos que es muy difícil disponer de ellos en el país.

Otros correctores son el azufre, el ácido sulfúrico, el polisulfuro de calcio etc. Las dosis recomendadas para los diversos correctores varían dentro de límites muy amplios.

Hay que considerar los siguientes factores para decidir la elección del corrector: (13)

- 1.- El suelo.
- 2.- El tiempo que se dispone para que el corrector reaccione con el suelo.
- 3.- La disponibilidad de los materiales en el mercado local.
- 4.- El costo del corrector en función de su eficiencia como tal.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se llevó a cabo en el campo experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Nuevo León, ubicado en la Ex-Hacienda "El Canadá" del municipio de Gral. Escobedo, -- Nuevo León, a 4 kilómetros al norte de San Nicolás de los Garza -- sobre la carretera nacional, con una altura sobre el nivel del -- mar de 420 metros, siendo sus coordenadas geográficas 23 grados 49 minutos latitud norte y 99 grados 10 minutos longitud oeste; clima semiárido con temporadas de lluvias muy irregulares y una temperatura media anual de 21 a 24 grados centígrados.

Para este experimento se utilizó el diseño experimental de -- parcelas divididas con 4 repeticiones. Las parcelas principales fueron las dosificaciones de sulfato ferroso cuyos tratamientos -- fueron los siguientes:

- A). Sulfato ferroso al 2.0%
- B). Sulfato ferroso al 2.5%
- C). Sulfato ferroso al 3.0%
- D). Sulfato ferroso al 3.5%

Las subparcelas correspondieron al número y época de aplicación y fueron como se muestra a continuación:

- 1).- Una aplicación de sulfato ferroso a los 8 días de emer-

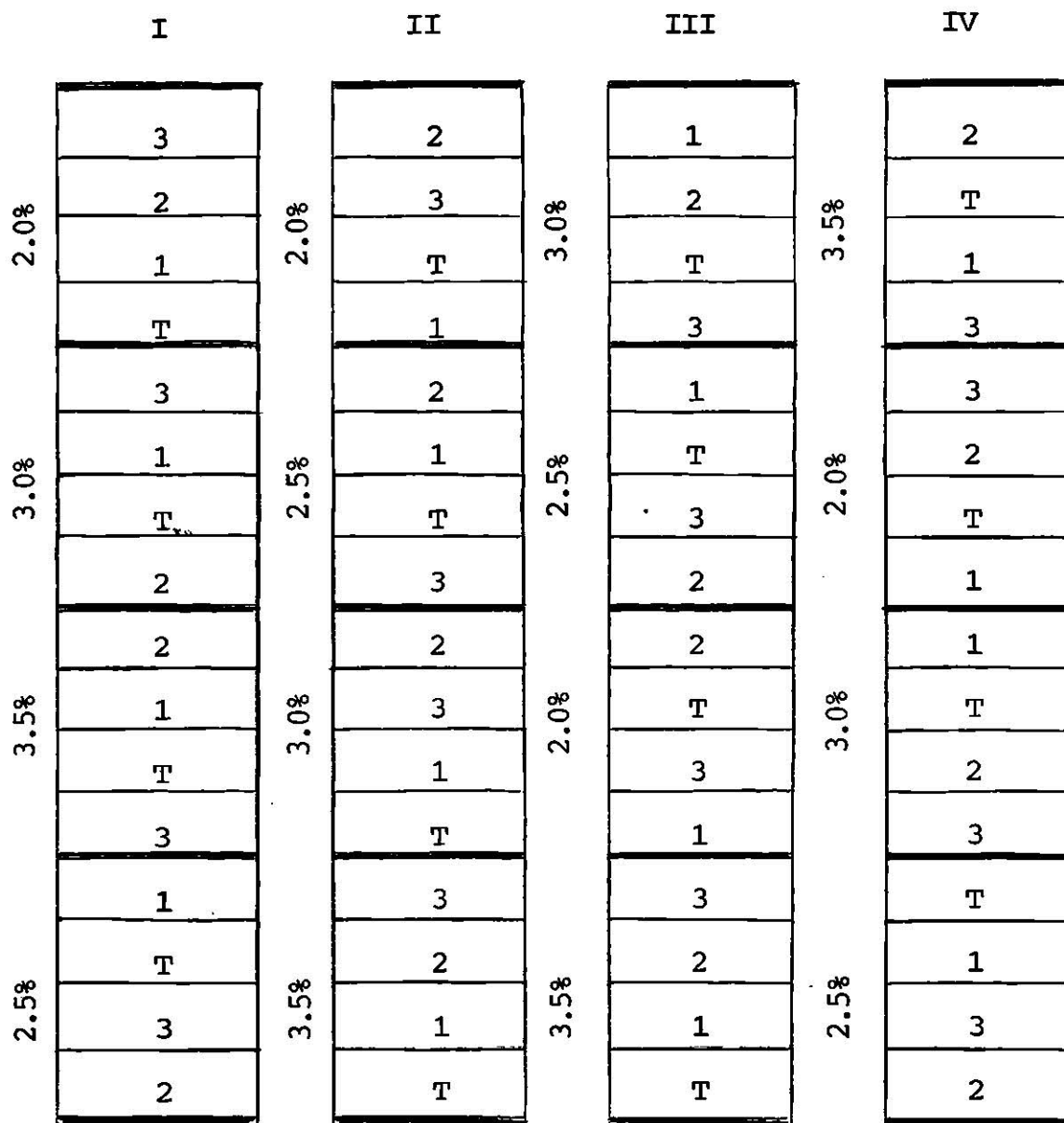
gidas las plantas.

- 2).- Dos aplicaciones de sulfato ferroso, una a los 8 días y otra a los 16 días de emergidas las plantas.
- 3).- Tres aplicaciones de sulfato ferroso, una a los 8 días, otra a los 16 días y la tercera a los 24 días de emergidas las plantas.
- 4).- Testigo sin aplicaciones de sulfato ferroso.

La parcela principal constó de 16 surcos de 8 metros de longitud por 0.70 metros de ancho; las subparcelas comprendieron 4 - surcos. Como parcela útil se consideró a los dos surcos centrales de cada subparcela, de los cuales se eliminó un metro de cada extremo quedando como medidas finales dos surcos de 6 metros de largo por 0.70 metros de ancho, quedando un área total de 8.40 metros cuadrados.

En la figura No. 1 se muestra el plano con la distribución - de las parcelas para las dosis y el número de aplicaciones de sulfato ferroso.

La semilla utilizada en el experimento fue de la variedad -- Hood cuyas características generales son las siguientes: pedigree, Roanake x N-45 745; siendo el color de la semilla amarillo y el - del hiliium amarillo-café, cotiledones amarillos, flores moradas y



1 una aplicación

3 tres aplicaciones

2 dos aplicaciones

T testigo sin aplicaciones.

FIGURA No. 1.- Distribución de las parcelas para las dosis y el número de aplicaciones de sulfato ferroso.

la pubescencia gris. Esta variedad alcanza una altura media de 0.70 metros y es susceptible al desgrane pero resistente al acame. Produce vainas de 7 a 10 centímetros arriba de la superficie del suelo y su ciclo vegetativo es de 140 días. (1)

Preparación del terreno.- Las labores de preparación del terreno fueron las usuales en la región, dos pasos de arado y una rastra de discos para romper los terrones grandes y aflojar la tierra, después se procedió al bordeo y trazo de los canales de riego.

Antes de efectuar la siembra, la semilla fué inoculada con el Rhizobium japonicum específico para la soya.

La siembra se efectuó en tierra venida el día 15 de junio con una densidad de siembra de 80 kilogramos por hectárea.

La emergencia de las plantas comenzó a los 6 días después de la fecha de siembra. La producción de plantas en un principio se vió reducida debido a una infección por Aspergillus sp. que dañó a la semilla en un 15 a 20% del total. Para subsanar estas pérdidas se procedió a hacer una resiembra en las partes afectadas con semilla previamente humedecida para acelerar su germinación.

La primera aplicación de sulfato ferroso se efectuó el día 3 de julio, la segunda el 11 de julio y la tercera el 19 del mismo

mes. Estas aplicaciones se hicieron con una aspersora manual de 12 litros de capacidad. Todas las aplicaciones se hicieron durante la tarde para evitar quemaduras por el sol en el follaje.

En todas las aplicaciones de sulfato ferroso se agregó un adherente dispersante para romper la tensión superficial del agua y así lograr una mayor eficiencia de aplicación. Este aditivo se aplicó a razón de 3 c.c. por 10 litros de aspersión.

El primer riego de auxilio se dió el 5 de agosto, o sea, a los 51 días, el segundo se dió el 11 de septiembre. Las lluvias habidas durante el ciclo evitaron otros posibles riegos.

Los datos de las precipitaciones pluviales ocurridas durante el desarrollo del experimento se muestran en la tabla No. 4 y los de la temperatura se muestran en la tabla No. 5.

Los deshierbes se efectuaron mediante labores manuales de azadón. Se tomó especial cuidado para que el cultivo estuviera deshierbado durante los primeros 45 días.

Problemas fitosanitarios. En lo referente a problemas fitosanitarios de importancia solamente se presentaron una infestación de diabrótica (Diabrotica sp.) y una infección del hongo productor de la pudrición texana o de la raíz (Phymatotrichum omnivorum (Shear) (Duggar). El primer caso se presentó a mediados del mes

TABLA No. 4.- Precipitación pluvial en milímetros registrados durante el desarrollo del experimento de la estación Termo-pluviométrica de Ciénega de Flores, N.L. --- (S.R.H.)

Día	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre
1					
2	2.3	inap		5.2	
3					
4					
5					
6			10		4.2
7					inap
8	3.7				
9					
10					
11				18.7	
12				3.2	
13				72.5	
14			1.0	7.8	
15		12.8	1.0	inap	
16		18.2			5.2
17		28.3			7.5
18		16.8			10.2
19					5.3
20				5.2	3.7
21					2.8
22	2.3				inap
23	10.7				
24	2.4			inap	
25	15	2.3	inap	5.2	
26		5.2	2.0	4.8	inap
27	2.8		1.5	7.4	
28	10.7			2.3	inap
29				5.6	
30	3.2				
31					

TABLA No. 5.- Recopilación de Temperaturas registradas durante el desarrollo del experimento de la estación Termoplumométrica de Ciénega de Flores, N.L. (S.R.H.)

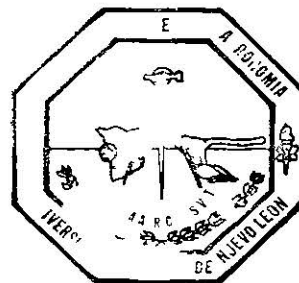
Día	Junio			Julio			Agosto			Sept.			Octubre		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	21	-	17	24	-	22	24	-	23	22	-	19	14	-	13
2	22	32	20	23	34	20	23	34	22	24	34	21	16	27	14
3	16	28	13	24	34	22	25	35	22	25	38	22	17	26	15
4	19	32	15	25	35	23	24	35	22	25	35	23	18	27	16
5	22	34	19	23	36	21	25	35	23	25	36	24	21	28	18
6	23	22	21	25	36	21	24	32	22	26	34	23	23	27	20
7	24	33	21	24	37	22	24	33	22	25	35	22	24	31	22
8	23	32	20	25	36	23	25	33	23	24	36	23	22	33	20
9	23	31	21	26	36	23	26	32	23	22	35	20	15	34	14
10	24	33	22	24	37	22	26	31	22	25	36	21	9	22	8
11	25	36	23	26	36	23	27	31	22	23	35	20	17	23	8
12	26	40	24	25	36	24	27	33	25	23	31	21	20	24	14
13	26	41	25	25	37	23	26	38	25	20	26	19	11	26	10
14	27	37	24	26	35	24	24	33	22	23	25	20	16	31	11
15	26	36	25	24	35	22	23	32	21	23	28	21	19	22	15
16	24	37	22	22	31	21	23	32	22	24	30	23	15	22	14
17	25	37	22	23	24	22	25	26	22	23	33	21	13	16	12
18	25	36	19	22	24	21	24	35	22	24	31	22	11	15	10
19	24	34	27	23	30	20	24	36	22	22	32	20	13	14	11
20	25	35	23	23	32	21	24	36	22	21	32	20	14	17	12
21	24	32	22	24	33	22	24	36	23	24	33	21	17	23	14
22	23	32	21	25	33	23	25	37	24	24	31	22	20	25	16
23	24	33	22	24	34	22	25	38	24	25	30	22	20	27	18
24	23	33	21	25	32	23	26	36	24	21	24	19	16	35	15
25	24	34	20	24	34	22	26	36	24	22	29	20	22	31	15
26	25	32	21	25	33	23	24	32	22	20	27	21	23	34	21
27	23	33	20	24	32	22	25	33	23	11	22	10	22	31	20
28	22	24	20	25	32	23	23	33	20	12	14	11	13	22	12
29	24	29	31	24	34	23	24	34	21	14	15	11	5	18	4
30	25	33	23	25	34	22	23	34	21	15	22	12	6	22	5
31				25	35	23	23	34	21				7	24	5
P	24	34	21	24	34	22	24	34	22	22	30	20	16	26	14

A=T° Ambiente. B=T° Máxima C=T° Mínima P = Promedio.

de julio y fue controlado con una aspersión de D.D.T. 35 y Paratión metílico 50 a razón de 5 y 1 litros por hectárea respectivamente.

La pudrición texana o de la raíz se presentó a principios de octubre. La distribución de esta enfermedad se muestra en la figura No. 2.

La cosecha se efectuó el 24 de octubre cuando las plantas -- mostraban los síntomas característicos de la madurez tales como - la caída de las hojas y el endurecimiento de los tallos. Las plantas fueron cortadas con una hoz y a ras del suelo, siendo poste--riormente desgranadas manualmente.



BIBLIOTECA
GRADUADOS

RESULTADOS Y DISCUSION

El objeto de este experimento fué con el fin de determinar - la concentración de sulfato ferroso más conveniente para contro-- lar la clorosis en la soya así como el número de aplicaciones de esa concentración.

Los rendimientos obtenidos por parcela útil se muestran en - la tabla del apéndice A, estos datos fueron analizados estadísti-- camente y el análisis de varianza correspondiente se da en el -- apéndice B. En este análisis se encontró que existe una diferen-- cia altamente significativa en lo correspondiente al número de -- aplicaciones, pero no se reportó diferencia significativa para -- las concentraciones.

En la tabla No. 6 se dan los rendimientos en kilogramos por hectárea de soya para los diferentes tratamientos.

Las concentraciones, aún a pesar que en el análisis estadís-- tico no se reportó diferencia significativa, si dejaron ver su -- efecto, ya que según los datos obtenidos, los rendimientos habi-- dos con la concentración al 2.0% fueron mucho mayores que con las restantes concentraciones.

De los datos obtenidos de los rendimientos en kilogramos por hectárea se hizo una comparación de medias en relación a los nú-- meros de aplicaciones y por medio de la cual se llegó a la conclu-- sión de que 3 y 2 aplicaciones son iguales pero diferentes al tes-- tigo y a una aplicación a ambos niveles de probabilidades. Esta

comparación de medias se muestra en la tabla No. 7.

En base a lo anterior, se concluyó que el tratamiento que --
dió más resultado en este experimento fué el de dar 2 aplicacio--
nes de sulfato ferroso en solución al 2.0 por ciento.

Tabla No. 6.- Rendimientos obtenidos de soya (Glycine max var. -
Hood), en kilogramos por hectárea de cada uno de -
los tratamientos con sulfato ferroso y distinto nú-
mero de aplicaciones; Campo experimental de la Fa-
cultad de Agronomía de la U.N.L. Gral Escobedo, N.
L. noviembre de 1970.

No. de Aplicaciones	Concentraciones				Promedio
	2.0%	2.5%	3.0%	3.5%	
Testigo	803	582	654	840	719
1	877	648	639	654	713
2	1,502	762	951	974	1,047
3	<u>1,517</u>	<u>1,160</u>	<u>927</u>	<u>1,026</u>	1,157
Promedio	1,182	789	792	873	



BIBLIOTECA
GRADUADOS

Tabla No. 7.- Medias (\bar{X}) del rendimiento en kg/ha. de soya en relación al número de aplicaciones de sulfato ferroso; Campo experimental de la Facultad de Agronomía de la U.N.L. Gral. Escobedo, N.L. noviembre de 1970.

No. de Aplicación	\bar{X}	0.05	0.01
3	1,157	█	█
2	1,047	█	█
T	719	█	█
1	713	█	█

Los rendimientos obtenidos en kilogramos por hectárea están por abajo de los que se obtienen en otras regiones como, por ejemplo, el estado de Sonora, pero hay que tomar en cuenta que la soya es un cultivo de reciente introducción en la región, y que aún éste se encuentra en período de investigación y no se cuenta con las técnicas debidas para lograr un desarrollo óptimo para esta leguminosa, como lo son la determinación exacta de las variedades más adaptables y la fecha de siembra más adecuada para la región.

La soya es un cultivo muy susceptible a los cambios en las condiciones edáficas en las que se desarrollo normalmente, una variación en el suelo tiene consecuencias que se manifiestan en la planta tan notoriamente, tal es el caso de la clorosis.

El clima y el fotoperíodo también tienen una influencia marcada en el correcto desarrollo del cultivo, ya que la soya presenta más problemas en siembras de verano (siembra durante el mes de junio), que en siembras tempranas (siembra del 1 al 15 de marzo). La soya es particularmente sensible al número de horas de oscuridad a que está expuesta a cada día, ya que el número de horas bajo dichas condiciones determina que la planta produzca o no produzca flores. Por tanto en un ciclo de verano como en el cual se desarrolló el experimento, el cultivo recibió más horas luz que lo óptimo para la planta. La soya prospera mejor a temperaturas de 22 a 28 grados centígrados, pudiendo soportar temperaturas un poco más altas sin que el cultivo resulte perjudicado. Este factor pudo actuar como limitante, ya que durante el desarrollo del experimento se registraron temperaturas mucho mayores. (Ver tabla No. 5)

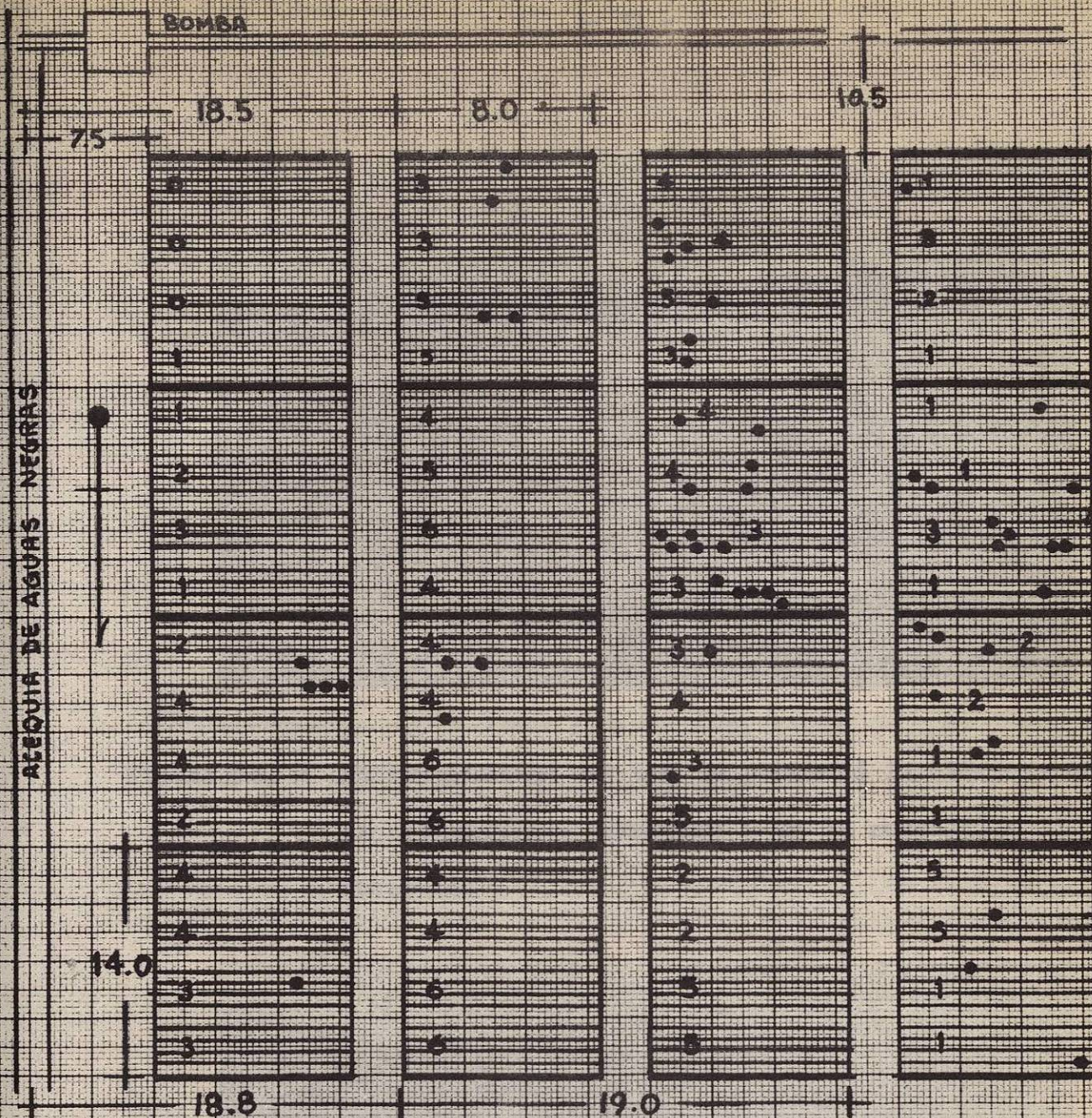
El ataque de pudrición texana también pudo tener influencia en los resultados obtenidos, ya que los principales focos de infección se localizaron en las parcelas ocupadas por el tratamiento 2 (2.5 %) y en las de tratamiento 3 (3.0 %) según se puede apreciar en la figura No. 2. Los puntos de infección marcados en los surcos extremos no fueron tomados en cuenta por no formar parte de la parcela útil.

En la tabla No. 7 en la cual se muestran las medias del rendimiento en Kg/ha. en relación al número de aplicaciones de sulfato ferroso, se nota que la media de 1 aplicación es casi

igual a la media del testigo. Esto pudo ser resultado de la heterogeneidad con que la clorosis se presentó en el experimento, - esto puede observarse en la figura No. 3 donde se muestra la repetición I (a la derecha) donde la clorosis, llegando a ser severa en algunas partes.

En la figura No. 2 se muestra una clasificación de los grados en que se presentó la clorosis. En esta figura se observa - que la clorosis se asentó en una zona perfectamente delimitada - que constituye, casi íntegramente, la repetición II. En esta repetición se tuvieron los tratamientos más bajo en todos los casos. (ver apéndice A).

Otra causa que pudo originar la igualdad del testigo con el de 1 aplicación, fué que ésta no surtiera efecto, tal como se puede apreciar en la figura No. 4 en la cual la subparcela testigo - aparentemente está en igualdad de condiciones con la subparcela - de 1 aplicación, pero comparando a estas dos con la subparcela de 3 aplicaciones resulta que ambas son inferiores a esta última.



LOS PUNTOS INDICAN LA DISTRIBUCION DE LA INFECCION DE LA PUTRIDION TEXANA O DE LA RAIZ

DATOS DE LA CLOROSIS TOMADOS DURANTE EL MES DE AGOSTO.

0	SIN CLOROSIS
1	PRINCIPIOS DE CLOROSIS
2	LIGERAMENTE CLOROTICO
3	MODERAMENTE CLOROTICO
4	CLOROTICO
5	MUY CLOROTICO
6	CLOROSIS SEVERA

Figura No. 2 Indices de clorosis y distribución de los puntos de infección por pudrición texana (*Phytophthora omnivora* Shear (Duggar)) en soya, Campo experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Nuevo León, General Escobedo, N.L. octubre de 1970



Figura No. 3 Heterogeneidad con que se presentó la clorosis en la repetición I (derecha) y en la repetición II (izquierda).



Figura No. 4 Comparación de las subparcelas testigo, de 1 aplicación y de 3 aplicaciones de FeSO_4 al 2.5%.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos en este trabajo y bajo las condi
cione ecológicas en que se llevó a cabo se pueden derivar las si-
guientes conclusiones y recomendaciones:

1.- Que la clorosis en soya puede controlarse mediante apli-
caciones de sulfato ferroso.

2.- Que en el análisis estadístico de los resultados hubo --
una diferencia altamente significativa entre el número de aplica-
ciones, pero no la hubo para las diferentes concentraciones.

3.- Que en este experimento y bajo las condiciones ecológicas
en las cuales se llevó a cabo lo más suficiente fué usar 2 aplica-
ciones de sulfato ferroso en solución al 2.0%.

4.- Que es conveniente efectuar estudios sobre el comporta-
miento varietal a la clorosis, ya que es muy grande el número de
variedades comerciales de soya y se ha observado que unas son más
afectadas que otras.

5.- Que hay que estudiar más a fondo cual es la fase del de-
sarrollo vegetativo más adecuada para in iciar un tratamiento de
control de la clorosis.

6.- Que es muy conveniente probar con otros productos como -

los quelatos, agregados al suelo o bien en aspersión foliar, y -
efectuar comparaciones de resultados y costos con los obtenidos -
mediante el uso del sulfato ferroso para ver cual es el tratamiento
más eficiente y económico.

7.- Que se efectúen trabajos sobre reducción del pH del sue-
lo a valores en los cuales el fierro pueda ser cambiado a formas
más solubles.

RESUMEN

La soya es un cultivo que ocupa un papel importante en la agricultura mundial debido principalmente a sus propiedades alimenticias e industriales. En México es un cultivo perfectamente establecido en el Noroeste del país, pero hay varias regiones agrícolas como lo son el Norte del Estado de Tamaulipas, de Nuevo León y parte Coahuila, en las cuales se ha tratado de introducir este cultivo, teniéndose resultados negativos en la mayoría de los casos por una serie de factores adversos que hacen muy problemática su adaptación a estas áreas. Dentro de esta serie de factores destaca por su acción decisiva el fenómeno denominado clorosis.

Con el fin de determinar la efectividad del sulfato ferroso como medio de control de la clorosis en la soya (Glycine max var. Hood), se llevó a cabo en el campo experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Nuevo León, en Gral. Escobedo, N. L., un experimento en el cual se probaron 4 dosis (2.0%, 2.5%, 3.0% y 3.5%), con diferente número de aplicaciones (1, 2 y 3).

El análisis estadístico mostró que hubo una diferencia altamente significativa entre el número de aplicaciones, pero no habiéndola para las dosis, probablemente a la heterogeneidad con que se presentó la clorosis.

Los datos que se consignan en la tesis muestran que la dosis

más efectiva fué la del 2.0% en 2 y 3 aplicaciones. En este estudio la efectividad de los tratamientos se midió por el rendimiento de grano final de la planta.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Crispín M.A. y C. Barriga. 1970. El cultivo de la soya en México. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. S.A.G. Folleto de divulgación No. 38.
- 2.- Anónimo Plan Nacional Agrícola Ganadero y Forestal. Etapa - 1969 - 70. S.A.G. México.
- 3.- Mateo Box J.Ma. 1961. Leguminosas de grano. 1a. edición Salvat editores, S. A. México, D.F. p. 253.
- 4.- Ochose, J.J. et al. 1968. Cultivo y mejoramiento de plantas - tropicales y subtropicales. 1a. edición. Limusa Wiley, S.A. México. p. 1163.
- 5.- Buckman, H.O. y N.C. Brady Naturaleza y propiedades de los -- suelos. U.T.E.H.A. México. pp. 476 - 486.
- 6.- Bear, F.B. Suelos y fertilizantes, 2a. edición. Ediciones -- Omega, S. A. Barcelona. p. 352.
- 7.- Larrea, E.R. 1969 Clorosis en leguminosas de grano en el Norte de Tamaulipas. Agricultura Técnica en México. Vol. II. pp. 468 - 471.
- 8.- Pérez, G.P. 1970. Influencia del sulfato ferroso (FeSO_4) en

el control de la clorosis de la soya, en la región de -
Río Bravo, Tamps. Tesis profesional de la F.A.U.N.L.

- 9.- Jacob, A. y H.V. Uexkull. 1964. Fertilización. Nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. 2a. edición. H. Venman & Zonen N.V. Wageningen (Holanda) - pp. 61 - 62.
- 10.- Urquijo L.P. et al. Patología vegetal agrícola.- Enfermedades de las plantas. Salvat. P655.
- 11.- Baldovinos, P.F. 1968. Los micronutrientes. Boletín de Guanos y Fertilizantes de México, S.A. Año XII Núm. 54 p. 23.
- 12.- Laird, R.L. y R. Núñez 1963. Apuntes de fertilidad de suelos. Escuela Nacional de Agricultura, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- 13.- Pelletier, C.P. 1967. Empleo del yeso para corrección de suelos sódicos. Boletín de Guanos y Fertilizantes de México, S.A. Año XII Núm. 52. pp. 2 - 11.
- 14.- Meyes, S.B. et al. 1966. Introduction to plant physiology.- 6a. edition. D. Van Nostrand Company Inc. New Jersey,

U.S.A. pp. 315 - 316.

15.- Scharrer K. Química Agrícola. Tomo I. U.T.E.H.A. México -
p. 37.

APENDICE A.

Rendimiento en gramos de soya (Glycine max Var. Hood), por parcela útil. Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Nuevo León. Gral. Escobedo, N.L. Nov. 1970.

Concentraciones	No. de - aplica-- ciones.	Repeticiones				
		I	II	III	IV	Prom.
2.0%	T	1,150	250	650	650	.6750
	1	1,350	250	350	1,000	.7375
	2	1,750	1,250	1,000	1,100	1.2620
	3	<u>2,250</u>	<u>600</u>	<u>950</u>	<u>1,000</u>	1.2000
	Prom.	1.625	.5750	.7375	.9375	
2.5%	T	250	150	1,110	450	.4900
	1	850	200	850	400	.5750
	2	250	165	950	1,200	.6412
	3	<u>600</u>	<u>550</u>	<u>1,500</u>	<u>1,250</u>	.9750
	Prom.	.4875	.2662	1.102	.8250	
3.0%	T	450	150	750	850	.5500
	1	700	150	450	850	.5375
	2	1,200	400	600	1,000	.8000
	3	<u>750</u>	<u>250</u>	<u>1,200</u>	<u>920</u>	.7800
	Prom.	.7750	.2375	.7500	.9050	
3.5%	T	475	150	400	1,800	.7062
	1	250	150	300	1,500	.5500
	2	625	500	1,400	750	.8187
	3	<u>800</u>	<u>300</u>	<u>900</u>	<u>1,450</u>	.8625
	Prom.	.5375	.2750	.7500	1.375	

APENDICE B.

Análisis de varianza del experimento de soya (Glycine max var. Hood) para determinar la dosis y número de aplicaciones de sulfato ferroso. Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Nuevo León. Gral. Escobedo, N.L. Nov. 1970.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	5 %	1%
Rep.	3	4.211670	1.403890			
A	3	0.975189	0.325063	0.800222		N.S.
E.a.	9	3.655947	0.406216			
B	3	1.629764	0.543254	6.338428		++
A B	9	0.506415	0.056268	0.656508		N.S.
E.b.	36	3.085490	0.085708			
Total	63					

A = Concentración.

B = Número de aplicaciones.

A B = Interacción de A y B.

E.a. = Error Experimental de A.

E.b. = Error Experimental de B.

