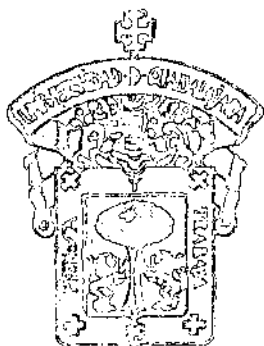


# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

## ESCUELA DE AGRICULTURA



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

RESPUESTAS DEL CULTIVO DE LA ALFALFA (*MEDICAGO SATIVA*, L.) A LA APLICACION FOLIAR DE MANGANESO EN DIFERENTES DOSIS.

### TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

ORIENTACION FITOTECNIA

P R E S E N T A

Rodrigo Antonio Gutiérrez Cárdenas

GUADALAJARA, JALISCO . 1983



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Septiembre 19, 1983.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA  
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE \_\_\_\_\_  
RODRIGO ANTONIO GUTIERREZ CARDENAS \_\_\_\_\_ titulada,

"RESPUESTAS DEL CULTIVO DE LA ALFALFA (*Medicago sativa* L.) A LA APLICACION FOLIAR DE MANGANESO EN DIFERENTES DOSIS."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR.

ING. E. ELIAS SANDOVAL ISLAS

ASESOR

  
ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA.

ASESOR

  
ING. FLORENTINO SANCHEZ SAMANIEGO

Al contestar este oficio adviase citar fecha y número

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

Al Ing. M.C. Elías Sandoval Islas  
Director de Tesis, por la direc--  
ción en la formación del presente  
trabajo.

## A S E S O R E S

Ing. Florentino Sánchez Samaniego  
Por todo el Apoyo Técnico.

Ing. Andrés Rodríguez García  
Por su valiosa colaboración en la  
realización de éste trabajo.

A mi Universidad, Escuela de Agricultura  
Con respeto y gratitud

A la Cía. COSMOCEL, S. A.  
Por todo el apoyo técnico para este  
trabajo.

Ing. Mario Dávila Sánchez  
Por la motivación de la realización  
de éste trabajo.

## DEDICATORIAS

A mis Padres:

J. Rodrigo y Emilia, quienes con esfuerzo, amor y comprensión impulsaron mi formación Universitaria.

A ellos con todo el cariño y gratitud dedico ésta Tesis, como testimonio de que cumplieron con su deber de Padres.

Ofreciéndoles así mismo, cumplir como hijo.

A mi Hermano:

Ing. Rafael

Con gran cariño y respeto.

A mis Tíos:

Gregorio

María

Benita

Dr. Manuel

Alfonso

Rosalío

Daniel

Quienes motivaron la realización de éste trabajo.

## DEDICATORIAS

Con respeto a mis Maestros:  
Que contribuyeron en mi formación  
profesional.

A todas las personas que:  
Desinteresadamente contribuyeron  
en una forma o en otra para la -  
realización de éste trabajo.

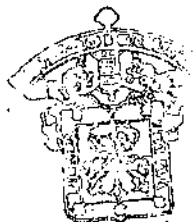
# I N D I C E

|  | PAG. |
|--|------|
| I.- INTRODUCCION .....   | 1    |
| 1.1. Objetivos .....   | 3    |
| II.- REVISION DE LITERATURA .....  | 4    |
| 2.1. Generalidades .....   | 4    |
| 2.2. Ventajas y desventajas de la fertilización foliar .....                     | 5    |
| 2.3. Comparación entre la fertilización foliar y la fertilización al suelo ..... | 7    |
| 2.4. Absorción y transporte de nutrientes y factores fisiológicos .....          | 9    |
| 2.5. Comportamiento del manganeso como microelemento .....                       | 11   |
| 2.6. Importancia de los quelatos .....   | 12   |
| 2.7. Quelación de manganeso .....  | 13   |
| 2.8. Quelación de otros metales pesados .....                                    | 16   |
| 2.9. Corrección de deficiencias de micronutrientes .....                         | 18   |
| 2.10. Manganeso .....  | 18   |
| 2.11. Fuentes .....  | 19   |
| 2.12. Métodos y Tasas de aplicación .....  | 19   |
| 2.13. Tratamiento del suelo .....  | 20   |
| 2.14. Tratamientos Foliareos .....   | 23   |
| 2.15. Efecto Residual .....  | 25   |
| 2.16. Toxicidad .....  | 26   |
| III.- MATERIALES Y METODOS .....   | 27   |
| 3.1. Situación del área de estudio .....   | 27   |
| 3.2. Características climáticas .....  | 27   |
| 3.2.1. Generalidades .....   | 27   |
| 3.2.2. Datos Meteorológicos .....  | 27   |
| 3.2.3. Clasificación del clima .....   | 28   |
| 3.3. Características de los suelos .....   | 29   |

|   | PAG. |
|---|------|
| 3.4. Diseño experimental y tratamientos ..... | 31   |
| 3.5. Cosecha y observaciones -.....           | 37   |
| IV.- RESULTADOS Y DISCUSIONES .....           | 39   |
| 4.1. Análisis de varianza .....               | 39   |
| 4.2. Discusión de resultados .....            | 46   |
| V.- CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS .....          | 49   |
| VI.- R E S U M E N .....                      | 50   |
| VII.- BIBLIOGRAFIA .....                      | 52   |

## INDICE DE CUADROS

| CUADRO No. |  | PAG. |
|------------|--|------|
| 1          | Propiedades Físicas y Químicas del Suelo en donde se estableció el Lote Experimental de Fertilización Foliar de manganeso en el cultivo de la Alfalfa. | 30   |
| 2          | Reporte de Análisis Foliar en el cultivo de la Alfalfa, antes de hacer la aplicación foliar de manganeso.  | 31   |
| 3          | Concentración de resultados arrojados (Ton/Ha.) por los Tratamientos en prueba bajo el diseño de bloques al Azar.                                      | 40   |
| 4          | Análisis de varianza del diseño de bloques al azar con 6 repeticiones y 6 tratamientos.  | 42   |
| 5          | Prueba de comparación de medios de los tratamientos en estudio.  | 43   |



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA



## INDICE DE FIGURAS

| FIGURA No. |   | PAG. |
|------------|---|------|
| 1          | Distribución de tratamientos en el campo en seis repeticiones.                    | 36   |
| 2          | Comparación gráfica de los rendimientos promedios de los tratamientos en estudio. | 45   |

## I.- INTRODUCCION.

La alfalfa es la planta forrajera en que se apoya gran parte de la alimentación de la Ganadería de las más importantes Cuencas Lecheras del país, por lo cual su cultivo se ha incrementado entre los productores y ganaderos de las zonas de riego de dicha Cuenca.

Dada la importancia que representa para los agricultores y ganaderos del país el cultivo de la alfalfa en el incremento de su explotación pecuaria, es muy importante conocer los requerimientos nutricionales de esta leguminosa.

En cuanto a macronutrientes se refiere, es sabido que esta leguminosa es ávida en fosforo y potasio. En cuanto a micronutrientes es poco lo que se sabe y por tal motivo nos enfocamos al Manganeso en este estudio.

Las plantas absorben el manganeso en su forma catiónica,  $Mn^{++}$ . Este elemento es generalmente limitado en la superficie arable del suelo, (unos 15-20 cm. de profundidad). Una concentración excesiva puede originar efectos tóxicos. Se encuentra en el suelo determinado por varios factores, tales como el pH ya que en suelos alcalinos pierden totalmente su asimilabilidad por parte de las plantas. También

los excesos de materia orgánica tienen una gran cantidad de elementos competitivos, disminuyendo la absorción del manganeso y muchas bacterias específicas pueden oxidarlo, inmovilizándolo en el suelo. Una alternativa para resolver este problema es la aplicación foliar de manganeso que es generalmente una de las formas más efectivas de corregir la deficiencia en este micronutriente.

Dosis relativamente bajas de aplicación foliar, son a menudo tan efectivas como dosis mayores aplicadas al suelo.

## 1.1. OBJETIVOS.

- 1.- Cuantificar la respuesta de la aplicación foliar del quelato de manganeso en el cultivo de la alfalfa.
- 2.- Determinar la dosis óptima del quelato de manganeso en el cultivo de la alfalfa, en aplicaciones foliares.

II.- REVISION DE LITERATURA.



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

## II.- REVISION DE LITERATURA.

## 2.1 GENERALIDADES.

Uno de los avances científicos de mayor importancia de toda la humanidad, fué el descubrimiento de que las plantas se nutrían por medio de minerales, ya que ésto hizo que los rendimientos se duplicaran varias veces.- Papadaquiksn, J. (1974). El descubrimiento de los fundamentos científicos de la nutrición mineral por las hojas, se sitúa a mediados del siglo pasado cuando el francés E. Gris realizó estudios de Fisiología que pusieron de manifiesto la evidencia de absorción por los tejidos de la hoja. De la Vega, J. I. (1969).

En Estados Unidos y otros países desde 1933 se ha usado con frecuencia la fertilización foliar y sobre todo en frutales para corregir deficiencias de elementos ma yores, como N.P.K. aplicados foliarmente. Jones, J. R. y T. H. Roberts (1949).

Se considera como fertilizante foliar aquel que se aplica a las plantas generalmente en forma líquida y es absorbido por órganos distintos a las raíces especialmente las hojas. Aldrich y Leng (1974).

La aplicación foliar de nutrientes no es hoy en día un sustituto de la fertilización al suelo, excepto para elementos trazas usados en pequeñas cantidades por la planta. Y la mayoría de las veces es un suplemento de la fertilización al suelo. No todos los tipos de plantas responden a la aplicación foliar de nutrientes, muchas características físicas y químicas de las hojas afectan la utilización adecuada del fertilizante y hay más peligro por quemaduras mediante éste método que aplicado al suelo. Morton Air (1962).

## 2.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA FERTILIZACION FOLIAR.

Se considera una ventaja específica de la fertilización foliar el que los nutrientes aplicados al follaje penetren en las hojas con rapidez y puedan ser disponibles para la planta en los momentos críticos. Aldrich, R. S. y E. R. Leng. (1974).

Las ventajas de la fertilización foliar se manifiestan cuando existen suelos con problemas de fijación, retrogradación o lixiviación de elementos, lo cual trae como consecuencia desórdenes por deficiencias en plantas cultivadas. También se manifiesta la ventaja si la planta expone máxima superficie floral. Davis y Lucas (1974).

Los macroelementos necesarios para la planta pueden aplicarse favorablemente, aunque sólo sea un aporte de la necesidad total, no obstante resulta un aporte significativo. Aldrich y Leng (1974).

Muchos cultivos en primavera o verano tienen grandes necesidades de fertilizantes y la absorción por las raíces es limitada, por otro lado las hojas son pequeñas y limitadas en número, lo que trae consecuencia una baja superficie foliar para poder maximizar la absorción de nutrientes aplicados al follaje. Biddulph y Cory (1959).

Una de las desventajas es el porcentaje bajo de aplicación foliar y que el contacto es sólo por unas horas y hay que repetir o usar sustancias poco solubles en agua y pegarlas a las hojas a través de un coadyuvante. Además las hojas no pueden solubilizar sustancias poco solubles como las raíces la cual posee características físicas y químicas que las favorecen. Davis y Papadakis (1974).

Es de mucha importancia el hecho de que las aplicaciones foliares deben realizarse en las primeras horas de la mañana o bien al atardecer para evitar quemaduras al follaje y pérdidas por evaporación y conseguir



así una mayor absorción de los nutrientes. Witte y Jyung (1965).

Una desventaja en general es que cuando las lluvias son prolongadas, las hojas, sobre todo las viejas, pueden abandonar sales minerales y sustancias orgánicas. Así en estudios hechos en frijol puesto en agua destilada durante 24 horas, se comprobó que salieron 7.5 mg. de glúcidos. Por otra parte se ha comprobado que el rendimiento de los cereales puede bajar un 30% en días lluviosos durante el estado lechoso o maduración del grano. Bastin (1979).

### 2.3 COMPARACION ENTRE LA FERTILIZACION FOLIAR Y LA FERTILIZACION AL SUELO.

Las plantas al absorber nutrientes por medio del follaje pueden ser eficientes arriba del 1-0%, ya que las raíces se desarrollan mejor y absorben en su mayor parte del suelo, por otra parte las hojas simplifican el problema de inmovilización de los nutrientes y esto se ha demostrado con radio isótopos, sin embargo para aumentar la eficiencia Papadakis (1974) recomienda que deben sembrarse variedades enanas para evitar la tendencia de crecer de vicio, ya que esto trae como consecuencia rendimientos bajos en granos, frutos, raíces y azúcar.

La fertilización foliar es el método más eficiente cuando se trata de elementos secundarios o menores en pequeñas dosis, sobre todo para corregir deficiencias ya que la respuesta ocurre en menor tiempo que si se aplicase al suelo. Esta deficiencia varía de acuerdo a la tolerancia de las plantas y a los productos químicos que se apliquen. Rubio, J. V. (1974).

Las aplicaciones foliares se han encontrado más eficientes que las aplicaciones al suelo, basadas en Kg. de aumento y producción por Kg. de Nitrógeno aplicado en forma de urea a cebolla, papa, remolacha, y apio. Mc. Call y Davis (1953).

Mihwer y colaboradores (1969). Trabajando en suelos cal cáreos de intensa capacidad fijadora de Fósforo y baja su disponibilidad para las plantas, encontraron que aplicando este elemento foliarmente fué 20 veces más eficiente que aplicado al suelo. En Michigan unos investigadores demostraron que la eficacia de la fertilización foliar sobre la fertilización al suelo depende del tipo de suelo y así por ejemplo en suelos arenosos es 25 veces más eficiente sólo 6 ó 2 veces en las arcillas y suelos orgánicos. Wade y Davis (1953).

## 2.4 ABSORCIÓN Y TRANSPORTE DE NUTRIENTES Y FACTORES FISIOLÓGICOS.

### Transportes y Absorción de los Nutrientes.

Las superficies internas y externas de las plantas - aéreas se encuentran cubiertas por una capa de grasa lipoidal conocida como cutícula. Se ha identificado también sobre las superficies libres del mesófilo de las hojas, sobre las membranas internas de la epidermis en contacto con los espacios internos y recubriendo a las células oclusivas de los estomas. Por lo anterior, es evidente que la cutícula es la primera barrera que debe ser superada por las aspersiones de compuestos químicos al follaje, para posteriormente entrar en contacto con el protoplasma. Esau Katherine (1959).

La cutícula puede variar de espesor tomando en cuenta el tipo de planta, y a su vez las condiciones ambientales y otros factores que influyen sobre su desarrollo. Por otro lado la superficie de la cutícula, la cual puede ser lisa, con pliegues o presentar grietas, además se puede observar cúmulos de cera en gránulos, varillas, en forma de ganchos, costras o capas homogéneas - como la resina de vidrio o masas semilíquidas. Esau Katherine (1959).

Se ha encontrado que la absorción foliar está en relación directa de los estomas y que esta abertura se favorece con mayor humedad atmosférica, temperatura ambiental adecuada y mayor disponibilidad de agua en el suelo. Anónimo (1973).

Se ha descubierto que la abertura y cierre de los estomas ocurre debido a la morfología celular, que bordean al poro (oclusivas) y al llenarse de agua a saturación se alargan y quedan abiertas y flácidas y se cierran si pierden agua. Macvickar, M.H. y Bridger (1963).

Lo que sucede es que la luz al incidir en las células estomáticas, de alguna forma causa un crecimiento en el contenido de solutos y se reduce así la presión estomática, reduciéndose así también la presión de difusión del agua, lo que provoca la entrada de ésta y aumenta luego la presión estomática. Grenlach, V.A., J. Adams (1970).

La tasa de absorción de los nutrientes aplicados foliarmente a la planta, varía de acuerdo a la situación ambiental, concentración en la superficie de la hoja y la deshidratación de las gotas aplicadas, el ángulo de contacto de la solución aplicada y la superficie notada. Las hojas jóvenes absorben mejor que las viejas. Kessler y Mossicki (1958).

## 2.5 COMPORTAMIENTO DEL MANGANESO COMO MICROELEMENTO.

El manganeso resulta ser un elemento imprescindible en la formación de la clorofila, en la reducción de nitratos, y en la respiración. Así como es un catalizador de muchos otros procesos metabólicos, participando en la síntesis proteica y en la formación del ácido ascórbico.

Al manganeso lo absorben las plantas sólo en la forma divalente. Tanto la reacción ácida del suelo, como su baja aireación y alto contenido de humus fomentan la reducción del manganeso a su forma divalente, de fácil asimilación. Por el contrario, todas las medidas que incrementan los procesos de oxidación del suelo a saber: aireación, reacción alcalina, etc., conducen a su fijación intensiva.

En ella pueden tomar parte los microorganismos del suelo. El potasio fomenta la absorción del manganeso. Aún cuando la demasía del manganeso es capaz de ocasionar la presencia de deficiencias férricas, puede suceder también en las plantas una deficiencia simultánea de Fe y Mn. En tales casos las ramas jóvenes muestran las deficiencias férricas, mientras que las hojas adultas manifiestan los síntomas simultáneos de la deficiencia manganésica, debido a su fácil movilidad. En la defi---

ciencia de este elemento adquieren las áreas foliares - intercostales una ténua coloración verde, conservando - las nervaduras su color obscuro. Este tipo de deficiencia puede combatirse por medio de una fertilización - simple de sulfato de manganeso (45-67 Kg./Ha.), o mediante una aspersión al 0,5-2% del mismo compuesto. A. Jacob (1973).

## 2.6 IMPORTANCIA DE LOS QUELATOS.

La principal importancia de los quelatos metálicos solubles surge de su capacidad para incrementar la solubilidad se incrementa por las corrientes de difusión y convección. El incremento en solubilidad y movilidad tiene marcados efectos en muchos aspectos de la química y fertilidad de los suelos. El movimiento y disponibilidad de los metales mejorados, y éste es el principal objetivo de las aplicaciones de quelatos metálicos de micro nutrimentos a los suelos. Sin embargo, un incremento en la disponibilidad de los metales puede ser indeseable, si son acumulados por las plantas metales pesados potenciales peligrosos o núcleos radiactivos. Bard A. J. (1966).

La quelación de metales es también un factor importante en la formación del suelo, contribuyendo al desgaste de minerales del mismo y al transporte de los quiones metálicos liberados. La solubilización y transporte de

metales también puede contribuir a la presencia o acumulación de niveles peligrosos de metales en los suplementos de agua. Actualmente, existe una preocupación considerable respecto a la capacidad de formar complejos de los sistemas de tratamiento de drenajes. Se requiere un mejor entendimiento de los beneficios y peligros potenciales, tanto de la adición intencional como por coincidencia de quelatos metálicos y agentes a los suelos. Brow J.C. (1969).

Los agentes quelantes son utilizados con frecuencia en extracciones de diagnóstico para nutrientes disponibles o lábiles y son utilizados para la solubilización selectiva a fraccionamiento en las fases minerales de los suelos. Una aplicación relacionada y parcialmente explotada de la quelación de metales se realiza en estudios de solubilidad, reacciones de intercambio y otros aspectos de la química de los metales micronutrientes. Es esencial un buen entendimiento del equilibrio del metal-quelato para un uso efectivo de los agentes quelantes para todos éstos propósitos. Norvell (1969).

## 2.7 QUELACION DE MANGANESO.

El  $Mn^{2+}$  tiene una capacidad mucho menor para el  $Zn^{2+}$  o

el  $\text{Cu}^{2+}$ . Esto es evidente en las relaciones metal que lado a catión libre que alcanzan un máximo de únicamente  $10^6$  para el  $\text{Mn}^{2+}$ , al máximo pH<sup>9</sup>, contra  $10^9$  para el  $\text{Zn}^{2+}$  y  $10^{12}$  para  $\text{Cu}^{2+}$ , al mismo pH. A valores de pH por debajo de 6.3 aproximadamente, ninguno de los agentes quelantes elevó la relación de Mn quelado a  $\text{Mn}^{2+}$  por encima de 1. En suelos con valores de pH cercanos al neutro, el CDTA (Acido ciclohexano diaminatetracético), el DTPA (Acido dietilentiminapentacético), el EDTA (Acido etilendiamina tetraacético) y HEDTA (Acido hidroxietilendiamina-tetraacético). Son los agentes quelantes más efectivos para el  $\text{Mn}^{2+}$ . A valores de pH superiores, el DTPA y CDTA son claramente los más efectivos, seguidos por el EDTA y HEDTA. Ninguno de los otros agentes quelantes incrementan significativamente el valor de Mn quelado. Bulter J.N. (1964).

Los resultados de Geering et al (1969), sugieren que los complejos naturales en soluciones del suelo mantienen una relación Mn-quelato a  $\text{Mn}^{2+}$  aproximadamente de  $10^1$  ó  $10^2$  en suelos ácidos, neutros y clacáreos. A una concentración de  $10^{-4}\text{M}$ , ninguno de los agentes quelantes como el NTA (Nitrotriácético), EDTA (Acido etilendiamina tetraacético) EGTA (Acido etilenglicial-bis) (2-amina- etil eter) (tetra acético), CIT, (Acido cítrico), HEDTA



(Acido hidroxi-etilendiamina-tetracético), CDTA (Acido ciclohexana diaminatetracético), OX (Acido Oxálico), -- excedería la importancia de los complejos naturales en Mn, en soluciones de suelo ácido. Por encima de pH7, -- solamente DTPA y CDTA parecen capaces de elevar signifi-- cativamente la concentración de Mn soluble por encima -- de los niveles normales mantenidos por agentes formados -- de complejos naturales. Las concentraciones de  $Mn^{2+}$  en solución del suelo son muy variables y fuertemente -- influenciadas por reacciones de óxido-reducción. Las -- estabilidades de los quelatos de Mn reflejan la varia-- bilidad de las concentraciones de  $Mn^{2+}$ .

Geering et al (1969) encontró concentraciones de  $Mn^{2+}$  en un rango de aproximadamente  $10^{-7}$  a  $10^{-9}M$  en algunos -- suelos neutros y calcáreos incubados a una tensión de -- humedad del suelo de 0.15 atm. A estas concentraciones de  $Mn^{2+}$ , el Mn-DTPA y el Mn-CDTA deberían ser moderada-- mente estables, e incluso el Mn-EDTA y el Mn-HEDTA debe-- rían tener una estabilidad parcial. Sin embargo, estas concentraciones de  $Mn^{2+}$  pueden sobreestimar la solubili-- dad del  $Mn^{2+}$  y la estabilidad del quelato de Mn bajo -- condiciones de suelo mejor aireado.

Norvell y Lindsay (1969) datos no publicados encontra-- ron que el Mn-DTPA y el Mn-EDTA eran inestables en sus-- pensiones aireadas de suelos con valores de pH de 5.7 -- a 7.9. Estos resultados sugieren concentraciones de --

$Mn^{2+}$  menores de  $10^{-7}M$  en suelos ácidos y menores de  $10^{-10}M$  en suelos alcalinos. Es posible que aún los quelatos de Mn más efectivos considerados aquí pueden tener estabilidades satisfactorias en suelos únicamente bajo condiciones donde la solubilidad del  $Mn^{2+}$  es relativamente alta y por lo tanto no es necesario la existencia de quelatos de Mn.

## 2.8 QUELACION DE OTROS METALES PESADOS.

La solubilidad y la movilidad de los metales pesados en los suelos es muy importante. Las adiciones de agentes quelantes para propósitos agronómicos, pueden incrementar en gran medida los peligros de contaminación del suelo por metales pesados. Por esta razón es deseable probar las capacidades de los quelantes para formar quelatos con metales pesados en adición a los formados con los metales micronutrientes. Geering A. R. (1969).

Las relaciones de Cd-quelato a  $Cd^{2+}$  para los agentes quelantes (OX,  $P_3O_{10}$ , NTA, EGTA, CDTA, DTPA, y EDDHA (Acido di-hidroxifeniacético estilendiamina), CIT -  $P_2O_7$ , HEDTA, EDTA. Su efectividad como quelatos para  $Cd^{2+}$  en los suelos calcáreos puede ser: DTPA > CDTA, EDTA > HEDTA, EGTA > NTA >  $P_2O_7$ ,  $P_3O_{10}$ , CIT > OX > EDDHA.

En suelos ligeramente ácidos podría cambiar a: EGTA, - EDTA, DTPA, CDTA, HEDTA > NTA  $P_3O_{10}$   $P_2O_7$ , OX > EDDHA. - Mostrando un equilibrio entre  $H^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Al^{3+}$  y  $Fe^{3+}$ , suponiendo que las concentraciones para cada uno de los agentes es de  $10^{-4}$  M. Las relaciones de Cd-quelato a  $Cd^{2+}$  para  $P_2O_7 > P_3O_{10}$ , CIT, OX y EDDHA, son todas tan bajas que éstos agentes quelantes esencialmente no tendrían influencia en la quelación de  $Cd^{2+}$  en suelos. El Cd-NTA es un quelato intermedio con respecto a estabilidad entre los quelatos de  $Cd^{2+}$  de los agentes -- quelantes simples tales como los fosfatos condensados y los quelatos de Cd altamente estables como Cd-DTPA - (a pH alto) o Cd-EGTA (a pH bajo).

Las relaciones calculadas de Ni-quelato a  $Ni^{2+}$  se comparan las capacidades de  $P_3O_{10}$ , OX, EDDHA, EDTA, DTPA, y EGTA, CIT, NTA, EDTA, HEDTA, presentando un equilibrio entre  $H^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Al^{3+}$  y  $Fe^{3+}$ , en cuya suposición las concentraciones para cada agente quelante es de  $10^{-4}$  M. La efectividad de los agentes quelantes como quelato para  $Ni^{2+}$  en suelos calcáreos podría ser presentada en el siguiente orden:

DTPA, HEDTA, EDTA > CDTA > NTA, EDDHA, CIT, OX, EGTA, - CIT, EGTA,  $P_3O_{10}$ . En suelos ligeramente ácidos su efectividad es reducida y cambia a: HEDTA > EDTA, DTPA > ---

CDTA, NTA > OX, EDDHA, CIT, EGTA,  $P_3O_{10}$ . Claramente, el DTPA, HEDTA,  $Ni^{2+}$  en suelos. El Ni-NTA y el Ni-EDDHA tienen estabilidades menores, pero significativa para quelar el  $Ni^{2+}$  en suelos. Haertl, E. J. (1963).

## 2.9 CORRECCION DE DEFICIENCIAS DE MICRONUTRIENTES.

La fertilización de micronutrientes se está volviendo cada vez más compleja debido a la introducción de nuevas fuentes y al uso de nuevos métodos de aplicación. Adriano D.C. (1970).

## 2.10 MANGANESO.

Las deficiencias de Mn son a menudo observadas en suelos bien drenados con reacción neutra o calcárea. Sin embargo, ciertos suelos orgánicos y algunos suelos minerales contienen cantidades mayores de materia orgánica y pueden exhibir deficiencia de Mn con un pH ligeramente ácido. La deficiencia de Mn se presenta con frecuencia en plantas de grano pequeño y en leguminosas de semilla grande; sin embargo, también ha sido reportada en una gran variedad de vegetales y algunas frutas, DeMooy C. J. (1970).

## 2.11 FUENTES.

El  $MnSO_4$  es el transportador más común de Mn. Es muy soluble y puede ser utilizado como tratamiento de suelo o foliar. Las formas queladas de Mn han sido utilizadas exitosamente como aplicaciones foliares, pero los quelatos aplicados al suelo en general no han sido tan efectivos como en  $MnSO_4$ . El óxido de manganeso, un transportador de este elemento utilizado desde hace poco tiempo, es ligeramente soluble en agua pero, en general, compara favorablemente con el  $MnSO_4$ . Los transportadores menos utilizados de Mn incluyen fritas de Mn,  $MnCO_3$  y  $MnO_2$ . Brown A.L. (1962).

## 2.12 METODOS Y TASAS DE APLICACION.

La deficiencia de Mn inducida por cal puede ser eventualmente corregida por adicificación al suelo a través del uso de fertilizantes formadores de ácido o de S elemental. Garey y Barber, (1952).

Tisdale y Bertramson, (1950). Sin embargo, la adicificación del suelo puede requerir algunos años y el tratamiento puede ser considerablemente más caro que el uso de fertilizantes de Mn. Por lo tanto, la corrección de la deficiencia de Mn por acidificación del suelo no será incluida en esta revisión.

### 2.13 TRATAMIENTO DEL SUELO.

La aplicación de Mn al suelo es el método más común para corregir la deficiencia de este elemento. La tasa óptima de aplicación depende del pH del suelo, contenido de materia orgánica, fuente de Mn, método de incorporación y algunos otros factores. Los fertilizantes solubles de Mn revierten rápidamente a las formas no disponibles, poco tiempo después de haber sido aplicados a suelos deficientes de Mn. Por la efectividad de los fertilizantes Mn puede ser afectada por el método de aplicación. Los investigadores han evaluado a menudo diversos transportadores de Mn en pruebas de aplicación amplia, pero este tipo de aplicación es rara vez recomendado debido a que las altas tasas son mucho más caras que si el Mn fuera aplicado en forma de banda o por aspersión foliar. Dick, A.T. (1956).

Sheperd, Lawton y Davis (1960) observaron que cuando el  $MnSO_4$ ,  $MnO$ , fritas de Mn y sulfato-carbonato de Mn (NuM) fueron aplicados en un fimo de Houghton a una tasa de 56 Kg./Ha. de Mn, los rendimientos de cebolla fueron consistentemente más elevados cuando la aplicación fué en banda que cuando se hizo en forma amplia de Mn. Similarmente, Randall y Schulte (1971) encontraron que 5.6 Kg./Ha. de Mn aplicados en banda como  $MnSO_4$

fueron aproximadamente equivalentes a 67.2 Kg/Ha. de Mn aplicados en forma amplia.

Carroll y Gammon (1967) encontraron que la localización en agujeros del  $MnSO_4$  para árboles de nectarina fué mucho más efectiva en términos de concentración de Mn en las hojas que las aplicaciones amplias.

La mayoría de los investigadores han observado que la incorporación de Mn en fertilizantes formadores de ácido mejora la efectividad en tratamiento de Mn. Steckel, (1946); Mederki, Hoff y Wilson, (1960).

Ludwick y Attos (1968), notaron que la fusión de  $MnSO_4$  con un transportador de fertilizante ácido fue superior a la de un transportador de fertilizante neutro cuando la mezcla fertilizante- $MnSO_4$  fué aplicada con un taladro de grano, en avena.

Medercki et al, (1960), encontraron que la capacitación de MnO o  $MnSO_4$  aplicado en banda con fertilizante P-K, N-P-K o N-P. En la mayoría de los casos, el uso de N-P o K individualmente con Mn no mejoró la captación de éste elemento. A pesar del tratamiento con fertilizante, el  $MnSO_4$  proporcionó consistentemente tejidos con mayor concentración de Mn que el MnO.

Fitts, Gammon y Fobes (1967), catalogaron los diversos fertilizantes de Mn como sigue:  $MnSO_4$  MnO (41% Mn) --  $MnCO_3$   $MnO_2$  ninguno MnEDTA.

Shepherd et al, (1960), encontraron que el  $MnSO_4$ , MnO (68%), MnO (48%), NuM y fritas de Mn (FN 239 80 fueron igualmente efectivos en incrementar el rendimiento de cebollas, con tomates.

Fiskell y Mourkedes (1955), encontraron que el  $MnSO_4$  - está ligeramente más disponible que el MnO; el  $MnO_2$  y el MnEDTA no fueron tan efectivos como el  $MnSO_4$  o el MnO.

Varios investigadores han notado que el MnEDTA aplicado al suelo es algunas veces menos efectivo que el --  $MnSO_4$  en suelos altos en materia orgánica (Rumpel et al., 1967). Wilcox y Cantiffree, (1969).

En un estudio reciente, Randall y Schutte (1971), encontraron que el MnEDTA aplicado al surco intensificó la deficiencia de Mn y redujo los rendimientos de soja, mientras que un incremento significativo en rendimiento fué notado con  $MnSO_4$ . Algunos reportes indican que el EDTA puede causar fitotoxicidad, especialmente en - suelos arenosos. Sin embargo, trabajos más recientes -



muestran que la pobre respuesta al Mn EDTA parece ser el resultado de una sustitución por Fe del Mn en la molécula del quelato, una subsecuente reducción en la capacidad de Fe y una reducción en la captación de Mn. - Knezek y Greinert, (1971).

#### 2.14 TRATAMIENTOS FOLIARES.

La aplicación foliar de Mn es generalmente una de las formas más efectivas de corregir la deficiencia de éste elemento. Tasas relativamente bajas de aplicación son a menudo tan efectivas como tasas mayores de Mn aplicadas al suelo. Generalmente, el  $MnSO_4$  es considerado como el transportador inorgánico de Mn más efectivo para aspersión foliar, mientras que el MnEDTA, es un transportador orgánico de Mn, es comúnmente efectivo como aspersor foliar. Ozaki (1955).

Shepherd et al, (1960) observaron que 3.8 Kg/Ha. de Mn aplicados por aspersión como  $MnSO_4$  eran tan efectivos sobre cebollas como 56 Kg/Ha. de Mn aplicados en forma amplia. El trabajo de investigación es suficiente para corregir la deficiencia de Mn en la mayoría de las plantas.

Cox (1968) Encontró que aplicaciones por aspersión de 2.2 Kg/Ha. de Mn optimizaban los rendimientos de soja;

aumentando la tasa de aplicación a 4.4 Kg/Ha. no hubo incrementos en el rendimiento.

Mederseki y Hoff (1958) observaron que 2.9 kg/ha. de Mn corregían satisfactoriamente la deficiencia de este elemento en plantas de soja.

Hammes y Berger (1960) encontraron que una sola aplicación de 1.7 kg/ha. de Mn como  $MnSO_4$  corregía generalmente la deficiencia de este elemento en avena.

Randall y Schulte (1971) compararon la aplicación foliar de  $MnSO_4$  y MnEDTA en plantas de soja y encontraron una relación de 3:1 entre las fuentes inorgánicas y orgánicas de Mn. 0.56 kg/ha. de Mn como  $MnSO_4$  fueron aproximadamente iguales en efectividad que 0.17 kg/ha. de Mn aumentó el rendimiento ligeramente, por la aplicación de más de 1.12 kg/ha. de Mn como  $MnSO_4$  resultó en una ligera reducción de rendimiento, probablemente debido al daño a las hojas causado por el tratamiento de aspersión.

La deficiencia de Mn en árboles frutales y en frutas pequeñas es casi siempre corregida con aspersiones foliares. La aplicación anual de 1.12 kg/ha. de Mn como  $MnSO_4$  corrigió la deficiencia de este elemento en naranjas y mejoró significativamente el rendimiento y

Los requerimientos similares han sido observados en -- muchas otras frutas, Labanauskas (1962).

## 2.15 EFECTO RESIDUAL.

Algunos estudios han mostrado que cuando son aplicadas cantidades sustanciales de Mn, a veces ocurre alguna - respuesta residual. Cuando en una cosecha fué levantada después de una cosecha de maíz que fué tratada con 112 kg/ha de Mn residual en un experimento de invernadero.- En general, fueron observadas respuestas significativas para todas las formas de Mn, pero los efectos residua-- les de MnEDTA y de fritas de Mn tendieron a ser superio-- res al  $MnSO_4$ , MnO y NuM. Shepherd, et, al. (1960).

Rumpel, Ellis y Davis (1967) encontraron que las segun-- das cosechas de espinaca, así como las de rábanos, - - desarrolladas en invernadero respondían significativa-- mente a aplicaciones amplias de 45 y 134 kg/ha. de Mn - como  $MnSO_4$ . Generalmente, fué requerida la tasa mayor - de aplicación para rendimientos ótimos en la segunda -- cosecha mientras que 45 kg/ha. de Mn fueron la tasa -- óptima para la primera cosecha.

Muy pocas respuestas residuales han sido observadas en experimentos de campo. Parece que la tasa de Mn aplicada en el campo es rara vez suficientemente alta para resul

tar en un depósito posterior para la cosecha subsecuente.

Henkens y Smilde (1967) encontraron que el  $MnSO_4$  y la frita de Mn incrementaron el nivel de Mn disponible en el suelo, pero los rendimientos de avena no se incrementaron. Carroll y Gammon (1967) notaron que las cosechas sucesivas de trébol-pasto Bahía mostraron un incremento en la captación de Mn luego de una aplicación de 33 kg/ha. de Mn como  $MnSO_4$ , pero los rendimientos no fueron afectados. En esta prueba el  $MnSO_4$  incrementó la captación de Mn más que el  $MnO_2$  y  $MnCO_3$ .

## 2.16 TOXICIDAD.

Los excesos de Mn o toxicidad ocurren en suelos fuertemente ácidos o inundados. Normalmente concentraciones tóxicas de Mn no se encuentran a valores de pH superiores a 6.5 a menos que los suelos tengan en forma natural cantidades abundantes de Mn en regímenes de pH alto debido a un exceso de fertilización con Mn, prácticamente no existen síntomas de toxicidad. Giddens j. (1960).

III.- MATERIALES Y METODOS.



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

### III.- MATERIALES Y METODOS.

#### 3.1.- SITUACION DEL AREA DE ESTUDIO .

El presente trabajo fué desarrollado durante los meses de Mayo y Junio de 1983. Perteneciente al Municipio de Amacueca, Jal. localizado a los 20°01' de latitud norte y 103°34' de longitud oeste del Meridiano de Greenwich y con una altura sobre el nivel del mar de 1,350 Mts.

#### 3.2.- CARACTERISTICAS CLIMATICAS.

##### 3.2.1.- Generalidades.

Para el análisis de las condiciones climáticas de la zona de estudio, se tomaron los datos que reporta el Instituto de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Guadalajara y de la carta de climas de la Secretaría de la Defensa Nacional, correspondiente a la población de Amacueca, Jal. con un período de más de 10 años.

##### 3.2.2.- Datos Meteorológicos.

Los datos registrados más importantes, se presentan a continuación:

|                                    |             |
|------------------------------------|-------------|
| Temperatura media anual            | 18°C a 20°C |
| Precipitación pluvial media anual  | 578.3       |
| Precipitación pluvial máxima anual | 752.7       |
| Precipitación pluvial mínima anual | 428.0       |
| Promedio de días despejados anual  | 133.4       |
| Velocidad en Km/Hr                 | S-16        |

### 3.2.3.-Clasificación del Clima.

Esta se realizó de acuerdo a la clasificación de climas según Koppen modificada por E. García, quedando definida de la siguiente manera:

BSI ñ (h) w (w) (i') g

BSI = El menor seco de los estepario

ñ (h) = Semicálido, temperatura media anual - entre 18 y 22 °C la del mes más frío - 18 °C.

w(w) = Régimen de lluvia de verano: por lo - menos 10 veces mayor cantidad de llue- via en el mes más húmedo de la mitad - caliente del año, que en el mes seco, con un porcentaje de lluvia invernal - 5 de la anual.

(i')g = Con poca oscilación, entre 5 y 7°C con el mes más caliente antes de Junio.

### 3.3.- CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS.

Los suelos que comprende el área de estudio son de origen lacustre y el grado de desarrollo es semidesarrollado predominando las texturas finas a medias con buena profundidad y con drenaje limitado debido a las condiciones físicas y orográficas que presenta la zona, esto da como consecuencia problemas de reacción del suelo predominando las reacciones alcalinas que oscilan entre un pH de 8.9 medio propicio según su reacción para que prosperen la mayoría de las leguminosas por ser exigentes éstas. A este tipo de elementos como es el calcio y por consecuencia en la mayoría de éstos, la presencia de potasio asimilable se ve limitada ya que estos dos elementos presentan antagonismo como con el otro, debido a este problema es de esperarse que las aplicaciones de potasio, directamente a la planta sean bien aceptadas para cualquier cultivo.

La Dirección de Estudios del Territorio Nacional (Detenal) clasifica a los suelos del área de estudio como vctHh-ms13 (vertisol pelico predominante y Feozem haplico como suelos secundarios, textura fina y moderadamente salinos).



## CUADRO NUMERO 1.

Propiedades físicas y químicas del suelo en donde se estableció el lote experimental de fertilización foliar de fósforo y potasio en el cultivo de la Alfalfa (Laboratorio de Suelos y apoyo técnico de la Cuenca Lerma Chapala Santiago).

| DETERMINACION                             | PROFUNDIDAD 30 CM. |
|---|--------------------|
| 1.- Textura                               |                    |
| 1.1.- Arena                               | 56.36              |
| 1.2.- Limo                                | 14.36              |
| 1.3.- Arcilla                             | 29.28              |
| Clasificación de Textura                  | Franca Arenosa     |
| Relación (pH)                             | 8.67               |
| Conductividad Eléctrica mmhos/cm. a 25 °C | 0.40               |
| Materia Orgánica                          | 1.42               |
| Nitrógeno Total                           | 0.10               |
| Potasio                                   | 1.47               |
| Calcio                                    | 1.13               |
| Magnesio                                  | 6.71               |

## CUADRO NUMERO 2.

Reporte de Análisis Foliar en el cultivo de la Alfalfa antes de hacer la aplicación foliar de Manganeso.

| ELIEMENTO | %    | P.P.M. | PUNTO DE REFERENCIA<br>(CONTENIDO) |
|-----------|------|--------|------------------------------------|
| Nitrógeno | 4.50 |        | Alto                               |
| Fósforo   | 0.53 |        | Normal                             |
| Potasio   | 2.41 |        | Bajo                               |
| Calcio    | 1.69 |        | Bajo                               |
| Magnesio  | 0.30 |        | Bajo                               |
| Manganeso |      | 55     | Bajo                               |
| Hierro    |      | 113    | Normal                             |
| Zinc      |      | 33     | Bajo                               |
| Cobre     |      | 35     | Normal                             |
| Boro      |      | 75     | Normal                             |
| Sodio     |      | 2.18   | Normal                             |

## 3.4.- DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS

En el presente estudio se usó un diseño experimental de "BLOQUES AL AZAR" con 6 repeticiones y 6 tratamientos.

La parcela experimental fué de 2 mts. de ancho por 10 mts. de largo, Para la parcela útil en los lados laterales se eliminaron 20 cm., quedando ésta de 2,60 mt<sup>2</sup>;

cabe mencionar que el cultivo fué sembrado al boleo y con una cantidad de semilla de 40 Kg/Ha.

Los tratamientos utilizados fueron los siguientes:

|   |  |               |               |
|---|--|---------------|---------------|
| A | 0.5 Kg. KELATEX_MN* + 500cc. INEX_A** en | 14322.920 Kg. | 500 Lts. agua |
| B | 1.0 Kg. KELATEX_MN* + 500cc. INEX_A** en | 14687.500 Kg. | 500 Lts. agua |
| C | 1.5 Kg. KELATEX_MN* + 500cc. INEX_A** en | 14895.830 Kg. | 500 Lts. agua |
| D | 2.0 Kg. KELATEX_MN* + 500cc. INEX_A** en | 14635.420 Kg. | 500 Lts. agua |
| E | 2.5 Kg. KELATEX_MN* + 500cc. INEX_A** en | 16041.670 Kg. | 500 Lts. agua |
| F | TESTIGO                                  | 13802.000 Kg. |               |

\* Complejo de manganeso de EDTA

\*\* 31% Penetrante, dispersante, humectante

69% solvente

100%

## RELACION DE PARCELAS, TRATAMIENTOS Y DOSIS DEL PRODUCTO.

| No. PARCELAS | TRATAMIENTO | DOSIS DEL PRODUCTO<br>(KELATEX MN + INEX A)                  |
|--------------|-------------|--|
| 1            | E           | 2.5 Kg. KELATEX MN + 500cc. INEX A en -<br>500 Lts. de agua. |
| 2            | C           | 1.5 Kg. KELATEX MN + 500cc. INEX A en -<br>500 Lts. de agua. |
| 3            | D           | 2.0 Kg. KELATEX MN + 500cc. INEX A en -<br>500 Lts. de agua. |
| 4            | A           | 0.5 Kg. KELATEX MN + 500cc. INEX A en -<br>500 Lts. de agua. |
| 5            | B           | 1.0 Kg. KELATEX MN + 500cc. INEX A en -<br>500 Lts. de agua. |
| 6            | F           | TESTIGO.   |
| 7            | B           | 1.0 Kg. KELATEX MN + 500cc. INEX A en -<br>500 Lts. de agua. |
| 8            | A           | 0.5 Kg. KELATEX MN + 500cc. INEX A en -<br>500 Lts. de agua. |
| 9            | E           | 2.5 Kg. KELATEX MN + 500cc. INEX A en -<br>500 Lts. de agua. |
| 10           | C           | 1.5 Kg. KELATEX MN + 500cc. INEX A en -<br>500 Lts. de agua. |
| 11           | D           | 2.0 Kg. KELATEX MN + 500cc. INEX A en -<br>500 Lts. de agua. |
| 12           | F           | TESTIGO.   |
| 13           | A           | 0.5 Kg. KELATEX MN + 500cc. INEX A en -<br>500 Lts. de agua. |
| 14           | B           | 1.0 Kg. KELATEX MN + 500cc. INEX A en -<br>500 Lts. de agua. |
| 15           | C           | 1.5 Kg. KELATEX MN + 500cc. INEX A en -<br>500 Lts. de agua. |

| No. PARCELAS | TRATAMIENTO | DOSIS DEL PRODUCTO<br>(KELATEX MN + INEX A)                  |
|--------------|-------------|--|
| 16           | D           | 2.0 Kg. KELATEX MN + 500cc. INEX A en -<br>500 Lts. de agua. |
| 17           | E           | 2.5 Kg. KELATEX MN + 500cc. INEX A en -<br>500 Lts. de agua. |
| 18           | F           | TESTIGO.   |
| 19           | C           | 1.5 Kg. KELATEX MN + 500cc. INEX A en -<br>500 Lts. de agua. |
| 20           | E           | 2.5 Kg. KELATEX MN + 500cc. INEX A en -<br>500 Lts. de agua. |
| 21           | D           | 2.0 Kg. KELATEX MN + 500cc. INEX A en -<br>500 Lts. de agua. |
| 22           | B           | 1.0 Kg. KELATEX MN + 500cc. INEX A en -<br>500 Lts. de agua. |
| 23           | A           | 0.5 Kg. KELATEX MN + 500cc. INEX A en -<br>500 Lts. de agua. |
| 24           | F           | TESTIGO.   |
| 25           | B           | 1.0 Kg. KELATEX MN + 500cc. INEX A en -<br>500 Lts. de agua. |
| 26           | D           | 2.0 Kg. KELATEX MN + 500cc. INEX A en -<br>500 Lts. de agua. |
| 27           | A           | 0.5 Kg. KELATEX MN + 500cc. INEX A en -<br>500 Lts. de agua. |
| 28           | E           | 2.5 Kg. KELATEX MN + 500cc. INEX A en -<br>500 Lts. de agua. |
| 29           | C           | 1.5 Kg. KELATEX MN + 500cc. INEX A en -<br>500 Lts. de agua. |
| 30           | F           | TESTIGO.   |
| 31           | D           | 2.0 Kg. KELATEX MN + 500cc. INEX A en -<br>500 Lts. de agua. |
| 32           | A           | 0.5 Kg. KELATEX MN + 500cc. INEX A en -<br>500 Lts. de agua. |
| 33           | E           | 2.5 Kg. KELATEX MN + 500cc. INEX A en -<br>500 Lts. de agua. |

| No. PARCELA | TRATAMIENTO | DOSIS DEL PRODUCTO<br>(KELATEX_MN + INEX_A)                  |
|-------------|-------------|--|
| 34          | C           | 1.5 Kg. KELATEX_MN + 500cc. INEX_A en -<br>500 Lts. de agua. |
| 35          | B           | 1.0 Kg. KELATEX_MN + 500cc. INEX_A en -<br>500 Lts. de agua. |
| 36          | F           | TESTIGO.   |

Fig. No. 1 DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS EN EL CAMPO EN SEIS REPETICIONES

VI

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 5  | 3  | 2  | 4  | 1  | 6  |
| 36 | 35 | 34 | 33 | 32 | 31 |

V

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 2  | 5  | 3  | 4  | 6  |
| 30 | 29 | 28 | 27 | 26 | 25 |

IV

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 2  | 5  | 4  | 3  | 1  | 6  |
| 24 | 23 | 22 | 21 | 20 | 19 |

I

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 4 | 3 | 1 | 5 | 6 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

II

|   |   |   |    |    |    |
|---|---|---|----|----|----|
| 2 | 3 | 5 | 4  | 1  | 6  |
| 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |

III

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 2  | 1  | 4  | 3  | 5  | 6  |
| 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |

\*\*

\* NUMERO DE PARCELA

\*\* NUMERO DE TRATAMIENTO

### 3.5.- COSECHA Y OBSERVACIONES.

Cabe hacer notar que la motivación por la cual fueron elegidos los tratamientos, fué iniciativa personal. Basado en análisis de suelo y de tejido para resolver un problema con la fertilización foliar de manganeso en forma quelatada, ya que los requerimientos de éste micronutriente son importantes en la producción de este tipo de leguminosas.

El 15 de Mayo de 1983 se circularon las parcelas y ese mismo día se hicieron los muestreos de suelos y follaje.

El día 17 del mismo mes se hizo el primer corte a la alfalfa, puesto que este cultivo tenía 102 días de nacida.

El día 19 del mismo mes se hicieron las aplicaciones de los tratamientos en las parcelas, tomando en cuenta los resultados de los niveles de manganeso del análisis de tejido para elegir los tratamientos correspondientes.

El día 5 de Junio se le dió un riego por aspersión de 8 horas de duración.



El día 7 de Junio se aplicó 1.5 Lts. de paratión metálico al 50% en 500 Lts. de agua/Ha. para prevenir al cultivo de plagas del follaje.

Cosecha.- El experimento fué cosechado el 18 de Junio de 1983 contemplando de la fecha de aplicación de los tratamientos a la cosecha un lapso de 28 días.

El producto de cada parcela útil fué depositada en un canasto y pesándose, cabe mencionar que en el momento en que la máquina iba cortando la alfalfa, ésta inmediatamente se iba pesando, por lo tanto los resultados fueron en alfalfa verde.

## IV.- RESULTADOS Y DISCUSIONES.

## 4.1. Análisis de varianza.

En este capítulo se presentan y discuten las respuestas que arrojaron los tratamientos en estudio, los cuales se analizan en función al rendimiento en toneladas por hectárea de forraje verde de alfalfa.

Los resultados de forraje verde total y promedio obtenidos en ton/ha. se presentan en el cuadro No. 3 y el análisis de varianza respectivo en el cuadro No. 4, así mismo la prueba de comparación de medidas de los tratamientos en estudio se presenta en el cuadro No. 5, aún cuando el análisis de varianza nos indica que no hay significancia.

CUADRO No. 3: CONCENTRACION DE RESULTADOS ARROJADOS (TON/EA) POR LOS TRATAMIENTOS EN PRUEBA BAJO EL DISEÑO DE BLOQUES AL AZAR.

| TRATAMIENTOS | R E P E T I C I O N E S |        |        |        |        |        | SUMA    | PROMEDIO      |
|--------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------------|
|              | I                       | II     | III    | IV     | V      | VI     |         |               |
| A            | 13.750                  | 14.062 | 14.062 | 15.000 | 14,375 | 14.687 | 85.936  | 14.322        |
| B            | 15.625                  | 12.812 | 14.375 | 14.375 | 16.562 | 14.375 | 88.124  | 14.687        |
| C            | 15.000                  | 15.312 | 15.000 | 15.937 | 13.750 | 14.375 | 89.374  | 14.895        |
| D            | 16.875                  | 15.312 | 12.500 | 14.375 | 16.250 | 12.500 | 87.812  | 14.635        |
| E            | 15.937                  | 15.312 | 15.312 | 17.500 | 16.562 | 15.625 | 96.248  | 16.041        |
| F            | 13.437                  | 13.750 | 14.687 | 13.437 | 14.375 | 13.125 | 82.811  | 13.802        |
| TOTALES      | 90.624                  | 86.560 | 85.936 | 90.624 | 91,874 | 84.687 | 530.305 | GRAN<br>TOTAL |
| PROMEDIO     | 15.104                  | 14.426 | 14.322 | 15.104 | 15.312 | 14,114 |         |               |
| MEDIA GRAL.  | 14.730                  |        |        |        |        |        |         |               |

## CALCULO DEL ANALISIS DE VARIANZA:

$$1.- F.C. = \frac{X^2}{rt} = \frac{(530.305)^2}{6 \times 6} = \frac{281223.39}{36} = 7811.76$$

$$2.- S.C. \text{ total} = \sum X^2 y - F.C. = (13.750^2 + \dots + 13.125^2) - F.C. \\ = 61.5890$$

$$3.- S.C. \text{ repeticiones} = \frac{\sum X_j^2}{t} - F.C. = \frac{(90.624^2 + \dots + 84.687^2)}{6} - F.C. \\ = \frac{9212.7094 + \dots + 7171.8880}{6} - F.C. = \\ = \frac{46915.768}{6} = F.C. \\ = 7819.2947 - 7811.76 = 7534$$

$$4.- S.C. \text{ tratamientos} = \frac{\sum X \cdot j^2}{r} - F.C. = \frac{(85.936^2 + \dots + 82.811^2)}{6} - F.C. \\ = \frac{7384.9961 + \dots + 6857.6617}{6} - F.C. = \\ = \frac{46970.834}{6} - F.C. \\ = 7828.4723 - 7811.76 = 16.712$$

$$5.- S.C. \text{ error} = S.C. \text{ total} - (S.C. \text{ repeticiones} + S.C. \text{ tratamientos}) \\ = 61.5890 - (7.534 + 16.712) \\ = 61.5890 - 24.246 \\ = 37.343$$

Con estos cálculos se procedió a elaborar el análisis de varianza que se presenta en el cuadro No. 3.

Cuadro No. 4 ANALISIS DE VARIANZA DEL DISEÑO DE BLOQUES AL  
AZAR CON 6 REPETICIONES Y 6 TRATAMIENTOS.

| CAUSAS DE VARIACION | G.L. | S.C.   | C.M.  | Fc    | Ft   |      |
|---------------------|------|--------|-------|-------|------|------|
|                     |      |        |       |       | 0.05 | 0.01 |
| TRATAMIENTOS        | 5    | 16.712 | 3.342 | 2.237 | 2.60 | 3.85 |
| REPETICIONES        | 5    | 7.534  | 1.507 | 1.008 |      |      |
| ERROR               | 25   | 37.343 | 1.493 |       |      |      |
| TOTAL               | 35   | 61.589 |       |       |      |      |

$$C. V. = \frac{C M_{ee}}{X} \times 100 = \frac{1.493}{14.73} \times 100 = 8.29\%$$

Simbología.

G.L. = Grados de libertad

S.C. = Suma de cuadrados

C.M. = Cuadrado medio

F.C. = Factor de corrección

Fc = F. calculada

Ft = F. de tablas

ee = error experimental

r = repeticiones

D.M.S. = Diferencia Mínima Significativa

2 = constante

t 0.05 = tal 0.05 con 25 grados de libertad = 2.06

t 0.01 = tal 0.01 con 25 grados de libertad = 2.78

CUADRO No. 5 PRUEBA DE COMPARACION DE MEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO.


$$D.M.S. = t \frac{2 (CMee)}{r} = t \frac{2(1.493)}{6} = t \frac{2.987}{6} = t 0.497$$

$$D.M.S. = (0.7056) (t_{0.05}) = (0.7056) (2.06) = 1.4535$$

$$D.M.S. = (0.7056) (t_{0.01}) = (0.7056) (2.78) = 1.9615$$

ORDEN DESCENDENTE

| Tratamiento Promedio |        |         |
|----------------------|--------|---------|
| E                    | 16.041 | ton/ha. |
| C                    | 14.895 | ton/ha. |
| B                    | 14.687 | ton/ha. |
| D                    | 14.635 | ton/ha. |
| A                    | 14.322 | ton/ha. |
| F                    | 13.802 | ton/ha. |

$$\begin{aligned} \bar{X}_E - \bar{X}_C &= 16.041 - 14.895 = 1.146 \\ \bar{X}_E - X_B &= 16.041 - 14.687 = 1.356 \\ \bar{X}_E - X_D &= 16.041 - 14.635 = 1.406 \\ \bar{X}_E - \bar{X}_A &= 16.041 - 14.322 = 1.719 * \\ X_E - X_F &= 16.041 - 13.802 = 2.239 ** \end{aligned}$$


a.- La única diferencia estadísticamente altamente significativa, es la que se presenta entre el tratamiento F con respecto al E, mientras que el tratamiento A es el único tratamiento que resultó diferente con un nivel de significancia de 95%.

b.- Los tratamientos C, B, D, A y F son estadísticamente iguales, dado que su diferencia es menor que el valor de la D.M.S. al 0.05 y 0.01.

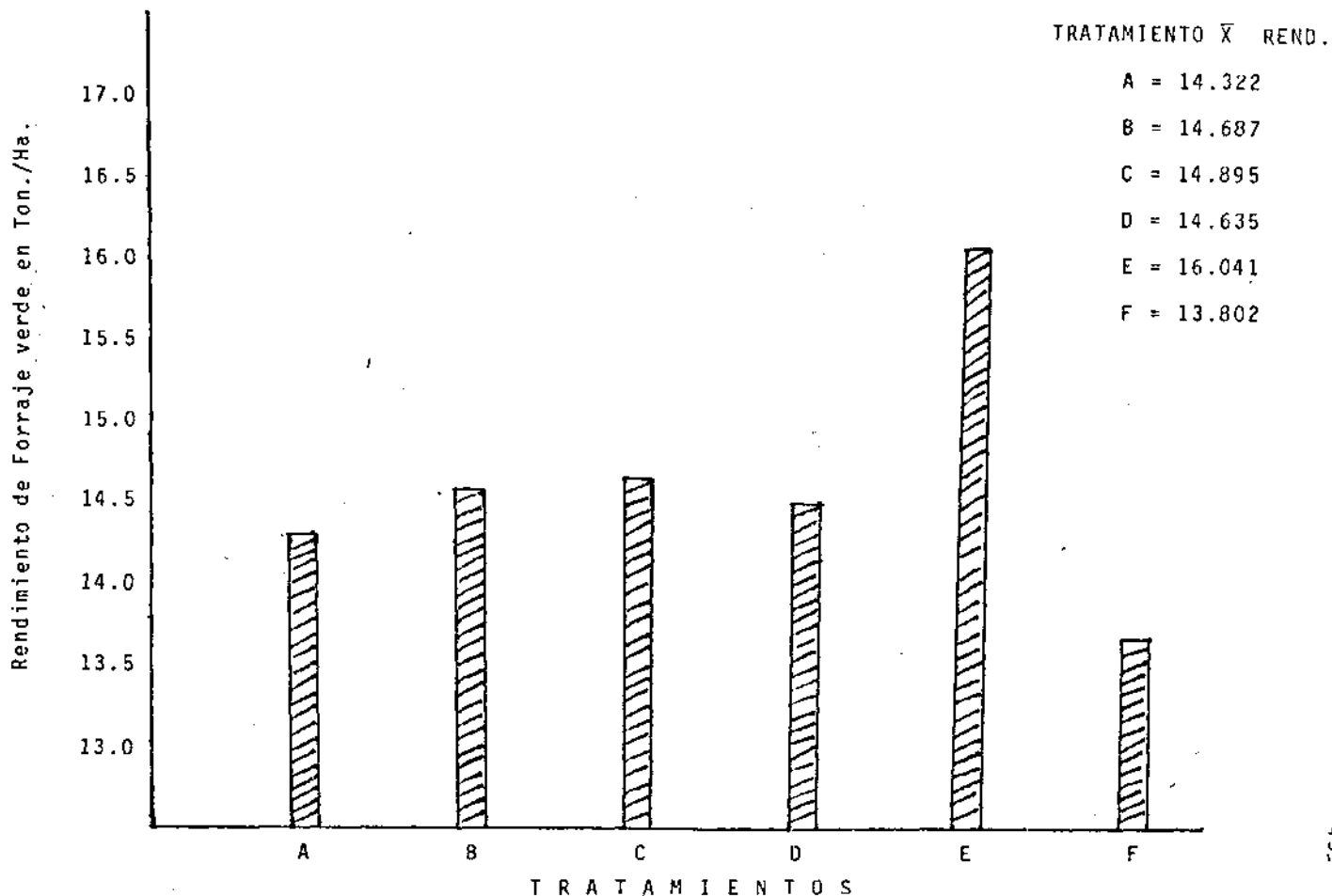


Figura No. 2.- Comparación gráfica de los rendimientos promedio de los tratamientos en estudio.



#### 4.2.- DISCUSION DE RESULTADOS.

Haciendo un análisis de los resultados arrojados en el análisis de varianza (cuadro No. 4) se observa que respecto a repeticiones no se tuvo ninguna diferencia estadísticamente significativa, según la prueba de F realizada, por lo que se puede inferir que el terreno no mostró ninguna variación de importancia, por lo que se considera homogéneo en las seis repeticiones consideradas.

Por lo que se refiere a tratamientos, éstos según el análisis de varianza realizado y de acuerdo con la prueba de F realizada, éstos son estadísticamente iguales ya que el valor de la F calculada resultó menor que la F tabulada al 5% y 1%, sin embargo, se procedió a realizar la prueba de medias entre los tratamientos ya que el valor de  $F_c = 2.23$  y el de  $F_t = 2.60$ , es decir son muy cercanos, así como que la diferencia entre el tratamiento E y el testigo F (sin aplicación) es de 2.239 toneladas, resultando de dicha prueba de medias que se encontró efectivamente una diferencia altamente significativa del tratamiento E (2.5 Lts./Ha. de M.n.) con respecto al testigo (sin aplicación) y únicamente se encontró diferencia significativa del tratamiento E con respecto al tratamiento A (0.5 Lts./Ha. de M.n.)

Por lo que respecta a los tratamientos A, B, C, D, y F, son estadísticamente iguales, según valores de la Diferencia Mínima significativa (D.M.S.) al 0.05 y 0.01.

De acuerdo a lo anterior se puede inferir que la respuesta en el incremento en rendimiento de forraje verde por hectárea se empieza a manifestar cuando se aplican dosis mayores de los 2.5 Lts./Ha.; por lo que se considera que el límite no debe considerarse en 2.5 o menos Lts./Ha., sino que se debe ampliar el espacio de exploración (mayor de 3 Lts./Ha.) como una medida para conocer el límite de respuesta, además considerando que este nivel ya pudiera resultar un tanto caro para llevarlo a la práctica, quizás sea recomendable realizar un análisis económico para de esa manera estar en condiciones de recomendar el más apropiado desde el punto de vista económico. En este trabajo no se realizó, dado que no existe en realidad una gran diferencia económica entre un tratamiento y otro.

Por otro lado se considera que las muestras de suelo analizadas denotan un alto grado de alcalinidad en el mismo (8.67) la respuesta que se encontró en este trabajo a las aplicaciones de 2.5 Lts./Ha. de Mn al follaje son buenas y alentadoras, dada la dificultad que

pudiera presentar la planta para absorber dicho elemento si se suministrara directamente al suelo, en esa misma proporción.

Por lo que respecta a la buena conducción del trabajo, así como su grado de confiabilidad, el valor que resulta, muy revelador es el del coeficiente de variación (c.v. = 8.29%) el cual denota que la información obtenida es digna de confianza y que las labores y conducción del experimento fueron uniformes.

## V.- CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.

Una de las conclusiones que sin duda se puede desprender de éste trabajo es que bajo las condiciones de alcalinidad del suelo con que se trabajó; la respuesta a las aplicaciones al follaje del cultivo de la alfalfa con el microelemento manganeso, se tuvo una respuesta estadística hasta después de los 2.0 Lts./Ha. siendo aún más evidente a los 2.5 Lts./Ha.

Quedará sin embargo para futuros trabajos, las interrogantes sobre ¿ qué respuesta se presentará si se hicieran aplicaciones similares al follaje bajo condiciones de suelo con un pH neutro, ó ácido e incluso; considerando así mismo éstas tres condiciones de suelo (ácido, neutro y alcalino) pero con aplicaciones al suelo de éste mismo elemento ?. Estas y otras interrogantes quedarán con posibilidades de ser contestadas en el planteamiento de nuevos trabajos que lleguen a dar respuesta a éstos planteamientos anteriormente hechos, sin duda como posibles trabajos de tesis.

## VI.- RESUMEN.

Dada la importancia que representa la alfalfa en el área pecuaria resulta de mucho interés conocer los requerimientos nutricionales de ésta leguminosa, en cuanto a micronutrientes se refiere es sabido que esta leguminosa es ávida en fósforo y potasio; en cuanto a micronutrientes es poco lo que se sabe, por tal motivo se ha elegido en este estudio la respuesta que se tiene al aplicar el manganeso en forma foliar en diferentes dosis, para lograr los objetivos siguientes:

- 1.- Cuantificar la respuesta de la aplicación foliar de quelato de manganeso en este cultivo, así como determinar la dosis óptima de quelato de manganeso en éste cultivo.

La metodología que se usó fué sencilla, fueron suficientes 6 repeticiones con 6 tratamientos. Fueron los siguientes:

- A = 0.5 Kg. Kelatex Mn + 500 cc. INEX A
- B = 1.0 Kg. Kelatex Mn + 500 cc. INEX A
- C = 1.5 Kg. Kelatex Mn + 500 cc. INEX A
- D = 2.0 Kg. Kelatex Mn + 500 cc. INEX A
- E = 2.5 Kg. Kelatex Mn + 500 cc. INEX A
- F = Sin aplicación

Estos tratamientos fueron estudiados en un diseño de bloques al azar en el campo, el cual se sembró, cosechó y analizó convencionalmente, posteriormente los resultados, los cuales no revelaron ninguna diferencia estadística entre tratamientos que fuera de mayor importancia, sin embargo al realizar una prueba de medias (DMS) se detectó que el tratamiento E (2.5 Kg. de Kelatex Mn + 500 cc. INEX A) resultó ser superior con una diferencia altamente significativa estadísticamente y solamente significativo con respecto al tratamiento A (0.5 Kg. de Kelatex Mn + 500 cc INEX A). - Dado que el rango superior de muestreo resultó insuficiente no es posible señalar que el tratamiento E es el único que responde mejor, por la razón de que posiblemente el incrementar un medio Kg. la dosis del producto pudiera haber otro tipo de respuesta.

Sin embargo bajo las circunstancias en las que se realizó éste trabajo se concluye que bajo condiciones de suelos alcalinos, las aplicaciones de manganeso son mayormente efectivas con dosis de 2.5 Kg. de Kelatex Mn.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Adriano, D.C., and L.S. Murphy. (1970). Effects of ammonium polyphosphates on yield and chemical composition of irrigated corn. *Agron. J.* 62:561-567.
- 2.- Aldrich, R.S. y E.R. Leng. (1974). *Produccion Moderna de Maiz*, Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires. pp. 130-158.
- 3.- Anonimo. (1973). *Difusion Extra Radicular de Nutrientes en las plantas*. S.A.G., CO. NA. Fruticultura 12.
- 4.- Bard A.J. (1966). *Chemical equilibrium*. Harper and Row. Publishers. New York, 202 p.
- 5.- Bastin, R. (1970). *Tratado de Fisiologia Vegetal*. Ed. CECSA. pp. 316-347.
- 6.- Biddulph. O., R. Cory y S. Bidulph. 1959. Translocation of Calcium in the Bean Plant. *Plant Physiol.* 34:512-519.
- 7.- Brown A.L. (1962). Agricultural use of synthetic metal chelates. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 33:59-61.
- 8.- Butler, J.N. (1964). *Ionic equilibria: A mathematical - approach*. Addison-Wesley Pub. Co. inc., Reading, Mass. 547.
- 9.- Carroll, M.L., and N. Gammon Jr. (1967). The effect of various fertilizer materials on the availability of several manganese sources *Proc. Soil Crop Sci. Soc. Fla.* 27: 251-258.
- 10.- Cox, F.R. (1968). Development of a yield response prediction and manganese soil test interpretation for soybeans, *Agron. J.* 60:521-524.
- 11.- Davis, J.F., R.E. Lucas. (1974). Is Leaf feeding Practical. *Crops and Soils.* 6 (5); 16-18.

- 12.- DeMooy, C.J. (1970). Molybdenum response of Soybeans (Glycine Max.) in Iowa. Agron. J. 62:195-197.
- 13.- De la Vega, J.I. (1969). Manera eficaz de realizar un buen abonamiento foliar. El campo. 823:34-36.
- 14.- Dick, A.T. (1956). Molybdenum in animal nutrition. Soil Sci. 81:236-258.
- 15.- Esau Katherine. (1959). Anatomia Vegetal. Ediciones Omega Barcelona. P. 159.
- 16.- Fiskell, J.F.A., and G.A. Mourkedes. (1955). A comparison of manganese sources using tomato plants grown on marl, peat and sand soils. Plant Soil. 6:313-331.
- 17.- Fitts, J.B., N. Gammon, Jr. and R.B. Forbes. (1967). Relative availability of manganese from several sources. - Proc. Soil Crop Sci. Soc. Fla. 27:243-251.
- 18.- Garey, C.L., and S.A. Barber (1952). Evaluation of certain factors involved in increasing manganese availability with sulfur. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 16:173-175.
- 19.- Geering, H.R., J.F. Hodgson, and C. Sdano, (1969). Micro-nutrient cation complexes in still solution: IV. The Chemical state of manganese in soil solution. Soil Sci. Amer. Proc. 33:81-85.
- 20.- Giddens, J., and H.F. Perkins. (1960). Influence of Molybdenum on the growth and composition of alfalfa and distributions of Molybdenum in a Cecil-Lloyd soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 24:496-497.
- 21.- Grenlach, V.A., J. Adams. (1970). Las plantas. RACT. pp. 378, 387 y 288.
- 22.- Haertl, E.J. (1963). Metal chelates in plant nutrition J. Agr. Food Chem. 11:108-111.



- 23.- Hammes, J.K., and K.C. Berger (1960). Manganese deficiency in oats and correlation of plant manganese with various soil tests. *Soil Sci. Soc. Amer.* 60:239-244.
- 24.- Henkens, C.H., and K.W. Said Ide. (1967). Evaluation of glassy frits as micronutrient fertilizer. 1, Copper and Molybdenum frits. *Neth. J. Agr. Sci.* 14:165-177.
- 25.- Jacob, A. and Vexkull Von H. (1973). Fertilizacion. Cap. 1 Edicion Euro-americana Klaus Theile.
- 26.- Jones, J.R., T.H. Roberts. (1949). New Fertilizer and Fertilizer practices. Academic Press. N. 1. Advances in Agronomy. 1:67-69.
- 27.- Kessler, B., Z.W. Mossicki. (1958). Effect of Tricso benzoic Acid and Maleic Hydra side upon the Transport of Foliar Applied Calcium an Iron. *Plant. Phy-Soil.* 33.70.72.
- 28.- Knezek, B.D., and H. Greinert (1971). Influence of soil from and manganese EDTA interactions upon the iron and manganese nutrition of beans plants. *Agron. J.* 63:617-619.
- 29.- Labanauskas, C.K. (1962). Correction of manganese deficiency in grapefruit tree by foliar sprays on desert areas of southern California. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 80:268-273.
- 30.- Labanauskas, C.K., and R.E. Puffer. (1964). Effects of foliar applications of manganese, Zinc and urea on Valancia Orange yield and foliar composition. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sic.* 84:158-164.
- 31.- Ludwick, A.E., and O.J. Attoe (1968). Manganese-sulfur fusion on a source of manganese for crops. *Agron. J.* 60:232-234.
- 32.- McVicar, M.H., G.L. Bridger., L.B. Nelson. (1963). Fertilizer Technology and Usage. Ed. *Soil Sci. Soc. of Amer.* pp. 429-449.

- 33.- Mc. Call, W. W., J.F. Davis. (1953). Foliar Applications of Plant Nutrients to crops grown on Organic Soils. Michigan Agr. Exp. Sta. Quart. Bol. 35:373-383.
- 34.- Mederski, H.J., and D.J. Hoff (1958). Factors affecting the absorption of foliar-applied manganese by soybeans plants. Agron. J. 50:175-178.
- 35.- Norton, A. R. (1962). Foliar Application of Mineral Nutrients to fruits trees. University of California. Extension Pologist.
- 36.- Norvell, W.A., and W.L. Lindsay (1969). Reactions of EDTA complexes of Fe, Zn, Mn, and Cu with soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 33:86-91.
- 37.- Ozaki, I.G. (1955). Effectiveness of foliar manganese -- sprays on peas and beans. Amer. Soc. Hort. Proc. 66:313-316.
- 38.- Papdakis, J. (1974). Los Fertilizantes, Ed. Albatros, pp 5, 6, 65, 66, 95-97.
- 39.- Randall. G.W., and E.E. Schulte (1971). Manganese fertili zation of soybeans in Wisconsin. Proc. Wis. Fert. and -- Aglime Conf. 10:4-10.
- 40.- Reintz, H.J. (1956). Suppling Manganese requirements of citrus. Ann. Rep., Fla. Agr. Exp. Sta. p. 181-183.
- 41.- Rubio, J.V. (1974). Fertilizantes, Factores para escoger el metodo de aplicacion. Algodonero Mexicano. 76:50-51.
- 42.- Rumpel, J., B.G. Ellis and J.F. Davis. (1967). Yield and manganese content of several greenhouse grown vegetables as affected by applications of manganese, iron and lime. Mich. Agr. Sta. Quart. Bull. 49:394-403.
- 43.- Rumpel, J., A. Kisakienwicz, B. Ellis, G. Lessman, and J.

- Davis. (1967). Field and laboratory studies with manganese fertilization of soybeans and onions. Mich. Agr. Exp. Std. Quart. Bull. 50:4-11.
- 44.- Sheperd, L.W., K. Lawton, and J.F. Davies (1960). The effectiveness of various manganese materials in supplying manganese to crops. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 24: 218-221.
- 45.- Steckel, J.E. (1946). Manganese fertilization of soybeans in Indiana. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 11:345-348.
- 46.- Tisdale, S.L., and B.R. BERTRAMSON. (1950). Elemental sulfur and its relationship to manganese availability. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 14: 131-137.
- 47.- Wade, C., J.F. Davies (1953). Foliar applications of plant nutrients to crops growing on organic soils. Mich. Agr. Exp. Std. 35:373-383.
- 48.- Wihwer, S.H. (1969). Foliar Feeding can provide needed nutrients, crops and soils. 11:(10): 17-19.
- 49.- Wilcox, G.E., and D.J. Cantliffe. (1969). Plant response to manganese source, rate and method of application. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 94:354-356.
- 50.- Wittwe, S.H., W.H. Jyung (1965). Pathways and mechanisms for foliar absorption of mineral nutrients. Agr. Sci. Rev. 2 (2):26-35.