

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRICULTURA



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

Evaluación del Grado de Tolerancia y Susceptibilidad  
del Sorgo (*Sorghum - bicolor* L. Moench) a la Clorosis  
Férrica y su Efecto sobre el Contenido Nutricional

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO  
PRESENTA

José Manuel Ayala Ocampo

GUADALAJARA, JAL. 1985



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Septiembre 27, 1985.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.  
PRESENTE.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE \_\_\_\_\_

JOSE MANUEL AYALA OCAÑO

titulada,

"EVALUACION DEL GRADO DE TOLERANCIA Y SUSCEPTIBILIDAD DEL SORGO  
(Sorghum bicolor L. Moench) A LA CLOROSIS FERRICA Y SU EFECTO  
SOBRE EL CONTENIDO NUTRIMENTAL."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la  
misma.

DIRECTOR.

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL ESCUELA DE AGRICULTORES

ASESOR.

BIBLIOTECA  
ASESOR.

ING. SALVADOR PENA MUNGUA.

ING. M.C. ELIAS SANDOVAL ISLAS.

hlg.

D E D I C A T O R I A

A MIS PADRES

Por su ejemplo, cariño y comprensión.

A MIS MAESTROS

Por mi formación.

A MIS COMPAÑEROS

Por su lealtad.

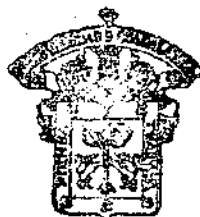
## AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Agricultura de la Universidad de Guadalajara, por mi formación .

A la Escuela Superior de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Colima por el apoyo otorgado, en la realización de este trabajo .

Al Ing. M.C. José Orozco Romero, al Ing. Federico Hernández -- Flores, al Ing. M.C. Víctor Manuel Medina Urrutia, al Ing. M.C. Guillermo Sosa Espinoza y al Ing. Juan Soto Ramos por su apoyo.

En general a todos los que de alguna manera colaboraron en la realización de este trabajo .



**ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA**

# CONTENIDO

|     |   | PAGINA |
|-----|---|--------|
|     | LISTA DE CUADROS Y FIGURAS . . . . .  | V      |
|     | RESUMEN . . . . .   | VIII   |
| I   | INTRODUCCION. . . . .   | 1      |
| II  | REVISION DE LITERATURA . . . . .  | 4      |
|     | 2.1. Adaptación y Adaptabilidad . . . . .   | 4      |
|     | 2.2. El fierro en el suelo . . . . .  | 4      |
|     | 2.3. Absorción, transporte y distribución del fierro en las plantas . . . . .           | 6      |
|     | 2.3.1. Acceso del fierro a la raíz . . . . .  | 6      |
|     | 2.3.2. Absorción . . . . .  | 7      |
|     | 2.3.3. Transporte . . . . .   | 8      |
|     | 2.3.4. Distribución . . . . .   | 9      |
|     | 2.4. Funciones del fierro en la planta. . . . .   | 9      |
|     | 2.5. Factores causantes de la clorosis férrica. . . . .                                 | 10     |
|     | 2.5.1. Contenido de CaCO <sub>3</sub> en el suelo . . . . .                             | 11     |
|     | 2.5.2. Interacciones nutrimentales . . . . .  | 11     |
|     | 2.6. Diferencias genotípicas en la absorción nutrimental . . . . .                      | 13     |
|     | 2.7. Diferencias genotípicas en la absorción del fierro . . . . .                       | 14     |
|     | 2.8. Diferencia genotípica del sorgo en la absorción del fierro . . . . .               | 16     |
|     | 2.9. Genotipos recomendados para los estados de Michoacán, Guanajuato y Colima. . . . . | 19     |
| III | MATERIALES Y METODOS . . . . .  | 22     |
|     | 3.1. Localización del experimento . . . . .   | 22     |
|     | 3.2. Materiales utilizados . . . . .  | 22     |
|     | 3.2.1. Genotipos de sorgo . . . . .   | 22     |
|     | 3.2.2. Recipientes . . . . .  | 22     |
|     | 3.2.3. Suelos empleados . . . . .   | 23     |
|     | 3.2.4. Siembra . . . . .  | 25     |
|     | 3.2.5. Fertilización . . . . .  | 25     |

|     |   |    |
|-----|---|----|
|     | 3.2.6. Análisis mineral de muestras de hojas, tallo y raíz . . . . .                                      | 25 |
|     | 3.3. Diseño experimental . . . . .  | 26 |
|     | 3.3.1. Variables analizadas . . . . .   | 26 |
|     | 3.3.2. Determinación y análisis de los grados de clorosis . . . . .                                       | 27 |
| IV  | RESULTADOS Y DISCUSION . . . . .  | 28 |
|     | 4.1. Grado de susceptibilidad o tolerancia de los genotipos de sorgo a la clorosis férrica. . . . .       | 28 |
|     | 4.1.1. Efecto de los suelos en el comportamiento de los genotipos . . . . .                               | 28 |
|     | 4.1.2 Comportamiento estadístico de los genotipos. . . . .  | 30 |
|     | 4.1.3 Efecto de la interacción suelo*genotipos. . . . .   | 32 |
|     | 4.2. Grados de clorosis y contenidos nutrimentales. . . . .   | 38 |
|     | 4.2.1. Caracterización de los grados de clorosis en los suelos de Michoacán, Guanajuato y Colima. . . . . | 38 |
|     | 4.2.2. Contenido nutrimental de las hojas en las diferentes grados de clorosis . . . . .                  | 39 |
| V   | CONCLUSIONES . . . . .  | 42 |
| VI  | LITERATURA CITADA . . . . .   | 42 |
| VII | APENDICE . . . . .  | 53 |



## LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

| CUADROS        |   | PAGINA |
|----------------|---|--------|
| 1              | Comportamiento estadístico de los suelos en función del peso seco ( hojas, tallo y raíz ) peso húmedo ( hojas y tallo ) , número de hojas y altura de planta. | 29     |
| 2              | Comportamiento estadístico de 64 genotipos de acuerdo al peso seco ( hojas, tallo y raíz ) peso húmedo ( hojas y tallo ) número de hojas y altura de planta.  | 31     |
| 3              | Comportamiento estadístico de los grados de clórosis en los suelos de Michoacán , Guanajuato y Colima, en base al contenido nutrimental en hojas . . . . .    | 40     |
| <b>FIGURAS</b> |   |        |
| 1              | Diagrama representativo del experimento - de Brown <u>et al</u> ( 1958 ) . . . . .  | 14     |
| 2              | Efecto de la interacción suelo *genotipo, sobre el peso seco de hojas, peso seco de raíz y altura de plantas. . . . .   | 33     |
| 3              | Efecto de la interacción, suelo *genotipo sobre el peso seco del tallo y número de hojas. . . . .   | 34     |

## CUADROS DEL APENDICE

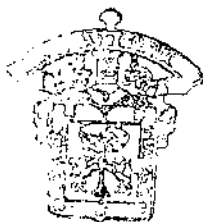
|    |   |    |
|----|---|----|
| 1A | Relación de genotipos comerciales y experimentales evaluados . . . . .  | 54 |
| 2A | Escala para cuantificar el grado de clorosis férrica, en base a síntomas visuales ( Amparano , 1973 ). . . . .                            | 57 |
| 3A | Evaluación de la clorosis en los tres suelos estudiados, al final del experimento . . . . .   | 58 |
| 4A | Análisis de varianza para peso seco ( hojas, tallo y raíz ), peso húmedo ( hojas y tallo ), número de hojas y altura de plantas . . . . . | 59 |
| 5A | Análisis físico y químico de los suelos de Michoacán, Guanajuato y Colima. . . . .  | 60 |
| 6A | Contenido nutrimental de hojas, tallo y raíz en los suelos de Michoacán, Guanajuato y Colima, para cada grado de clorosis . . . . .       | 61 |
| 7A | Análisis de varianza para grados de clorosis en función de los contenidos nutrimentales en las hojas . . . . .                            | 66 |

## FIGURAS DEL APENDICE

|    |  |    |
|----|--|----|
| 1A | Localización esquemática del lugar de muestreo en el estado de Michoacán . . . . .               | 67 |
| 2A | Localización esquemática del lugar de muestreo en el estado de Guanajuato . . . . .              | 68 |
| 3A | Localización esquemática del lugar de muestreo en el estado de Colima . . . . .                  | 69 |
| 4A | Mapa territorial para la clasificación de tres grupos de clorosis en el suelo de Michoacán. . .  | 70 |
| 5A | Mapa territorial para la clasificación de tres grupos de clorosis en el suelo de Guanajuato. . . | 71 |
| 6A | Mapa territorial para la clasificación de tres . . .   |    |



grupos de clorosis en el suelo de Colima. . . . 72



ESTADO DE GUERRERO  
BIBLIOTECA

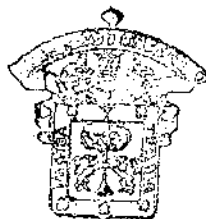
## RESUMEN

El presente experimento se estableció el 11 de abril de 1984 y se concluyó 95 días después, los objetivos planteados fueron: evaluar el grado de susceptibilidad o tolerancia a la clorosis férrica de 64 genotipos de sorgo, en tres suelos con problemas de abastecimiento de fierro y determinar en los diferentes grados de clorosis los contenidos nutrimentales de N,P,K,Ca,Mg,Fe Zn,Mn,Cu, Fe/Mn, Fe/Zn, Fe/Cu, Fe/P.

Se emplearon como sustrato, muestras de suelos provenientes de zonas con problemas de clorosis férrica de los estados de - Michoacán, Guanajuato y Colima, realizándoseles un análisis fisico y químico, se utilizaron recipientes de polietileno negro con capacidad de 2 Kg.aprox. ( 16 x 20 cm ), a los que se les aisló mediante un estrato del suelo correspondiente, sobre bandas de polietileno. Los genotipos bajo ensayo fueron 64.El diseño experimental fué un arreglo en parcelas divididas con distribución de bloques al azar con 4 repeticiones, la unidad experimental estuvo constituida por un recipiente con tres plantas. Los promedios se diferenciaron con la prueba de Gabriel , al 0.01 de probabilidad. Para el análisis de los grados de clorosis, determinados en base a la escala propuesta por Amparano ( 1973 ), primero se realizó un análisis discriminante y poste riormente se analizaron los contenidos nutrimentales de las hojas en base a un bloques al azar y la diferenciación de medias se realizó utilizando la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad.

Los genotipos que presentaron menor susceptibilidad a la clorosis férrica fueron DEKALB-DD-50, HORIZON-75, DERR-82-23, Pob 5, ASGROW-DOUBLE-TX y ASGROW-DORADO. Presentando un comporta miento diferente en los suelos de Michoacán, Guanajuato y Colima, siendo en el de Guanajuato donde manifestaron un mejor crecimiento y desarrollo .

La clasificación de grupos para los grados de cataratas utilizando la técnica visual presentó una eficiencia del 80.6 a 88.6 %. Las determinaciones nutrimentales no esclarecieron los mecanismos de adaptación y adaptabilidad por lo que se deben considerar estos resultados como preliminares.



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

## I. INTRODUCCION

El sorgo es originario de las zonas semidesérticas de Africa y Asia, prospera en suelos que varían de arenosos ligeros a arcillosos pesados, encontrándose en las mejores condiciones en migajones arenosos bien drenados; aunque es de origen tropical, en la actualidad se cultiva en los 5 continentes donde la temperatura media en verano excede a los 21 ° C y la estación sin heladas es de 125 días o más; presenta buena adaptación a regiones áridas ó semiáridas en donde la sequía impide producir maíz. ( 1 ).

En México este cultivo fue introducido en los años 50, sembrándose en 1955 una superficie de 65,000 hectáreas, incrementándose para 1960 a 116,000 hectáreas con un rendimiento promedio de 1.8 toneladas / hectárea; de 1960 a 1979 la producción de sorgo se elevó 20 veces; este crecimiento fue originado principalmente por efecto de la expansión de la superficie cosechada, que fue 12 veces superior a la inicial, ya que en 1979 se cosecharon 1'465,000 hectáreas con un rendimiento promedio de 3 toneladas /hectárea ( 2 ) .

La demanda nacional de sorgo estimada para 1983 fue de 6'150,000 toneladas de las cuales la producción nacional puede satisfacer el 70 % de manera que es necesario importar el 30% restante ( 3 ) ; siendo necesario incrementar la producción de grano de sorgo, hecho que principalmente debe lograrse elevando el rendimiento medio nacional, corrigiendo los principales factores que lo afectan entre ellos el factor nutricional .

El aumento de rendimiento en sorgo se ha logrado principalmente por el avance tecnológico, que tiene como base el uso de insumos de producción como los fertilizantes, variedades más rendidoras, herbicidas y parasiticidas, con los cuales se han obtenido los incrementos de rendimientos unitario más sobresalientes.

- 1.- SARH-INIA, 1983. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el cultivo de sorgo.
- 2.- SARH 1979.- Dirección General de Economía Agrícola.
- 3.- SARH 1983.- Encuesta Nacional Agropecuaria.

lentes. No obstante lo anterior, actualmente se detectan problemas en el desarrollo del cultivo del sorgo que no son originados por una carencia de los nutrimentos más empleados en la producción (N,P,K), es el caso de un amarillamiento en los cultivares que generalmente ha sido definido como clorosis férrica.

En las principales zonas productoras del país (cuadro a\*), se presentan estos problemas de amarillamiento, los cuales disminuyen notablemente el rendimiento, tanto de grano como de forraje, ya que generalmente se trata de suelos de reacción alcalina de 7.5 a 8.5 en los cuales predominan los carbonatos de calcio.

CUADRO a.- SUPERFICIE: PRODUCCION POR ESTADO Y RENDIMIENTO DE GRANO DE SORGO .

| ESTADO     | SUPERFICIE<br>há. | PORCEN<br>TAJE | PRODUC<br>CION -<br>TONELA<br>DA | PORCEN<br>TAJE | RENDIMIENTO<br>(TON/ha) |
|------------|-------------------|----------------|----------------------------------|----------------|-------------------------|
| Tamaulipas | 550.000           | 36.25          | 1'384.000                        | 29.29          | 2.51                    |
| Guanajuato | 242.000           | 15.95          | 968.000                          | 20.48          | 4.00                    |
| Jalisco    | 196.000           | 12.92          | 829.000                          | 17.54          | 4.22                    |
| Sinaloa    | 175.000           | 11.53          | 420.000                          | 8.86           | 2.40                    |
| Michoacán  | 126.000           | 8.30           | 378.000                          | 8.00           | 3.00                    |
| Nuevo León | 47.000            | 3.09           | 150.000                          | 3.17           | 3.19                    |
| Morelos    | 26.000            | 1.71           | 78.000                           | 1.65           | 3.00                    |
| Nayarit    | 24.000            | 1.58           | 80.000                           | 1.69           | 3.33                    |
| Subtotal   | 1'386.000         | 91.33          | 4'287.000                        | 90.70          |                         |
| Otros      | 131.000           | 8.53           | 438.000                          | 8.98           |                         |
| Total      | 1'517.000         | 99.86          | 4'725.000                        | 99.68          | 3.11                    |

\*a. Plan Agrícola Nacional SARH 1980 .

En la mayoría de esas zonas no se ha evaluado el daño ocasionado por la clorosis férrica, por lo que se hace necesario realizar investigaciones encaminadas a la solución del problema. Este se ha tratado de resolver, mediante aplicaciones de niveles moderados de sales solubles de Fe, quelatos sintéticos de Fe al suelo, o aspersiones foliares. En forma general la aplicación de sales solubles no ha sido efectiva, en tanto que los quelatos presentan una mayor eficiencia, pero tienen un costo excesivo, que restringe su utilización aún en cultivos altamente rentables. En lo que se refiere a las aspersiones foliares de  $FeSO_4$ , aunque efectivas, cuando se requieren varias aplicaciones durante la época de más rápido crecimiento de las plantas, presentan la desventaja de su alto costo.

Por lo mencionado anteriormente, se manifiesta la importancia de corregir el problema de clorosis férrica mediante la selección de plantas eficientes ó tolerantes a condiciones de baja disponibilidad de Fe aprovechable; debido a que aún entre las variedades de la misma especie existen diferencias en la respuesta a las presiones nutrimentales por deficiencias ó excesos ( Wallace y Lunt 1960; Brown y Jones 1974, 1975, 1977; Clark y Brown 1975 ).

Por lo tanto en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos :

1. Evaluar el grado de susceptibilidad ó tolerancia a la clorosis férrica de 64 genotipos de sorgo en 3 suelos con problemas de abastecimiento de Fe.
2. Determinar en los diferentes grados de clorosis, como son afectados los contenidos nutrimentales de N,P,K,Ca,Mg,Fe, Cu, Mn y Zn las relaciones Fe/Mn, Fe/Zn, Fe/P.

## 11. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Adaptación y adaptabilidad.

Briggs y Knowles ( 1979 ) clasifican la adaptación en específica y general. La específica es cuando una variedad está adaptada a un medio ambiente, pero no se adapta a ningún otro medio. La general se refiere a la habilidad que tiene una variedad de funcionar bien en un amplio rango de fluctuaciones en el ambiente, pero que no sea superior en ninguno.

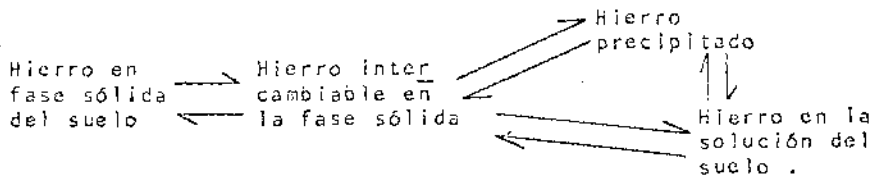
En relación a la adaptabilidad, Matsuo citado por Libera, ( 1979 ) señala que la adaptabilidad es la capacidad de un organismo para sobrevivir y reproducirse en ambientes fluctuantes, subrayando que es una habilidad genética de los organismos que determina la estabilización de las interacciones genético-ambiental por medio de reacciones genéticas y fisiológicas de los organismos; también señala que la adaptabilidad es una habilidad genética de las variedades para producir un alto rendimiento y estable en ambientes diferentes, ya que la sobrevivencia y reproducción están bajo control humano, por lo que no están relacionadas con su adaptabilidad natural. Allard y Hansche, citados por Libera ( 1979 ) al analizar la variabilidad en relación a los programas de mejoramiento, indican que un postulado de la genética de poblaciones es que adaptación y adaptabilidad son antagónicas y que para el éxito en mejorar la primera se requiere que la población bajo selección sea genéticamente variable. El antagonismo se manifiesta porque al mejorar la adaptación, la variabilidad se reduce y esto tiene como consecuencia una reducción en la capacidad para el cambio.

### 2.2. El fierro en el suelo .

El Fe se presenta generalmente en los suelos, adsorbido sobre las superficies de las partículas coloidales, como com-

puestos precipitados sobre la superficie coloidal del suelo formando una fase aparte del mismo, incorporado en los sistemas biológicos y en sus residuos, ocupando lugares o posiciones ya definidas en la estructura cristalina de los minerales que constituyen la fracción granolumétrica inferior a dos micras, como envolturas de óxidos e hidróxidos de hierro que tienden a recubrir prácticamente todas las partículas coloidales en suelos envejecidos ( Hodgson, 1963 ).

Las formas de hierro aquí mencionados presentan una situación de equilibrio ( Fried y Broeshart, 1967 ) .



El Fe es uno de los elementos metálicos más comunes en la corteza terrestre, su contenido total en los suelos es variable, oscilando desde 200 ppm hasta más del 10% ( Tisdale y Nelson 1970 ). Aunque la cantidad de Fe total del suelo es alta, la cantidad aprovechable por las plantas puede ser baja ( Navrot y Banin , 1976 ).

El Fe generalmente se encuentra en los suelos en los estados de Valencia (  $Fe^{2+}$  y  $Fe^{3+}$  ), siendo la forma reducida (  $Fe^{2+}$  ), la que interviene eficientemente en las funciones metabólicas de las plantas; desafortunadamente en los suelos calcáreos la forma oxidada (  $Fe^{3+}$  ) es la predominante ( Longoria, 1973; Amparano, 1973 ); dependiendo también de la aereación del suelo, por lo que el  $Fe^{2+}$  será cada vez mayor en los estratos profundos ( Ignatieff, 1941 ). El contenido de  $Fe^{2+}$  y  $Fe^{3+}$  depende de otros factores como : La actividad biológica, regímenes de humedad y temperatura del suelo ( Zyrin y Grindel, 1964 ), dado que se ha encontrado que la presencia de materia orgánica en los suelos inundados intensifica el proceso de re-



ducción ( Longoria, 1973 ) .

Por otra parte el potencial redox (  $Fe^{3+} / Fe^{2+}$  ) a su vez depende en gran medida del pH, siendo mayor electropositivamente a medida que aumenta el pH ( Cajusto, 1983 ). Es así que en los suelos calcáreos se presentan problemas de abastecimiento de  $Fe^{2+}$  para las plantas de cultivo, manifestándose más severamente en aquellas menos adaptadas a las condiciones de calcimorfia edáfica.

### 2.3. Absorción, transporte y distribución del Fe en las plantas .

#### 2.3.1. Acceso del Fe a la Raíz.-

El Fe es absorbido por las raíces de las plantas en forma iónica o como sales orgánicas. También es absorbido foliarmente al ser asperjado como  $FeSO_4$  ó quelatos. Aunque el  $Fe^{3+}$  puede ser absorbido por las plantas, la forma activa metabólicamente es el  $Fe^{2+}$ , por lo que los tejidos de las plantas que contienen grandes cantidades de  $Fe^{3+}$  pueden presentar síntomas de deficiencia de Fe ( Tisdale y Nelson, 1970 ). Es por esto que su concentración en la planta no siempre es buen parámetro para evaluar su grado de eficiencia en la planta, ya que las hojas cloróticas pueden presentar mayor o igual concentración de Fe que las hojas verdes ( Clark et al., 1976 ) .

O'Connor et al., ( 1971 ), señalan la importancia del fenómeno de difusión en el movimiento del Fe hacia las raíces, estimando esto mediante cálculos teóricos, encontrando que los quelatos incrementan la difusión y absorción del Fe disponible por las raíces de sorgo. Posteriormente, en 1975, los mismos investigadores estimaron que la teoría de la difusión parece ser aplicable para describir el movimiento del Fe en el suelo. Las condiciones experimentales generadas para determinar la utilidad de esta teoría, se obtuvieron minimizando artificialmente el flujo de masas, manteniendo la humedad relativa a un 100% y-

con una baja concentración de Fe soluble. Concluyendo que la presencia de quelatos de Fe naturales o sintéticos que aumenten el Fe soluble del suelo, benefician su absorción por el sorgo al incrementar el flujo de masas. Sin embargo, señalan que con bajos niveles de quelatos de Fe la difusión parece controlar su absorción por lo que este fenómeno constituye un factor limitante para la nutrición de Fe en las plantas de sorgo.

### 2.3.2. Absorción .

La absorción del Fe aumenta con la concentración y la velocidad de absorción alcanza un máximo cuando se ha llegado a la saturación. La absorción de Fe está íntimamente ligada con la habilidad de la raíz para reducir el  $Fe^{3+}$  a  $Fe^{2+}$ , ( Ambler et al., 1970; Brown 1961 y Tiffin, 1970 ) .

Ingalls y Shive ( 1931 ), mencionaban que las plantas de distintas especies requieren diferentes cantidades de Fe, al igual que las variedades de una misma especie, debido a que bajo condiciones de una limitada cantidad de Fe aprovechable algunas eran capaces de desarrollarse normalmente, mientras que otras crecían en forma raquítica, ocasionando considerables pérdidas en su producción; supusieron como responsable de esta variación a un mecanismo interno. Esto fue comprobable posteriormente por Brown y Holmes ( 1955 ), quienes encontraron que la variedad de soya P154619-5-1 fue la única variedad susceptible a la clorosis férrica; en comparación con las demás ensayadas en suelos calcáreos. Entre las eficientes para la absorción de Fe se encontró la variedad Hawkeye. De estos resultados, plantearon que el grado de eficiencia fue debido a variaciones fisiológicas y bioquímicas entre las diferentes especies, y variedades en una misma especie.

Jacques et al., ( 1975 ), mencionan que la absorción nutricional es más rápida en los genotipos de sorgo precoces ( como

el híbrido RS-610 ) que en tardíos ( en este caso el híbrido - RS-702 ). Ambos híbridos absorbieron la mitad de los nutrientes requeridos antes del rápido desarrollo vegetativo ( de 20- a 30 días después de la emergencia ); de aquí la importancia - de abastecer a las plantas cuando su desarrollo es temprano , - por lo que Lockman ( 1972 ), sugiere que los muestreos para -- análisis nutrimental del sorgo se efectúen entre 25 a 36 días- después de la siembra, para un diagnóstico eficiente.

### 2.3.3. Transporte

Bukovac y Wittwer ( 1957 ) efectuaron aspersiones foliares - en diferentes tipos de plantas para determinar el grado de - - translocación de los nutrientes. Empleando isótopos radiactivos encontraron los siguientes resultados :

Zn<sup>65</sup> Cu<sup>64</sup> Mn<sup>54</sup> - 54 Fe<sup>55</sup> - 59 Mo<sup>99</sup> como intermedios en cuanto a movilidad, entre los altamente móviles al P<sup>32</sup>, y como relativamente inmóvil al Ca<sup>45</sup>.

Rogers y Shive citados por Brown ( 1961 ) , sugirieron que - el transporte de Fe dentro de la planta debe ser afectado por - el pH del tejido de conducción; observaron que las acumulaciones de Fe generalmente ocurren donde el pH es alto, encontrándose el Fe en formas no aprovechables. Ingalls y Shive ( 1931 ) , encontraron que las plantas que contenían en sus tejidos una baja concentración de H<sup>+</sup> , mostraron un alto contenido de Fe soluble. Las plantas cuyo tejido presentaba una alta concentración- de H<sup>+</sup> contenían poco Fe total y una relativamente baja cantidad de Fe soluble; además, a una baja intensidad luminosa correspondió una alta concentración de H<sup>+</sup> y viceversa.

Mortvedt et al., ( 1972 ) , consideran que el citrato es uno - de los diversos productos que aumentan en el jugo radical, bajo condiciones de tensión de Fe, pues su papel es quelatar al Fe<sup>3+</sup>- proveniente de la oxidación del Fe<sup>2+</sup>, durante o después de su -

absorción por la planta, y así transportarlo en el xilema a las partes superiores.

### 2.3.4. Distribución .

De acuerdo a Elmstrom y Howard ( 1969 ) la distribución de Fe en los tejidos de las plantas depende del grado de eficiencia que tienen éstas, ya que hay una mayor concentración de Fe en las eficientes que en las ineficientes, sobre todo en los órganos jóvenes ( Epstein, 1972 ), aún cuando el Fe es de escasa movilidad en la planta. En el caso de soya cultivada en solución nutritiva ( García, 1978 ) el orden de concentración de Fe entre diversos órganos fue: raíz, tallos- hojas adultas- hojas jóvenes.

### 2.4. Funciones del Fe en la planta.

La clorosis férrica se refiere al amarillamiento de las plantas, producido por la interferencia en la absorción y utilización del Fe, por lo que este amarillamiento sólo es corregido aplicando el elemento ( Gris citado por Mortvedt et. al., 1972 ). La clorosis se debe a que las plantas deficientes en Fe fracasan en formar clorofila. Posteriormente en 1860 se corroboró lo esencial de este elemento en las plantas superiores ( Sachs citado por Brown, 1961 ).

Aún cuando el Fe no es un constituyente de la clorofila, estudios con algas indican la función del Fe en la síntesis de una clase específica de ARN, la cual regula la síntesis de clorofila hasta el final de una serie de reacciones, las cuales aún son desconocidas ( Van y Wallace, 1965 ; Devlin y Barker, 1971 ). En ensayos más recientes con cultivos hidropónicos se ha encontrado una estrecha relación entre el abastecimiento de Fe y los contenidos de clorofila en plantas de soya

( $r = 0.99$ ), siendo mayor la relación  $Cl_a/Cl_b$ , a medida que disminuyó la concentración de Fe (García, 1978).

Bajo condiciones de deficiencias de Fe, el nivel de incorporación del ácido  $\gamma$ -Ketoglutarico fue del 1/20 con respecto a las condiciones normales. Además se considera que la deficiencia de Fe, disminuye la síntesis del ácido aminolevulinico (  $\delta$  - AL ), lo que inhibe o retarda la síntesis de clorofila ( Marsch et al., 1963 ).

Se ha encontrado que el Fe también interviene en la síntesis protéica en los cloroplastos ( Matocha y Thomas, 1969 ), presentándose además en numerosos grupos prostéticos en forma de hemina o de hematina, como la citromo oxidasa, la peroxidasa, catalasa, etc., que son enzimas que por contener Fe, su deficiencia tiende a reducir su actividad. La eficiencia del Fe es originada por el cambio de valencia que tiene, o sea que está capacitado para tomar y ceder electrones. El Fe que no se encuentra en hemina o hematina podría localizarse como ferredoxina que es un sistema muy importante en la fotosíntesis por su capacidad de oxidación reducción ( Davlin y Barker, 1971 ; Longoria , 1973 ) .

## 2.5. Factores causantes de la clorosis férrica.-

Aunque no obstante que los suelos generalmente contienen suficiente Fe y que las plantas necesitan relativamente pequeñas cantidades de este nutrimento para su abastecimiento, del orden de 100 ppm o menos en la materia seca, es frecuente observar deficiencias de Fe en las plantas, por lo que esta deficiencia debe resultar de su baja aprovechabilidad en el suelo ( Wallihan, 1955; Hoagland y Arnon 1950 ).

La clorosis férrica es un problema potencial en la mayoría de los suelos calcáreos, pues una tercera parte de las -

tierras del mundo son calcáreas en su horizonte superficial-  
( Brown citado por Wright, 1966 ) .

2.5.1. Contenidos de  $CaCO_3$  en el suelo .

Harley y Lindner ( 1945 ), encontraron que en árboles fru-  
tales de manzana y de pera se desarrollaron varios grados -  
de clorosis cuando se regaron con agua conteniendo 200 ppm -  
de bicarbonato o más. Lindsay y Thorne ( 1954 ), encontraron  
que las concentraciones tanto de  $HCO_3$  como de  $CaCO_3$  fueron mu-  
cho más altas en los suelos donde se desarrollaron plantas -  
cloróticas que en los adyacentes donde se desarrolló éste -  
síntoma . Además determinaron que altas concentraciones de -  
 $HCO_3$  en la solución del suelo, afectan adversamente la trans-  
locación de Fe dentro de la planta.

Thorne, et al., ( 1950 ), indican que los factores observa-  
dos en relación a las diversas hipótesis desarrolladas para  
explicar las causas de la clorosis son: alto pH, elevados --  
contenidos de  $CaCO_3$ , alta humedad del suelo, temperaturas ba-  
jas, alta concentración de fósforo en las hojas cloróticas, -  
desórdenes en las relaciones Fe/Mn, Fe/P y K/Ca, así como --  
oxidación de la forma reducida  $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$ , por lo que la li-  
mitada aprovechabilidad del Fe, ocurre principalmente en los  
suelos calcáreos, reflejándose en un amarillamiento de las -  
plantas que se establecen sobre ellos, así como en una reduc-  
ción del rendimiento ( Mortvedt y Giordano 1973 ), Brown y -  
Jones 1974 ).

2.5.2. Interacciones nutrimentales . -

Entre las principales interacciones que ocasionan la cloro-  
sis férrica en los cultivos desarrollados sobre suelos calcá-  
reos y/o alcalinos se tienen las relaciones Fe/Mn, Fe/P y - -  
otras.  
Relación Fe/Mn.

Olson y Carlson ( 1947 ), determinaron que esta relación - en formas tanto intercambiables como reducibles fue significativamente menor en suelos de áreas sorgueras cloróticas (pH de 8.2 y 0.83 % de  $\text{CaCO}_3$ ), en comparación con las localidades donde no se presentó el problema ( pH de 8.0 y 0.13 % de  $\text{CaCO}_3$  ).

#### Relación Fe/P

Franco y Loomiz ( 1947 ), encontraron que la clorosis férrica se presentó en plantas desarrolladas en soluciones nutritivas con un contenido relativamente alto de fosfatos.

Concluyeron que la causa de este amarillamiento fue que el Fe se precipitó con los fosfatos dentro de la planta, según lo supusieron Mortvedt et al., ( 1972 ), el fósforo reacciona con el quelato  $\text{Fe}^{2+}$ , precipitando al Fe como fosfato, o bien por la competencia de electrones que genera el NADP: el citocromob sobre el  $\text{Fe}^{3+}$  al ser absorbido el ión fosfato ( Hagen et al., ( 1957 ). En un estudio subsecuente Heras et al., ( 1976 ) al corregir la clorosis férrica en melocotonero., analizó el contenido mineral y las relaciones nutritivas no encontrando diferencias entre los materiales estudiados en la relación P/Fe.

#### Relación Fe/Zn.

Ambler et al., ( 1970 ), indicaron que las concentraciones de Zn interfieren en la translocación del Fe, por inhibir la capacidad reductora de la raíz (  $\text{Fe}^{3+} \longrightarrow \text{Fe}^{2+}$  ). Posteriormente Hodgson et al., ( 1972 ), encontraron concentraciones superiores de Zn en la mayoría de las plantas de maíz Fe-ineficientes, señalando que además de que la reducción de  $\text{Fe}^{3+}$  por parte de la raíz es impedida por el Zn, posiblemente se acentúen otras reacciones como las mencionadas por Chaney et al., (1972), quienes consideran que el Fe como citrato férrico debería estar fuera del rango de competencia de otros metales. Sin embar

go, el  $\text{Fe}^{2+}$  podría ser desplazado por una concentración relativamente baja de algunos iones, como en el caso del Zn, pues la constante de desplazamiento  $K^1$  para  $\text{Fe}^{2+}/\text{Zn}$  es 0.35; de tal forma que en la relación  $\text{Fe}/\text{Zn}=3$  el Zn podría desplazar la mitad del  $\text{Fe}^{2+}$  del citrato- $\text{Fe}^{2+}$ , por lo que sería de esperarse que una excesiva concentración de  $\text{Zn}^{++}$  u otros metales pesados en el suelo bloquearon la absorción y translocación del  $\text{Fe}^{2+}$  en la planta.

#### Otras relaciones

Las altas concentraciones en los suelos de elementos pesados como: Cu, Mn, Ni, Zn, Cr, Cd, Co y Ni, también son causantes de la clorosis férrica ( Pennington y Anderson 1969 ; Tisdale y Nelson 1970 ) .

En dos variedades de sorgo con una severa clorosis férrica se encontró una mayor concentración de P, Mn, Mg y K que cuando se les corrigió el amarillamiento con aplicaciones de  $\text{FeEDDHA}$  (Pennington y Anderson, 1969 ) .

#### 2.6. Diferencias genotípicas en la absorción nutrimental .

Las diferentes especies de plantas, así como las variedades dentro de una misma especie pueden diferir en su respuesta a las presiones nutrimentales por deficiencia o exceso. Para alcanzar los máximos rendimientos, en el pasado el suelo ha sido modificado para adaptarlo a las plantas, pero en la actualidad debe considerarse cambiar la planta para adaptarla al suelo y de esta forma hacerlos compatibles. Una planta eficiente resiste al estrés al alterar su metabolismo y hacer al elemento - - aprovechable, en contraste a las ineficientes que no son capaces de resistirlo por lo que desarrollan deficiencias nutrimentales ( Brown y Jones, 1977 ) .



La selección de plantas eficientes al estrés de Fe es de suma importancia, ya que este problema ha sido afrontado generalmente mediante la aplicación de sales fertilizantes para corregir o eliminar las deficiencias nutrimentales en los suelos, - pero la incrementada escasez y costo de los mismos requiere de nuevas soluciones. Una respuesta a estos problemas es evaluar la diferencia de las plantas en cuanto a su habilidad y uso de los minerales bajo condiciones adversas; en otras palabras, la adaptación de las plantas al suelo mediante la selección de líneas eficientes que crezcan mejor bajo niveles limitantes de algún nutriente ( Clark y Brown, 1975 ).

El iniciador de este tipo de estudios ( Beadle, 1929 ) observó diferencias varietales del maíz en la absorción del Fe; sin embargo, Mooers ( 1922 ), menciona que desde 1900 se observaron respuestas diferenciales en genotipos de maíz en cuanto a la absorción nutrimental.

### 2.7. Diferencias genotípicas en la absorción del Fe.

Brown et al. ( 1958 ) determinaron que la variedad de soya - eficiente Hawkeye ( HA ), injertada sobre las raíces de la línea ineficiente PI 54619-5-1 (PI) presentaron clorosis, mientras que PI injertada sobre HA fueron verdes.

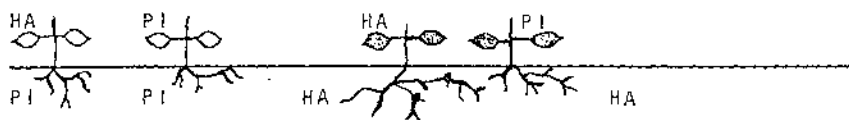


Figura 1. Diagrama representativo del experimento de Brown et al. ( 1958 ).

Posteriormente Brown et al., ( 1967 ), mediante retrocruzamiento hacia la variedad ineficiente PI así como hacia la eficiente HA, seleccionaron la aislínea eficiente A-62-9 (E-9) y la aislínea ineficiente A-6210 (I-10). Determinaron que las líneas-

isogénicas proveen una excelente fuente de material para estudiar la influencia de los genes sobre la nutrición de las plantas superiores, lo que debe ser útil para resolver los mecanismos que influyen en la nutrición del Fe .

Brown et al., ( 1958 ) , evaluaron la capacidad reductora de las raíces del pl y HA, empleando una solución de ferrocianida -- cloruro y concluyeron que la HA, tiene mayor capacidad reductora, por lo que absorbió y traslocó más Fe que la Pl. Esto mismo lo -- comprobaron Ambler y Brown ( 1972 ), quienes encontraron una mayor reducción de  $Fe^{3+}$  DTPA y mayor liberación de  $H^+$  por la variedad HA.

Brown ( 1972 ), indica que de 20 híbridos de maíz ensayados en sus suelos calcáreos el WF9 fue el más eficiente en cuanto a la absorción del Fe y el híbrido YSI/YSI el más ineficiente, conteniendo éste una mayor concentración de P, Mn, Zn y Ca en la parte aérea. El eficiente WF9 liberó una mayor cantidad de  $H^+$  y proporcionó una mayor reducción de la forma  $Fe^{3+}$   $Fe^{2+}$  .

Brown y Jones (1976), mencionan que las especies de plantas y las variedades dentro de una misma especie difieren en el uso de Fe en los suelos alcalinos y denominan Fe eficiente a aquella variedad que puede utilizar el Fe del suelo bajo estas condiciones, mientras que a la variedad que desarrolla clonosis férrica la llaman Fe ineficiente. De los resultados obtenidos en sus investigaciones deducen que las eficientes contenían una mayor concentración de Fe en su parte aérea que las ineficientes. En cuanto a la concentración de Fe en la raíz encontraron lo inverso, lo cual indica que el Fe en la raíz es una fuente de Fe para las plantas -- eficientes, no así para las ineficientes. La concentración de fósforo fue mayor en las partes aéreas y radical de la mayoría de las variedades, cuando estas se desarrollaron bajo condiciones de estrés de Fe, siendo más pronunciada en las ineficientes de tomate -- T3238-Fer y maíz YSI. Comparadas con el tratamiento sin Fe, las --

variedades de tomate T3238-Fer y soya HA estuvieron verdes y - contenían aproximadamente un 65 % más Fe en su parte aérea que los cultivares eficientes de maíz WF9 y sorgo Pioneer-846. Esto implica que las plantas de tomate y soya son más efectivas - en utilizar el Fe que el maíz y el sorgo. Estos resultados - - coinciden con los señalados antes por Christ ( 1974 ).

Brown y Jones ( 1977 ), comentan que la mayoría de las cloro - sis férrica en el campo puede ser eliminada utilizando plantas Fe-eficientes. Esta práctica ayudaría a incrementar el rendi - miento de las cosechas, la calidad de las mismas, el uso de - - las tierras que se encuentran marginadas, así como disminu - - rían las contaminaciones.

Egmond y Aktas ( 1977 ), encontraron que en general las defi - ciencias de Fe reducen la excreción de OH en las plantas, de - - terminando que en el caso del trigo el nivel de excreción de - OH fue reducido pero no lo suficiente para prevenir fuertes ex - creciones de OH. Las dicotiledóneas girasol, remolacha y la va - riedad de soya Hawkeye cambiaron de una excreción de OH a una - excreción de  $H^+$  en comparación con las variedades ensayadas de soya Fe-ineficiente ( Var. Portage y Var. T-203 ) y el trigo.

## 2.8. Diferencia genotípica del sorgo en la absorción de Fe.

Kurtz ( 1960 ), informa que la variedad de sorgo Double - - Dwarf 38 cultivada en soluciones nutritivas con un amplio ran - go de pH, desarrolló mejor en medios neutros o alcalinos que - en soluciones ácidas, por lo que señala que el grado de alcali - nidad de las soluciones aparentemente no impide la transloca - ción del Fe, indicando que es posible que esta variedad de sor - go excrete quelantes naturales que solubilizan al Fe de algu - nos compuestos insolubles como los hidróxidos, fosfatos y car - bonatos .

Mikesell et al., ( 1973 ), observaron que dos variedades de sorgo desarrolladas sobre un suelo calcáreo de Kansas difirieron en el grado de susceptibilidad a la clorosis férrica, ya que mientras la línea B ( no menciona el nombre ) presentó clorosis por deficiencia de Fe, la variedad KS-5 se mantuvo verde. La concentración de fósforo fue mayor en la variedad Fe-ineficiente que en la eficiente por lo que el fósforo pareció interferir en la asimilación del Fe.

Posteriores estudios de Brown y Jones ( 1974 ), trabajando con diferentes genotipos de sorgo establecidos en suelos calcáreos mostraron que los cultivares Early-Oro y Combine-7087 fueron ineficientes, al presentar un amarillamiento muy severo y desarrollo raquíptico; en cambio, las A-3197 y Wheatland estuvieron verdes y tuvieron un gran desarrollo vegetativo.

Brown y Jones ( 1975 ), encontraron que la concentración de fósforo fue alrededor de un 20% mayor en los genotipos Fe-ineficientes ( línea B y Wheatland ) en comparación con las eficientes KS-5 y Pioneer-846 desarrolladas en soluciones nutritivas. Además indican que Mikesell et al., ( 1973 ), no encontraron diferencias en las variedades KS-5 y la línea B en cuanto a reducción del  $Fe^{3+}$  a  $Fe^{2+}$ , porque utilizaron un método menos preciso que el del TPTZ; concluyeron que en general las raíces de sorgo Fe-eficientes liberan un mayor número de  $H^+$  a la solución nutritiva que las raíces de las plantas Fe-ineficientes, ( aunque en su investigación las diferencias fueron pequeñas e inconsistentes por lo que no la consideran de importancia básica para la absorción diferencial de Fe ), mientras que la acumulación de fósforo es lo que parece contribuir a la deficiencia de Fe en la línea B y Wheatland, así como su menor capacidad para reducir el Fe oxidado (  $Fe^{3+} \rightarrow Fe^{2+}$  ).

De lo anterior se denota la importancia de corregir el problema de clorosis férrica mediante la selección de plantas-

de sorgo eficientes o tolerantes a condiciones de baja cantidad de Fe aprovechable, por lo que este aspecto debe considerarse como fundamental en los programas de mejoramiento genético en áreas que tengan ese problema ( Kerberg, 1967 ). Según Hartzook et al ., ( 1974 ); este procedimiento ha sido seguido en cacahuete, mencionando que los rendimientos y la calidad de frutos obtenido por las variedades Fe-eficientes, fue similar al de las ineficientes tratadas, por lo que con aquella forma se ahorró la aplicación de quelatos, la cual fue equivalente a 350 Kg. de cacahuete/ha.

2.9. Genotipos recomendados para los Estados de Michoacán, Guanajuato y Colima.

El campo Agrícola Experimental Valle de Apatzingán ( 1976 ) recomendó para condiciones de riego los genotipos tardíos PIONEER-828, PUREPECHA, ASGROW-DOUBLE-TX, DEKALB-C44c; intermedios DIAMEX-Y99R, COBESA-ACCO-R-109, COBESA-ACCO-R-1090, ASGROW-AMAK, CHICHIMECA, TEPEHUA, FUNK'S-G-522, NK-227; precoces NAHUATL y OTOMI. Para temporal los genotipos tardíos NK-265, DEKALB-F-63, MASTER-922, PUREPECHA, ASGROW-DOUBLE-TX, DEKALB-C44c, DEKALB-C48a; intermedios OLMECA, DEKALB-D-504, COBESA-ACCO-RS-610, ASGROW-RICO, CHICHIMECA, TEPECHUA, FUNK'S-G-522 y NK-227; precoces ASGROW-DORADO-E, DEKALB-DD-50, DEKALB-C446, T.E.-668, NAHUATL y OTOMI. La misma institución ( 1981 ) recomendó para condiciones de riego los genotipos tardíos INIA-PUREPECHA, COBESA-ACCO-R-109, FUNK'S-G-522, T.E. TOTAL, MASTER-911, T.E.-G.M.A., T.E.-88, ASGROW-GRANADA Y ASGROW-DORADO TX; Intermedios INIA-CHICHIMECA, INIA-TEPEHUA, INIA-NAHUATL, INIA-OTOMI, TWD-80, COBESA-ACCO-R-1090, COBESA-ACCO-R-1019, ASGROW-DOUBLE-TX y MASTER-GOLD. En temporal los genotipos tardíos INIA-OLMECA, INIA-JONAS, INIA-CORA, COBESA-ACCO-R-1090 y ASGROW-DORADO-E; intermedios INIA-CHICHIMECA, INIA-TEPEHUA, ASGROW-DOUBLE-TX y MASTER-GOLD. Esta misma institución ( 1983 ) recomienda para las condiciones de riego en el Valle de Apatzingán los genotipos tardíos COBESA-ACCO-R-109, FUNK'S-G-522, T.E.-TOTAL, MASTER-911, T.E.-G.M.A.; T.E.-88, ASGROW-DORADO-TX, ASGROW-GRANADA, RB-2000, RB-2020; Intermedios INIA-JONAS, INIA-CORA, TWD-80, COBESA-ACCO-R-1090, COBESA-ACCO-R-1019, ASGROW-DOUBLE-TX y MASTER-GOLD.

Para el Estado de Guanajuato el Campo Agrícola Experimental de el Bajío ( 1974 ) recomienda en condiciones de temporal los genotipos tardíos INIA-PUREPECHA, INIA-CHICHIMECA, MASTER-950 y PIONEER-845; Intermedios INIA-OLMECA, HORIZON-77, INIA-TEPEHUA, TE-TELL, DEKALB-E-57, TWD-80, COBESA-ACCO-R-1029, TWO-RS-

660, DEKALB-C-48a y PIONEER-846; precoces MASTER-RS-610, INIA-NAHUATL- NK-227, ASGROW-JUMBO-C, DEKALB-DD-50, HORIZON-75, INIA-OTOMI y RS ( TEXAS )- 610. Esta misma institución ( 1977 ) recomendó bajo condiciones de riego los genotipos tardíos INIA-PUREPECHA, MASTER-950, WEATHER- MASTER-GS-76Y, TWO-72Y, WEATHER- MASTER-GS-66Y, FUNK'S-766W, PIONEER-828, INIA-CHICHIMECA, TWO-90 y GROWER'S- ML-130; intermedios OROMEX-249, NK-285, INIA-TAPEHUA, HORIZON-77, WAC-694, NK-227M, NK-280, HORIZON-76, INIA-OLMECA, TWO-80, HORIZON-80, PRONASE-RS-660, TWO-RS-660, HORIZON-75, MASTER-922- MASTER-911, DEKALB-BR-57; Precoces NK-SAVANNA, NK-265, INIA-NAHUATL, GROWER'S-E-110., ASGROW-DORADO-E, PRONASE-RS-620, TWO-RS-610, ASGROW-JUMBO-C y T.E.-G.M.A. La misma institución ( 1979 ) para condiciones de riego en el bajío recomendó los genotipos tardíos INIA-PUREPECHA, INIA-HUICHOL, TWO-72Y, JGM-203, EXEL-811A, NK-285, WEATHER- MASTER- GS-76Y, SECURITY-10, TWO-75-BR, ASGROW-IMPERIAL, DEKALB-F-61, ORO-T, DEKALB-BR-64, ASGROW-DOUBLE-TX, DEKALB-E-59, PIONEER-828, INIA-CHICHIMECA, PIONEER-B-815, WAC-694 y JGM-201; intermedios INIA-CORA, INIA-PAME, PIONEER-W-823, TWO-90, ASGROW-EMERALD, EXEL-808, SEDELGO-8080, WEATHER-MASTER-GS-66Y, HORIZON-H-91, ASGROW-BRAVO, NK-280, HORIZON-77, MASTER-GOLD, GROWER'S -- ML-130, HORIZON-80, PIONEER-8417, PIONEER-8311, OROMEX-249, -- TWO-80, TWO-RS-660, NK-227M, NK-265, INIA-OLMECA y HORIZON-75; precoces INIA-TEPEHUA, INIA-COTONAME, NK-SAVANNA, INIA-JONAS, NK-X-3101 INIA-NAHUATL, TWO-RS-610, SECURITY-8, NK-233, GROWER'S-E-110 y GROWER'S-GSA-1180. Finalmente ésta misma institución ( 1980 ) recomienda para condiciones de temporal los genotipos tardíos INIA-HUICHOL, INIA-PUREPECHA, TE-TELL, MASTER-950, MASTER-911, TE-TOTAL, WAC-692, TE-Y-101, MASTER-GOLD y TE-77; intermedios INIA-PAME, INIA-OLMECA, INIA-CORA, ORO-T, ORO y ORO-DR; precoces INIA-TEPEHUA, INIA-JONAS, MASTER-922, ASGROW-JUMBO-C, MASTER-900, TE-GMA y MASTER-933. En condiciones de riego recomienda los genotipos tardíos INIA-PUREPECHA, INIA-HUICHOL, TWO-72Y, JGM-203, EXEL-811A, NK-285, WEATHER-MASTER-GS-76Y, TWO-75-BR, ASGROW-IMPERIAL, DEKALB-F-61, FUNK'S-G-766N, ASGROW-DORADO-M, DEKALB-BR-6, ASGROW-DOUBLE-TX, DEKALB-E-59,

PIONEER-828, INIA-CHICHIMECA y PIONEER-B-815; intermedios INIA - CORA, INIA-PAME, PIONEER-W-823, TWO-90, ASGROW-EMERALD, EXEL-808, SEDELGO-8080, WEATHER- MASTER-GS-66Y, HORIZON-H-91, ASGROW-BRAVO, NK-280, HORIZON 77, WAC-696R, GROWER'S-ML-130, PIONEER-8417, PIONEER-8311, TWO-80. TWO-RS-660, NK-265, INIA-OLMECA y WAC-694; precoces INIA-TEPEHUA, INIA-COTONAME, NK-SAVANNA, INIA-JONAS, NK-X-3101, INIA-NAHUATL, TWO-RS-610, SECURITY-8, NK-233 y GROWER'S-E-110.

En el Estado de Colima, el Campo Agrícola Experimental de Tecomán, ( 1981 ) recomendó bajo condiciones de temporal los genotipos tardíos ASGROW- BRAVO, ASGROW-DOUBLE-TX, FUNK'S-G-516BR, INIA-JONAS, INIA-PUREPECHA; intermedios NK-227, ASGROW-DIXIE, ASGROW-GRANADA y ASGROW-TOPAZ; precoz TE-55-B. Esta misma institución recomienda ( 1983 ) para condiciones de temporal los genotipos tardíos, ASGROW-DOUBLE-TX, DEKALB-BR-64, INIA-JONAS y RB-3006; intermedios ASGROW-GRANADA, RB-3030, DEKALB-D-55 y NK-227; precoces TE-668, DEKALB-D-61 y RB-2000. Vizcaino ( 1983 ) recomienda bajo condiciones de temporal los genotipos RB-3030, RB-3006, ASGROW-GRANADA, INIA-PUREPECHA, RB-2020, NK-280 y NK-225.



### III MATERIALES Y METODOS

Se describen a continuación las condiciones del área en la que se realiza el experimento, así como los materiales y métodos empleados, en la determinación de las características de los suelos y genotipos.

#### 3.1. Localización del experimento .

El presente trabajo se desarrolló en las instalaciones de la Escuela Superior de Ciencias Agropecuarias ( E.S.C.A. ) de la Universidad de Colima, situada en el Crucero Tecomán, de la carretera Colima-Manzanillo, a una altura sobre el nivel del mar de 33 mts. latitud de  $18^{\circ}45'N$  y  $103^{\circ}47'$  de longitud W .

El clima se clasificó en base al segundo sistema de Thornt-hwaite, como : D d A' a' - Seco con nulos excedentes de humedad ; cálido, con una concentración térmica normal en el verano; - temperatura media anual de  $26.6^{\circ}C$  y precipitación promedio de - 710.7mm ( Jiménez et al. 1972 ).

#### 3.2. Materiales utilizados .

##### 3.2.1. Genotipos de sorgos.

En el presente experimento se utilizaron 64 genotipos de sorgo: 46 donados por el Campo Agrícola Experimental de Roque-Guanajuato ( CAERG ), 14 de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ( UAAAN ) y 4 por el Campo Agrícola Experimental de Tecomán Colima ( CAETECO ) . Las cuales se sembraron en bolsas de polietileno negro conteniendo los suelos con problemas de abastecimiento de Fe, permaneciendo en ellas por un período de 95 días, del 7 de Enero al 11 de Abril de 1984, fechas de siembra y cosecha respectivamente ( Cuadro 1 A ).

##### 3.2.2. Recipientes .

Las bolsas empleadas fueron de 11 cm de diámetro por 20 cm de alto, con dos perforaciones en el fondo para el drenaje, colocando 1.9 kg de suelo por bolsa. El suelo fue previamente desinfectado, secado, tamizado y homogenizado.

### 3.2.3. Suelos empleados.

Las muestras de suelo de alrededor de 2 toneladas, fueron colectadas a una profundidad de 0-30 cm en las localidades de: Abasolo, Guanajuato, Bellavista, Michoacán y Los Asmoles, Colima, (Fig. 1A, 2A y 3A). Estos lugares en particular fueron seleccionados debido a que el cultivo del sorgo que con anterioridad se había desarrollado en él mostró síntomas severos de clorosis férrica.

Los suelos fueron previamente secados al aire y pasados a través de un tamiz de 28 mallas, eliminando residuos vegetales y materiales extraños, siendo posteriormente homogenizados. Para su análisis físicos y químico se tomaron 6 submuestras de cada uno de los suelos, a las cuales se tamizó en una malla de 2 mm.

Las metodologías utilizadas para la caracterización de los suelos fueron las siguientes:

Textura: Por el método del hidrómetro (Palmer y Troeh, 1977).

Extracto de saturación: Preparado según metodología del laboratorio de Salinidad de Riverside, USDA (Rhoades y Clark, 1977).

Conductividad eléctrica: Determinada en el extracto de saturación con conductímetro marca YSI.

Cationes solubles: Determinados en el extracto de saturación.

ción, K,Na,Ca,Mg por absorción atómica ( Fidefrut, 1983 a ) - - con edición de Sr 3000 Mg/ml como agente ionizante y liberador- ( Price, 1978 ) .

Nitratos solubles: Determinado en el extracto de saturación- espectrofotométricamente por el método de reducción con hidraci- na ( Fidefrut, 1983 a ) .

Carbonato total: Método volumétrico con el calcímetro de Ber- nard ( Bonneau et Souchier ,1979; Fidefrut, 1983 a ) .

Boro soluble: Determinado en el extracto de saturación por - el método clorimétrico de la curcumina ácida ( Fidefrut, 1983 - a ) .

Determinación de pH: Se determinó en una relación suelo - - agua de 1:2.5 ( Jackson, 1975 ) .

Materia Orgánica: Empleando el método de digestión por vía - húmeda de Walkley y Black modificado ( Hess, 1972 ) .

Fósforo asimilable: Extracción con solución extractora de Ol- sen ( Jackson, 1975 )  $\text{NaHCO}_3$  pH 8.5, y determinación espectrofo- tométrica del azul de fosfomolibdato con reducción con cloruro- estanoso ( Hess, 1972; Jackson 1975; Black et al., 1965 ) .

Capacidad de intercambio Catiónico: Con saturación con una - disolución de NaCl 0.1N-  $\text{CH}_3\text{COONa}$  0.4N pH 8.2 y extracción con-  $\text{MgNO}_3$  1.0N pH 7.0, según método de Polemio - Rhoades ( Polemio- and Rhoades, 1977 ) .

K y Na intercambiables: Extraíbles con una disolución de - -  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  1N pH 7.0 ( Black et al., 1965; Hess, 1972; Jackson , 1975 ) .

De acuerdo a los análisis realizados, los suelos presentaron

las características descritas en el cuadro 5A.

#### 3.2.4. Siembra.

La siembra se realizó en seco, colocando 7 semillas de cada genotipo por bolsa, a 2 cm de profundidad. El riego se realizó en función de las necesidades hídricas de las plantas, manteniéndose las macetas aproximadamente a capacidad de campo durante el transcurso del experimento.

A los 15 días después de la emergencia de las plántulas se dejaron tres de las más uniformes en cada bolsa.

#### 3.2.5. Fertilización.

Se efectuó una fertilización de presiembra correspondiente al tratamiento 160-80-40 empleando como fuentes, sulfato de amonio, super fosfato triple y cloruro de potasio.

#### 3.2.6. Análisis mineral de muestras de hojas, raíz y tallo.

Lavado: Las muestras se lavaron con una solución de detergente exento de fosfatos ( Fidefrut, 1983 B ) seguido de 2 lavados con agua destilada.

Secado: Se secaron las muestras en estufa modelo FELISA con corriente de aire a una temperatura de 80°C ( Walsh y Beaton, 1973 ).

Molienda: En un molino Wiley modelo Intermedio empleando un tamiz de 40 mallas.

Puesta en solución: Para análisis de Ca, Mg, K, P, Fe, Cu, Mn, se realizó por vía seca en dos tiempos por doble calcinación para asegurar insolubilización de la sílice que es particu

larmente elevado en el material con que se trabajó ( Laporte, et al., 1980; Gerdat, 1980 ), recuperando las cenizas con HCl-1:1 ( Fidefrut, 1983 B ) .

Fósforo total: Determinado por el método espectrofotométrico del amarillo de vanadomolibdato modificado ( Alfaro, - - 1984 ), empleando un espectrofotómetro SPECTRONIC 21 a una longitud de onda de 470 nm.

Ca-Mg-K: Por espectroscopia de absorción atómica, en espectrofotómetro Pye Unicam SP9-800 mediante adición de La 1800  $\mu$ g/ml para compensar interferencias químicas e ionizantes ( Alfaro, 1984 ) .

Fe- Cu- Mn- Zn : Determinados por absorción atómica, directamente en el mineralizado obtenido ( Fidefrut, 1983 B ) .

Nitrógeno total : Por el método semimicrokjeldhal modificado ( Fidefrut, 1983 B ) empleando los sistemas de determinación de nitrógeno BÜchi 430 y 325 .

### 3.3. Diseño Experimental .

Para la determinación de los tratamientos se utilizó un arreglo en parcelas divididas , donde las parcelas grandes fueron los tipos de suelos y la parcela chica los genotipos de sorgo; la distribución y análisis de los tratamientos fue en bloques al azar con 4 repeticiones; para la diferenciación de medias se utilizó la prueba de Gabriel al 0.01 de probabilidad.

#### 3.3.1. Variables Analizadas.

Las variables consideradas fueron: peso húmedo de hojas y tallo, peso seco de hojas, peso de tallo y raíz; al final del experimento \* . Altura de plantas y número de hojas cada 5 días,

iniciándose estas mediciones 20 días después de la siembra; -- aunque solo se consignan en este trabajo los datos correspondientes a la última lectura. Analizándose estos datos previa transformación  $\sqrt{x+1}$ ; donde x es el valor original.

### 3.3.2. Determinación y análisis de los grados de clorosis.

Los grados de clorosis se determinaron tomando como base la escala propuesta por Amparano (1973), (Cuadro 2A). -- Agrupándose posteriormente los genotipos en función del grado de clorosis que manifestaron al final del experimento, Cuadro 3 A, realizándoseles análisis foliar en cada uno de los grados de clorosis para los tres suelos. Con los grados de clorosis clasificados en cada uno de los suelos se efectuó un análisis discriminante.

Los contenidos nutrimentales de las hojas se analizaron mediante un bloque al azar, con 12 tratamientos y 4 repeticiones; la unidad experimental fué de 1 gramo de las hojas por planta y para la separación de medias se utilizó la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad. Las variables utilizadas fueron % N, % P, % K, % Ca, % Mg, ppm Fe, ppm Cu, ppm Mn, ppm Zn, ppm Fe / Mn, ppm Fe / Zn, ppm Fe / P; etiquetadas como V1, V2, ... V12 respectivamente. Los datos expresados en porcentaje fueron transformados con  $\sqrt{x+1}$ ; donde x es el valor original.

#### IV RESULTADOS Y DISCUSION.

4.1. Grado de susceptibilidad ó tolerancia de los genotipos de sorgo a la clorosis férrica.

4.1.1. Efecto de los suelos en el comportamiento de los genotipos.

Los análisis de varianza ( Cuadro 4 A ) realizados para variables peso seco de hoja, peso seco de tallo, peso seco de la raíz, número de hojas, peso húmedo de hojas, peso húmedo de tallo y altura de planta mostraron en todos los casos, una diferencia estadística altamente significativa para los suelos, que proceden de Michoacán, Guanajuato y Colima. ( Suelo 1,2 y 3 ) respectivamente.

El suelo dos resultó sobresaliente en las variables peso seco de hojas, peso seco de tallo, número de hojas y altura de planta; el suelo tres en las variables peso seco de raíz, número de hojas, peso húmedo de hojas y peso húmedo de tallo, el suelo uno en la variable peso seco de la raíz y peso húmedo de tallo. El suelo uno y tres en las variables peso seco de hoja, peso seco de tallo, peso seco de la raíz y peso húmedo de tallo, tienen igual comportamiento estadístico, sucediendo lo mismo con los suelos dos y tres para número de hojas ( Cuadro 1 ).

Como se observa en los resultados, los genotipos establecidos en el suelo dos presentaron un mayor crecimiento y desarrollo, lo anterior puede deberse a que éste suelo manifestó un menor contenido de  $\text{CaCO}_3$  y un valor inferior de  $\text{pH}$ , ( Cuadro 5A ) lo cual concuerda con varios autores entre los que destacan Lindsay y Thorne ( 1954 ), Longoria ( 1973 ), Amparano ( 1973 ), Brown y Jones ( 1974 ). El mayor contenido de M.O. y Nitratos también contribuyeron en la manifestación de éstas res

puesta concordando con lo citado por Longoria (1973) y Herrero y Abadía (1962). El suelo uno y tres presentaron un mayor contenido de  $\text{CaCO}_3$ , valores más elevados de pH. y un menor contenido de M.O.

CUADRO 1. COMPORTAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS SUELOS EN FUNCION - DEL PESO SECO (HOJAS, TALLOS Y RAIZ) PESO HUMEDO - (HOJAS Y TALLO) NUMERO DE HOJAS Y ALTURA DE PLANTA.

| Suelos           | p.seco de<br>hojas.<br>(gr). | p.seco de<br>tallo.<br>(gr). | p.seco de<br>raíz.<br>(gr). | No.hojas | p.húmedo<br>de hojas.<br>(gr). | p.húmedo<br>de tallo.<br>(gr). | Altura de<br>planta.<br>(cm). |
|------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Michoa -<br>cán. | 0.625 B                      | 0.487/ B                     | 0.7476 A                    | 1.737 B  | 1.6227 B                       | 1.9915 A                       | 9.04 C                        |
| Guanajuato.      | 1.3113 A                     | 1.2650 A                     | 0.45 B                      | 3.0662 A | 1.4302 C                       | 1.3140 B                       | 12.0754 A                     |
| Colima.          | 0.6543 B                     | 0.4810 B                     | 0.7171 A                    | 3.0228 A | 1.8073 A                       | 2.3153 A                       | 10.1689 B                     |

Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales (A, B y C).



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA



#### 4.1.2. Comportamiento estadístico de los genotipos.

Los análisis de varianza ( Cuadro 4 A ) en la totalidad de las variables reporta diferencias estadísticas altamente -- significativa para genotipos. En el cuadro 2 se observan como sobresalientes el DEKALB-DD-50, HORIZON-75, DERR-82-23 y Pob.-5 en todas las variables, a excepción del peso seco de hojas , mientras que los genotipos ASGROW-DOUBLE- TX, y ASGROW-DORADO que resultaron ser los únicos sobresalientes en esta variable -- presentaron valores 1.30 y 1.54 gr. respectivamente.

Los genotipos DEKALB-E-59, DEKALB-F-61, WAC-689 fueron sobresalientes en peso seco de raíz, número de hojas, peso húmedo de hojas, peso húmedo de tallo y altura de planta; los genotipos INIA-RB-2000, DEKALB-D-62 y HORIZON-76 presentaron un comportamiento similar a los anteriormente citados; aunque los dos primeros no sobresalen en la altura de planta si destacaron en el peso seco del tallo y el último sobresale en las variables, peso seco de tallo, peso seco de raíz, número de hojas, peso húmedo de hojas y altura de planta. Dentro de este -- grupo también se encuentran el genotipo ASGROW-DORADO, que sobresalió en peso ( seco y húmedo ) de hojas y tallo además de peso seco de raíz; el genotipo ASGROW-DOUBLE-TX, sobresalió en peso seco y húmedo de hojas, peso seco de tallo, número de hojas y altura de planta. Los restantes genotipos se encuentran ordenados en forma decreciente, en función de su comportamiento, mostrándose al final aquellos materiales que presentaron -- menos del 50% de plantas en los tratamientos.

Los genotipos DEKALB-DD-50, ASGROW-DOUBLE-TX, ASGROW-DORADO, INIA-RB-2000, HORIZON 75, DEKALB-F-61, HORIZON-76 y DEKALB-E-59 que bajo las condiciones establecidas en este experimento resultaron sobresalientes, concuerdan con las recomendaciones publicadas por el Campo Agrícola Experimental del Valle de Apatzingán, ( 1976 ), ( 1981 ) y ( 1983 ); del Campo Agrícola Experimental de Roque Guanajuato ( 1974 ), ( 1977 ), ( 1979 ) y ( 1980 ); por Wong. ( 1976 ) y por el Campo Agrícola Experi-

CUADRO 2 COMPORTAMIENTO ESTADÍSTICO DE 64 GENOTIPOS DE ACHEIRO AL PESO SECO (HOJAS, TALLO Y RAÍZ)  
PESO HUMEDO (HOJAS Y TALLO), NÚMERO DE HOJAS Y ALTURA DE PLANTA

| Genotipo       | Peso de Hoja | Peso de Tallo | Peso seco de Raíz | Nº. Hojas    | Peso Humedo de Tallo | Altura de Planta |        |               |           |             |           |          |         |         |           |
|----------------|--------------|---------------|-------------------|--------------|----------------------|------------------|--------|---------------|-----------|-------------|-----------|----------|---------|---------|-----------|
| DECALB-00-50   | 18           | 1.7927        | BC                | 3.1885       | ACDEFG               | 0.6664           | ACDEFG | 1.7584        | ABCDEFGHI | 1.5800      | ABCDEFGHI | 2.4793   | ABC     | 11.5705 | ABCDEFGHI |
| H041106        | 22           | 0.5052        | BCDEF             | 1.9210       | AB                   | 1.0894           | ABCD   | 3.7564        | ABCDEFGHI | 1.4284      | ABCDEFGHI | 2.8552   | ABC     | 11.1722 | ABCDEFGHI |
| GF3-02-23      | 50           | 0.9235        | BCDEF             | 1.3605       | ABCDEFGHI            | 0.8954           | ABCD   | 2.8100        | ABCDEFGHI | 2.7208      | ABCD      | 2.1424   | ABC     | 11.7641 | ABCDEFGHI |
| PROL. 5        | 08           | 0.8594        | BCDEFG            | 1.0494       | ABCDEFGHI            | 0.8844           | ABCD   | 2.4730        | ABCDEFGHI | 1.8591      | ABCDEFGHI | 2.9275   | ABC     | 13.5092 | ABC       |
| ASCROW-00041-1 | 6            | 1.9613        | AB                | 2.7058       | A                    | 0.6197           | BCDE   | 3.0751        | ABCDEFGHI | 2.1424      | ABDE      | 1.2675   | AB      | 11.6344 | ABCD      |
| ASCROW-00040   | 10           | 1.5622        | A                 | 1.6778       | ABDE                 | 0.7853           | ABCD   | 2.3076        | ABCDEFGHI | 2.3070      | AB        | 5.9742   | BCDEFGH | 10.9965 | ABCDEFGHI |
| DEKALB-159     | 14           | 0.5777        | A                 | 1.7157       | DEFGHI               | 0.7859           | ABDE   | 1.3059        | ABCDEFGHI | 2.8446      | A         | 5.0652   | A       | 12.4802 | ABC       |
| DEKALB-161     | 16           | 1.3155        | BCDE              | 0.9655       | ABCDEFGHI            | 0.7137           | ABCD   | 2.6794        | ABCDEFGHI | 1.5210      | ABCDEFGHI | 3.0264   | A       | 12.4802 | ABC       |
| H041204-75     | 23           | 0.5245        | BCDEFG            | 1.3049       | ABCDEFGHI            | 0.7137           | ABCD   | 3.1840        | ABCDEFGHI | 2.0467      | ABCDEFGHI | 1.6778   | BC      | 11.5416 | ABCDEFGHI |
| WAL-006        | 14           | 0.8584        | BCDEFGH           | 0.6450       | FGHIJ                | 0.5880           | ABCD   | 3.4483        | AB        | 2.3390      | ABF       | 2.9775   | ABC     | 11.7641 | ABCDEFGHI |
| [A]-PE-0000    | 01           | 0.4003        | ABCDEFGHI         | 1.1957       | ABCDEFGHI            | 1.5026           | A      | 3.4100        | ABC       | 1.6284      | ABCDEFGHI | 2.3390   | ABC     | 9.4742  | BCDEFGH   |
| DEKALB-0-6P    | 53           | 0.6345        | BCDEFG            | 1.1159       | ABCDEFGHI            | 1.0532           | ABCD   | 3.4483        | AB        | 1.9300      | ABCDEFGHI | 2.3360   | ABC     | 10.0104 | BCDEFG    |
| ASCROW-0000    | 5            | 1.1894        | BCDE              | 1.7675       | ABDE                 | 0.4187           | BCD    | 2.4730        | ABCDEFGHI | 1.4448      | ABCDEFGHI | 1.3526   | BC      | 11.3137 | ABCDEFGHI |
| ASCROW-0001    | 7            | 0.2594        | BCDEFG            | 1.3049       | ABCDEFGHI            | 0.5512           | BCDE   | 3.3718        | ABC       | 1.9164      | ABCDEFGHI | 1.8500   | BC      | 12.5556 | ABC       |
| MAX16P-0010    | 28           | 0.8518        | BCDEFG            | 1.4164       | ABCDEFGHI            | 0.8197           | BCD    | 3.5652        | A         | 2.5009      | ABCDEFGHI | 1.4448   | BC      | 10.0714 | ABCDEFGHI |
| PID0019-0-0-5  | 32           | 0.7326        | ABCDEFGHI         | 0.5968       | FGHIJ                | 1.3505           | AB     | 2.3350        | ABCDEFGHI | 1.6284      | ABCDEFGHI | 2.5411   | ABC     | 14.0603 | A         |
| WAL-001        | 45           | 1.0637        | BCDE              | 1.1688       | ABCDEFGHI            | 0.5067           | BCD    | 2.9730        | ABCDEFGHI | 1.9210      | ABCDEFGHI | 2.3658   | ABC     | 8.2731  | FGHIJ     |
| DEKALB-02      | 47           | 0.3600        | BCDE              | 1.1957       | ABCDEFGHI            | 0.4240           | BCD    | 5.2209        | ABCDEFGHI | 2.0567      | ABCDEFGHI | 2.7845   | ABC     | 9.2460  | BCDEFGH   |
| DEKALB-02-15   | 53           | 0.6844        | BCDEF             | 1.1155       | ABCDEFGHI            | 0.5762           | BCD    | 3.0605        | ABCDEFGHI | 1.9164      | ABCDEFGHI | 1.7373   | ABC     | 11.0555 | ABCDEFGHI |
| GF3-0071-KENT  | 4            | 0.4534        | BCDEFG            | 1.0371       | ABCDEFGHI            | 1.3076           | ABC    | 2.8535        | ABCDEFGHI | 1.1688      | ABCDEFGHI | 2.1948   | ABC     | 12.4802 | ABCDEFGHI |
| INTA-PAMI      | 7            | 0.3068        | FGHI              | 0.5558       | HIJ                  | 0.1105           | ABCD   | 2.9275        | ABCDEFGHI | 1.1688      | ABCDEFGHI | 1.5070   | BC      | 14.1351 | A         |
| P00. 2         | 60           | 0.2348        | BCDEFG            | 1.1688       | ABCDEFGHI            | 0.4187           | BCD    | 2.9275        | ABCDEFGHI | 1.9164      | ABCDEFGHI | 1.8594   | BC      | 9.8800  | BCDEFG    |
| H041204-75     | 23           | 0.5245        | BCDEFG            | 0.9855       | ABCDEFGHI            | 0.4187           | BCD    | 3.0005        | ABCDEFGHI | 1.4733      | ABCDEFGHI | 1.3505   | BC      | 10.9335 | ABCDEFGHI |
| 000-1-11334    | 33           | 1.1355        | BCDE              | 1.3605       | ABCDEFGHI            | 0.3752           | BC     | 2.6915        | ABCDEFGHI | 1.6284      | ABCDEFGHI | 1.9655   | BC      | 10.0104 | BCDEFG    |
| 000-00-11334   | 34           | 0.8003        | BCDEFG            | 0.5737       | FGHIJ                | 1.1957           | ABC    | 2.7845        | ABCDEFGHI | 1.5020      | ABCDEFGHI | 1.2075   | BC      | 9.5917  | BCDEFGH   |
| 000-1          | 35           | 0.2859        | BCDEFG            | 1.3605       | ABCDEFGHI            | 0.2708           | BC     | 3.4483        | AB        | 2.0107      | HI        | 0.8594   | BC      | 11.7641 | ABCDEFGHI |
| FE-7101        | 42           | 0.8546        | BCDEFG            | 1.5421       | ABCDEFGHI            | 0.6430           | BCDE   | 3.4483        | AB        | 1.4164      | ABCDEFGHI | 1.4448   | BC      | 9.5901  | BCDEFG    |
| WAL-054-R      | 46           | 1.6432        | BCDE              | 1.3805       | ABCDEFGHI            | 0.2708           | BC     | 3.1840        | ABCDEFGHI | 2.3058      | ABDE      | 1.4164   | BC      | 9.7027  | BCDEFGH   |
| DEKALB-02-17   | 46           | 1.0117        | BCDE              | 1.1421       | ABCDEFGHI            | 0.5512           | BCD    | 1.9522        | ABCDEFGHI | 2.5300      | ABC       | 1.9210   | BC      | 10.9335 | ABCDEFGHI |
| DEKALB-02-18   | 49           | 0.9346        | BCDE              | 0.2855       | BCDEFGH              | 0.7376           | ABCD   | 3.4667        | ABC       | 1.2500      | ABCDEFGHI | 1.8764   | BC      | 11.0500 | ABCDEFGHI |
| DEKALB-02-14   | 54           | 0.3855        | BCDE              | 0.6346       | ABCDEFGHI            | 0.5966           | BCD    | 1.2102        | ABCDEFGHI | 1.5692      | ABCDEFGHI | 2.7344   | ABC     | 10.9335 | ABCDEFGHI |
| DEKALB-02-13   | 55           | 0.4003        | BCDE              | 1.0371       | ABCDEFGHI            | 0.6664           | BCDE   | 2.8800        | ABCDEFGHI | 1.5305      | ABCDEFGHI | 1.6481   | BC      | 10.5600 | ABCDEFGHI |
| POB + P 13-RW  | 57           | 1.2159        | BCDE              | 1.5792       | ABCDEFGHI            | 0.6197           | BCD    | 3.3556        | ABCDEFGHI | 1.5109      | ABCDEFGHI | 1.5600   | BC      | 10.5751 | ABCDEFGHI |
| INTA-00-3006   | 5            | 1.0371        | BCDE              | 1.3805       | ABCDEFGHI            | 0.5512           | BCD    | 2.7228        | ABCDEFGHI | 1.1957      | ABCDEFGHI | 1.2773   | BC      | 12.1573 | ABCDEFGHI |
| INTA-00-3030   | 4            | 0.2843        | BCDEF             | 0.4855       | ABCDEFGHI            | 0.4640           | BCD    | 3.2585        | ABCDEFGHI | 1.1688      | ABCDEFGHI | 0.9460   | BC      | 11.7641 | ABCDEFGHI |
| DEKALB-0-04    | 15           | 0.8546        | BCDEFG            | 0.7137       | ABCDEFGHI            | 0.3266           | BCD    | 1.4448        | ABCDEFGHI | 1.7979      | ABCDEFGHI | 2.5411   | ABC     | 7.7290  | GHI       |
| MAX16P-053     | 27           | 0.6430        | BCDEFG            | 0.5062       | GHIJ                 | 0.4840           | BCD    | 2.4058        | ABCDEFGHI | 2.1748      | ABDE      | 2.6446   | ABC     | 8.1845  | BCDEFGH   |
| WAL-0000000A   | 3            | 0.7637        | BCDEFG            | 1.7227       | ABCDEFGHI            | 0.3752           | BC     | 1.5020        | ABCDEFGHI | 1.9164      | ABCDEFGHI | 1.5897   | ABC     | 9.0668  | BCDEFGH   |
| 000-00         | 36           | 0.7637        | BCDEFG            | 0.5197       | FGHIJ                | 0.9855           | BCD    | 2.4393        | ABCDEFGHI | 1.1855      | ABCDEFGHI | 1.1688   | BC      | 11.2500 | ABCDEFGHI |
| 000P001-259    | 37           | 1.0371        | BCDE              | 1.0312       | ABCDEFGHI            | 0.5187           | BCD    | 2.3390        | ABCDEFGHI | 1.8284      | ABCDEFGHI | 2.7724   | ABC     | 9.7307  | BCDEFGH   |
| PID0014-0021A  | 40           | 1.0637        | BCDE              | 1.0632       | BCDEFGH              | 0.5757           | BCD    | 2.0782        | ABCDEFGHI | 1.8284      | ABCDEFGHI | 2.1102   | ABC     | 5.5817  | BCDEFGH   |
| PO. 10. 15-PE  | 56           | 0.9035        | BCDEF             | 1.3805       | ABCDEFGHI            | 0.2708           | BC     | 1.2075        | ABCDEFGHI | 1.1688      | ABCDEFGHI | 1.5305   | BC      | 11.0596 | ABCDEFGHI |
| SO 1-212365    | 62           | 0.6664        | BCDEFGH           | 0.4594       | ABCDEFGHI            | 0.5062           | BCD    | 2.9535        | ABCDEFGHI | 1.2271      | ABCDEFGHI | 1.2373   | BC      | 10.9335 | ABCDEFGHI |
| ASCROW-00000A  | 8            | 0.0371        | BCD               | 1.1776       | ABCDEFGHI            | 0.3066           | BC     | 2.3958        | ABCDEFGHI | 1.1555      | ABCDEFGHI | 1.5109   | BC      | 9.2400  | ABCDEFGHI |
| ASCROW-0001    | 9            | 0.2617        | BCDEFGH           | 0.9546       | ABCDEFGHI            | 0.5512           | BCD    | 2.2400        | ABCDEFGHI | 1.1688      | ABCDEFGHI | 1.2773   | BC      | 11.3507 | ABCDEFGHI |
| H041204-75     | 23           | 0.8851        | BCDE              | 0.9546       | ABCDEFGHI            | 0.3752           | BC     | 2.5411        | ABCDEFGHI | 0.9346      | FGH       | 1.9855   | BC      | 9.5901  | ABCDEFGHI |
| MAX16P-000     | 26           | 1.1421        | BCD               | 1.1957       | ABCDEFGHI            | 0.8197           | BCDE   | 1.5400        | ABCDEFGHI | 1.2773      | ABCDEFGHI | 3.5620   | ABC     | 6.2009  | ABCDEFGHI |
| MAX16P-000     | 29           | 0.3339        | GHI               | 0.2914       | HIJ                  | 1.0894           | ABCD   | 2.4058        | ABCDEFGHI | 1.0371      | ABCDEFGHI | 1.0894   | BC      | 6.9472  | HIJ       |
| 000            | 37           | 1.0371        | BCDE              | 1.0900       | ABCDEFGHI            | 0.3519           | BCD    | 2.0782        | ABCDEFGHI | 1.1957      | ABCDEFGHI | 1.0117   | BC      | 6.7897  | ABCDEFGHI |
| PID0019-0-010  | 39           | 0.7137        | BCDEFGH           | 0.7317       | BCDEFGH              | 0.5062           | BCD    | 1.7626        | ABCDEFGHI | 1.2773      | ABCDEFGHI | 1.8892   | BC      | 11.9500 | ABCDEFGHI |
| DEKALB-02-27   | 52           | 0.8197        | BCDE              | 1.0794       | ABCDEFGHI            | 0.3378           | BC     | 2.2400        | ABCDEFGHI | 0.8103      | GH        | 0.9346   | BC      | 10.9751 | ABCDEFGHI |
| DEKALB-00-64   | 17           | 0.2708        | HIJ               | 0.3066       | GH                   | 0.8197           | BCD    | 2.0782        | ABCDEFGHI | 2.0782      | ABCDEFGHI | 2.0894   | BC      | 10.2576 | ABCDEFGHI |
| GF0014-00-150  | 28           | 0.2595        | BCDE              | 1.0310       | ABCDEFGHI            | 0.2708           | BCD    | 2.1748        | ABCDEFGHI | 0.6664      | ABCDEFGHI | 0.2617   | C       | 9.0510  | ABCDEFGHI |
| *INTA P000000A | 1            | *ACD 0-3029A  | 11                | *ACD 0-3054  | 17                   | *DEKALB 0504     | 15     | *PAMI 0-52200 | 19        | *MAX16P 011 | 25        | *WAL-205 | 30      |         |           |
| *W0 20-4       | 52           | *W0 0510      | 45                | *DEKALB-0222 | 51                   | *P00-A           | 59     |               |           |             |           |          |         |         |           |

\*Procedidos con Igual Tratamiento son estadísticamente iguales.

\*Genotipos en los cuales se presentó más del 50% de plantas muertas en el desarrollo del experimento

mental de Tecomán, ( 1981 ) y ( 1983 ). Sin embargo, los genotipos FUNK'S-G-522, MASTER-911, INIA PUREPECHA, DEKALB-D-50A, TWO-72 y NK-285, TWO-RS-610 y ACCO-R-109A que también son recomendados para algunas de esas regiones no concuerdan con lo obtenido en este trabajo, ya que éstos manifestaron una alta susceptibilidad a las concentraciones elevadas de carbonato de calcio. Aunque estos resultados son preliminares, no existen en las tres regiones de donde se obtuvieron las muestras de suelos, estudios que sobre este aspecto nos permitan comparar los resultados obtenidos.

#### 4.1.3. Efecto de las interacción suelo \* genotipo .

##### Peso seco de hoja .

En la figura 2. se puede observar que la variedad DEKALB-DD-50 resultó sobresaliente en peso seco de hojas, en los suelos de Guanajuato y Colima, sin embargo, en el suelo de Michoacán, presenta un rendimiento bajo, similar al INIA-RB-2000. El genotipo ASGROW-DOUBLE-TX presentó un comportamiento sobresaliente en esta variable. ( 1.45 grs ) en el suelo de Michoacán, mientras que en los suelos de Guanajuato y Colima, presentó un peso seco intermedio y finalmente la variedad INIA-RB-2000 obtuvo el peso seco de hoja más bajo en los tres tipos de suelo.

##### Peso seco de tallo.

El genotipo DEKALB-DD-50, presentó ( Fig.3 ) un peso seco de tallo intermedio en los suelos de Michoacán, Guanajuato y Colima, con 0.69, 2.9 y 0.69 grs. respectivamente. El genotipo ASGROW-DOUBLE-TX, registró el más alto valor de peso seco sin embargo, en los suelos de Michoacán y Colima obtuvo los rendimientos más bajos. En lo referente al INIA-RB-2000, este material fué sobresaliente en los suelos de Michoacán y Colima (0.96 y 0.89 grs) mientras que en suelo de Guanajuato aunque-

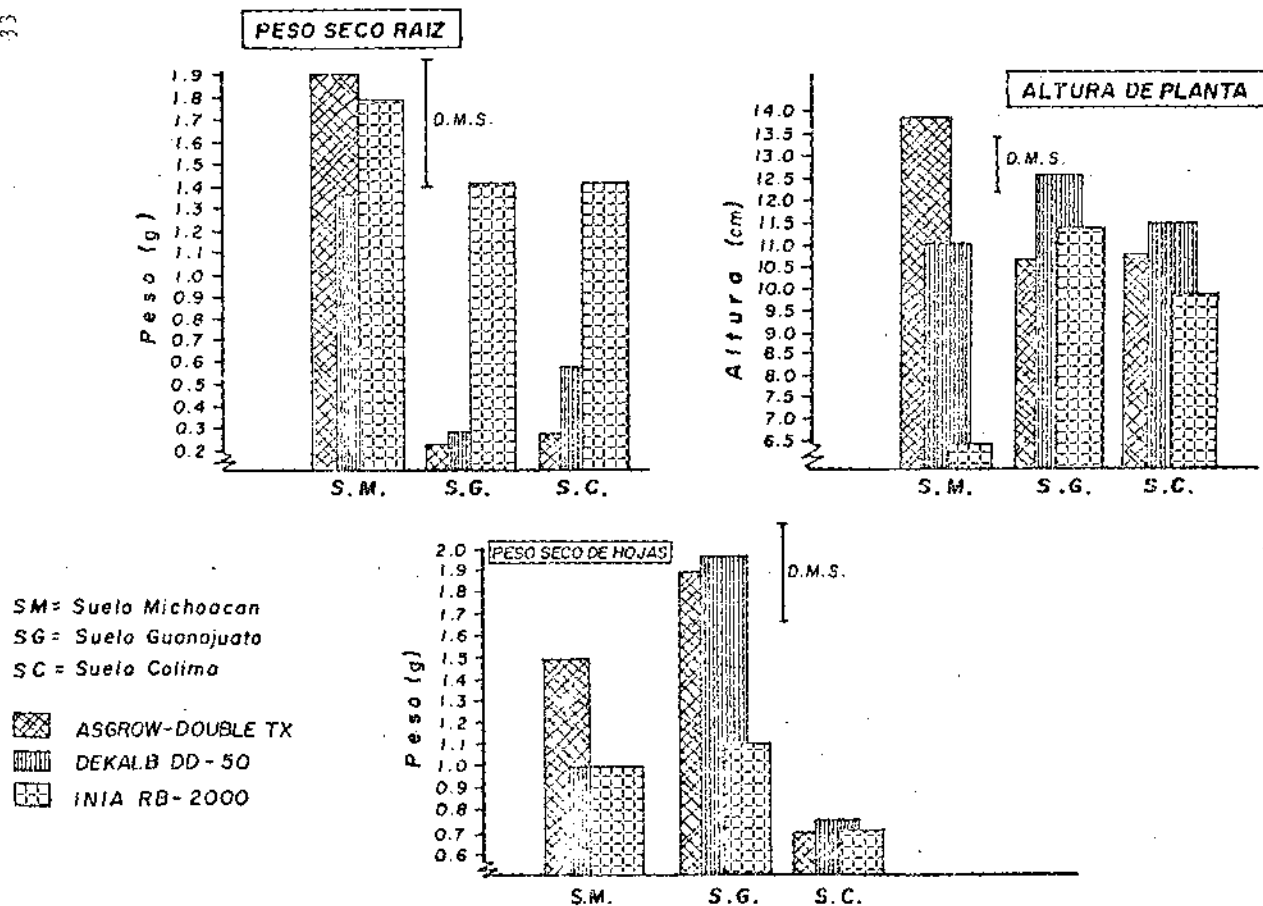


Fig.2. Efecto de la interacción suelo  $\times$  genotipo, sobre el peso seco de hojas y peso seco de raíz y altura de planta.

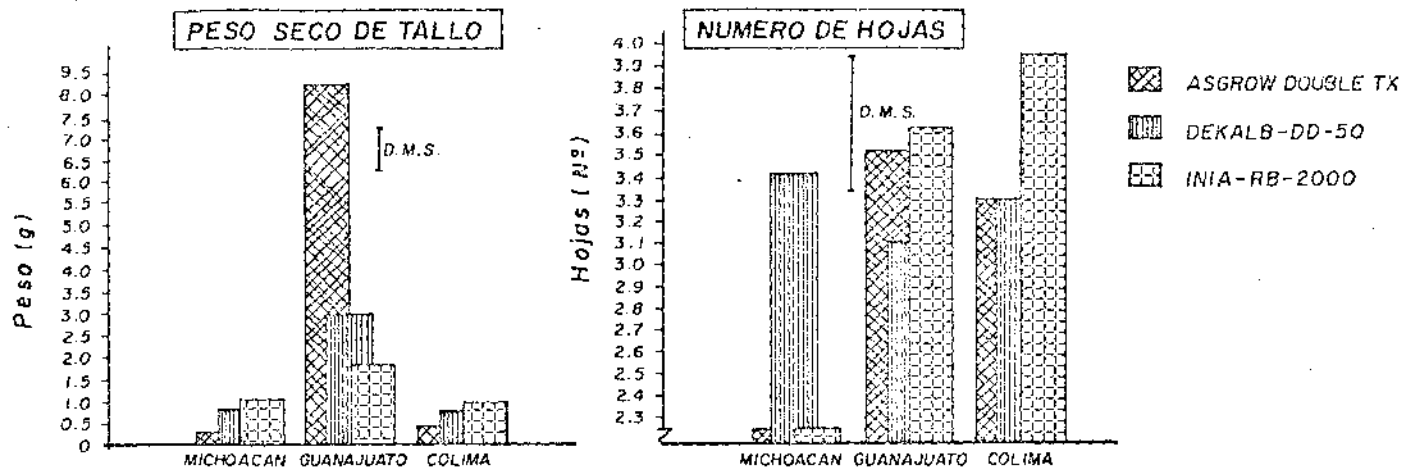


Fig. 3. Efecto de la interacción suelo x genotipo sobre el peso seco de tallo y número de hojas.

presentó un peso mayor ( 1.72 ) a los anteriormente citados su comportamiento fué menor a las variedades ASGROW-DOUBLE-TX y -DEKALB-DD-50.

#### Peso seco de raíz .

El genotipo INIA-RB-2000 registró ( Fig. 2 ) un buen comportamiento en los suelos de Colima y Guanajuato y un comportamiento medio en el suelo de Michoacán, siendo sus valores de los más elevados en los tres tipos de suelos. El genotipo ASGROW-DOUBLE-TX solo fué sobresaliente en el suelo de Michoacán, mientras que, en los suelos de Guanajuato y Colima obtuvo los valores más bajos. El genotipo DEKALB-DD-50 presentó un comportamiento intermedio en los tres tipos de suelo.

#### Número de hojas .

En esta variables el genotipo INIA-RB-2000 presentó (Fig.3) el mayor número de hojas en los suelos de Guanajuato y Colima con 3.62, 3.95 respectivamente, sin embargo en el suelo de Michoacán solo presentó 2.24 hojas, obteniendo igual resultado el genotipo ASGROW-DOUBLE-TX que en el suelo de Colima obtuvo un resultado igual al genotipo DEKALB-DD-50, ambas con 3.3. hojas, mientras que en el suelo de Guanajuato se incrementó el número a 3.51, correspondiendo éste a un valor intermedio. El genotipo DEKALB-DD-50 fué sobresaliente en el suelo de Michoacán con 3.4 hojas y presentó menor número de hojas en el suelo de Guanajuato.

#### Peso húmedo de hojas.

El genotipo ASGROW-DOUBLE-TX, fué sobresaliente en los suelos de Michoacán y Colima, con 4.4. y 2.15 gramos respectivamente, mientras que en el suelo de Guanajuato el peso se redujo a 0.082 grs., así mismo se observa que el genotipo INIA-RB-

2000, sobresalió en el suelo de Guanajuato pero obtuvo los valores más bajos en los suelos restantes; el genotipo DEKALB-DD-50 presentó un comportamiento medio en los tres tipos de suelo.

#### Peso húmedo de tallo.

El genotipo DEKALB-DD-50 obtuvo los mejores resultados en los tres tipos de suelo, mientras que el ASGROW-DOUBLE-TX manifestó valores medios en el suelo de Colima, aunque en los restantes presentó los valores más bajos; finalmente el genotipo INIA-RB-2000 presentó un comportamiento medio en los suelos de Michoacán y Guanajuato con 3.0\* y 1.25 gramos y aunque en el --suelo de Colima obtuvo un peso de 2.15 gr. su comportamiento --fué inferior a los dos restantes.

#### Altura de planta.

En la figura 2 se observa que el genotipo DEKALB-DD-50 resultó sobresaliente en los suelos de Guanajuato y Colima, y manifestó un comportamiento medio en el suelo de Michoacán; el genotipo ASGROW-DOUBLE-TX presentó una mayor altura de planta en el suelo de Michoacán mientras que en el suelo de Guanajuato el valor obtenido fué menor que el de los dos genotipos restantes, el genotipo INIA-RB-2000 presentó un comportamiento medio en el suelo de Guanajuato y obtuvo los valores más bajos en los suelos de Colima y Michoacán.

En las figuras anteriormente citadas se muestra la interacción existente entre los genotipos seleccionados para ejemplificar este afecto y los tipos de suelo utilizados en el presente ensayo, observándose que el comportamiento de los diferentes genotipos se debe a que los 64 materiales empleados responden en forma diferente según su adaptación y adaptabilidad a las condiciones limitantes que imperaron; lo anterior concuer-

da con lo citado diversos autores entre los que destacan Kurtz-  
( 1960 ) Brown y Jones ( 1977 ), Egmond y Aktas ( 1977 ).

De las variables bajo estudio; el peso seco de tallo, hoja y raíz con referencia a sus pesos en fresco ó en húmedo se consideraron de mayor importancia, debido a que por variación en la retención de agua en cada uno de los suelos ó por efecto de la distribución de esta; pueden existir alteraciones en el peso húmedo de hojas y tallo; además, no fué posible determinar el peso húmedo de raíz debido a que en suelos arcillosos adhesivos y gomosos es difícil separar el suelo de la raíz, por lo que esta medición no se puede determinar con exactitud. Así por ejemplo, el genotipo INIA-RB-2000 que en el suelo de Michoacán (figura - 5 ) presentó la menor altura, en el mismo suelo se observa que presentó un buen peso seco de raíz ( 1.77 grs ) lo anterior se atribuye a que como el proceso de absorción de Fe es afectado por el elevado contenido de  $\text{CaCO}_3$ , la raíz explora en busca de este nutrimento tratando de salir de este estrato, donde aunque el Fe esté presente, como lo demuestran los análisis de raíz -- ( Cuadro 6A ) solo se encuentra adsorbido en ésta como cita -- Brown y Jones ( 1976 ).

En base a los resultados obtenidos, se puede considerar que la corrección de la clorosis férrica originada por el elevado contenido de  $\text{CaCO}_3$ , mediante la aplicación de quelatos o sales solubles de Fe, por las desventajas que implica el uso de esta práctica, no se considera la alternativa definitiva, como podría estar dada por la utilización de genotipos tolerantes a las presiones generadas por estos suelos. Aunque estos resultados son preliminares, fue posible observar que los genotipos recomendados para las diferentes regiones, en este experimento presentaron efectos contrastantes; dado que las condiciones bajo las cuales se realizó este estudio no son semejantes a las que prevalecen en la explotación comercial del cultivo; sería conveniente realizar ensayos en suelos que presentaran los problemas establecidos, en áreas productoras de importancia para así ratificar los resultados obtenidos.



## 4.2. Grados de clorosis y contenidos nutrimentales.

### 4.2.1. Caracterización de los grados de clorosis en los suelos de Michoacán, Guanajuato y Colima.

Los análisis discriminantes aparecen impresos en las figuras 4A, 5A y 6A reetiquetándose los grupos por condiciones de manejo de la información.

Suelo de Michoacán. Todos los grupos presentaron un buen porcentaje de clasificaciones correctas ( entre 83 y 91 % ). En total se clasificaron correctamente un 88.6%; el grupo 1 ( clorosis 3 ) quedó caracterizado por las variables % de P, ppm de Mn, ppm Fe/Mn y %N. Para el grupo de clorosis 2 ( clorosis 4 ), solo queda bien caracterizado por valores altos en % de Mg y ppm Fe/P. Finalmente para el grupo 3 ( clorosis 5 ) queda caracterizado por el % de K, ppm de Fe, ppm de Zn y ppm Fe/ Zn.

Suelo de Guanajuato. Los grupos de clorosis presentaron un 80.6 % de clasificaciones correctas; estando determinado el grado de clorosis 1 por las variables % de K y % de Mg; el grado 2 por las variables % de P, % de Ca y ppm de Zn y el grado de clorosis 3 queda caracterizado por ppm de Cu y ppm de Fe/Mn.

Suelo de Colima. Se clasificaron los grupos de clorosis en forma correcta en un 83.3 por ciento de los casos, estando determinado el grupo 1 ( grado de clorosis 3 ) por % de P ppm de Mg- ppm de Fe/Mn. El grupo 2 ( grado de clorosis 4 ) por la variable % de calcio y el grupo 3 ( grado de clorosis 5 ) por % de K, ppm de Cu, ppm de Zn, ppm de Fe/Zn siendo los grupos mejor caracterizados el 1 y 2.

Los grupos mejor clasificados correspondieron a los genotipos establecidos en el suelo de Michoacán con un 88.6%, le precedió el suelo de Colima, con un 83.3% y por último el de Guana-

juato con un 80.6 % de clasificaciones correctas. En forma general se clasificaron correctamente el 84.16 % de las observaciones por lo que se considera que la determinación visual de el grado de clorosis es aceptable concordando con lo citado por Herrero y Abadía ( 1962 ) y Amparano ( 1973 ).

#### 4.2.2. Contenido nutrimental de las hojas en los diferentes grados de clorosis .

En los análisis de varianza para nutrimentos ( Cuadro 7A) se contempla que se obtuvieron resultados estadísticos significativos en el suelo de Colima para el P, sobresaliendo el grado de clorosis 3 con un valor de 0.155 %, mientras que en el mismo grado de clorosis los suelos de Guanajuato y Michoacán con valores de 0.142 % y 0.132 % respectivamente no resultaron significativos, bajo las condiciones de este experimento se encontró que el grado de clorosis 3 presentó un comportamiento estadístico similar al grado de clorosis 5 ( Cuadro 3 ) manifestándose el valor menor que en el grado de clorosis 4 por lo que se puede suponer que a medida que aumentó el grado de clorosis también aumentó el contenido de P; sin embargo esta respuesta no fué clara ya que como señalan algunos investigadores entre los que destacan Mikesell ( 1973 ), Brown y Jones ( 1975 ), Thorne et al., ( 1950 ), Brown ( 1972 ) y Brown y Jones ( 1976 ) quienes afirman que a medida que aumenta la deficiencia de Fe en las hojas aumenta el contenido de P, lo anterior posiblemente se debe a que la cantidad de P detectada en las hojas de las plantas; no correspondió en los diferentes grados de clorosis a un mismo genotipo, ya que la manifestación del grado de clorosis fue diferente en cada uno de los suelos, concordando con lo que afirman Clark y Brown (1975) Brown y Jones ( 1977 ) .

La relación de Fe/P resultó significativa en el suelo de Colima y altamente significativa en el suelo de Michoacán, presentándose en ambos los valores más elevados en el grado de clo-

CUADRO 3 . COMPORTAMIENTO ESTADISTICO DE LOS GRADOS DE CLOROSIS EN LOS SUELOS DE MICHOACAN GUANAJUATO Y COLIMA EN BASE AL CONTENIDO NUTRIMENTAL EN HOJAS.

| SUELOS              | GRADO DE CLOROSIS EN HOJA | CONTENIDO NUTRIMENTAL |            |            |            |            |             |           |            |           |           |            |            |
|---------------------|---------------------------|-----------------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|------------|
|                     |                           | % N                   | % P        | % K        | % Ca       | % Mg       | ppm Fe      | ppm Cu    | ppm Mn     | ppm Zn    | ppm Fe/Mn | ppm Fe/Zn  | ppm Fe/P   |
| SUELO DE MICHOACAN  | 3                         | 0.85 N.S.             | 0.132 N.S. | 0.99 N.S.  | 0.712 N.S. | 0.2 N.S.   | 222 B       | 3.25 N.S. | 73 N.S.    | 6.75 N.S. | 3.017C    | 32.34 N.S. | 0.175 C    |
|                     | 4                         | 0.607 N.S.            | 0.07 N.S.  | 1.05 N.S.  | 0.68 N.S.  | 0.15 N.S.  | 208.75B     | 3.25 N.S. | 65 N.S.    | 7.25 N.S. | 3.56 C    | 31.36 N.S. | 0.3023C    |
|                     | 5                         | 0.602 N.S.            | 0.09 N.S.  | 0.94 N.S.  | 0.642 N.S. | 0.145 N.S. | 478.5 A     | 2.5 N.S.  | 58.5 N.S.  | 8.25 N.S. | 0.77 A    | 67.57 N.S. | 0.59 A     |
|                     | 6                         | -                     | 0.08 N.S.  | 1.37 N.S.  | 0.61 N.S.  | 0.15 N.S.  | 301.25B     | 3.75 N.S. | 49 N.S.    | 9.75 N.S. | 6.0 B     | 32.77 N.S. | 0.355 B    |
| SUELO DE GUANAJUATO | 1                         | 0.76 N.S.             | 0.177 N.S. | 1.10 N.S.  | 0.652 N.S. | 0.35 N.S.  | 436.75 N.S. | 2.5 N.S.  | 58 N.S.    | 8.25      | 0.81 N.S. | 59.84      | 0.3 N.S.   |
|                     | 2                         | 0.617 N.S.            | 0.142 N.S. | 0.70 N.S.  | 0.517 N.S. | 0.192 N.S. | 434.5 N.S.  | 3.25 N.S. | 57 N.S.    | 10.25     | 7.73 N.S. | 49.89      | 0.337 N.S. |
|                     | 3                         | 0.542 N.S.            | 0.142 N.S. | 0.75 N.S.  | 0.47 N.S.  | 0.22 N.S.  | 362.75 N.S. | 2.0 N.S.  | 57.5 N.S.  | N.C.      | 6.28 N.S. | N.C.       | 0.305 N.S. |
| SUELO DE COLIMA     | 3                         | 0.865 N.S.            | 0.155 A    | 1.05 N.S.  | 0.695 N.S. | 0.157 N.S. | 220.25 B    | 2.75 N.S. | 58.25 N.S. | 7.25 N.S. | 3.79 B    | 31.71 B    | 0.150      |
|                     | 4                         | 0.755 N.S.            | 0.067 B    | 1.035 N.S. | 0.697 N.S. | 0.105 N.S. | 345.5 A     | 2.5 N.S.  | 55. N.S.   | 8.75 N.S. | 6.325 A   | 41.43 AB   | 0.152 B    |
|                     | 5                         | 0.555 N.S.            | 0.09 AB    | 0.09 N.S.  | 0.605 N.S. | 0.11 N.S.  | 402 A       | 3.75 N.S. | 53.0 N.S.  | 7.25 N.S. | 6.85 A    | 59.387 A   | 0.517 A    |

N.S. = NO SIGNIFICATIVO  
 PROMEDIOS CON IGUAL LETRA SON ESTADISTICAMENTE IGUALES. (A,B,C)

clorosis 5; en la relación de Fe/Zn solo se obtuvo una diferencia estadística significativa en el suelo de Colima, donde sobresalió el grado de clorosis 5, con 59.387 ppm. El contenido de Fe y la relación Fe/Mn, resultaron altamente significativos en los suelos de Michoacán y Colima, encontrándose el promedio más alto en lo referente a Fe para el primer suelo, en el grado de clorosis 5 con 478.5 ppm, mientras que en el segundo suelo los valores más elevados se encontraron en el grado de clorosis 4 y 5 con 345.5 ppm respectivamente; en lo referente a la relación Fe/Mn en ambos suelos resultó sobresaliente el grado de clorosis 5.

Como se observa en los resultados anteriores el contenido de Fe y sus relaciones, Fe/Zn, Fe/P y Fe/Mn; son más elevados en el grado de clorosis 5, lo anterior resulta contradictorio a lo reportado por varios autores entre los que destacan Epstein ( 1972 ), Brown y Jones ( 1976 ), Thorne ( 1950 ), Brown ( 1975 ), Ambler et al., ( 1970 ), García ( 1979 ), Brown y Jones ( 1975 ), Mikesell et al., ( 1975 ) y Clark et al., ( 1976 ). Esto se debe a que en este experimento se determinó el Fe total, lo que encubrió el efecto de la deficiencia de Fe en forma aprovechable, como lo señalan Tisdale y Nelson ( 1970 ) y Clark et al., ( 1976 ), por lo que los elevados contenidos de Fe total en hojas, alteraron el valor de las relaciones con el P, Zn y Mn; detectándose además que algunos nutrientes sufrieron alteraciones como es el caso del Zn, aclarándose que en el suelo de Guanajuato con bajos contenidos de  $\text{CaCO}_3$  y un elevado contenido de Na ( Cuadro 5A ) al elevarse el grado de clorosis se detectó una ausencia de este elemento, presentando una tendencia en los demás suelos a incrementarse en función del grado de clorosis que manifestaron las plantas aunque el análisis de varianza no presentó significancia. Por lo tanto se considera necesario mencionar que para determinar los mecanismos de adaptación de genotipos que sobresalieron en este experimento se consideren los aspectos metodológicos que emplearon Brown y Jones ( 1975 y 1977 ) Egmond y Aktas ( 1977 ).

## V CONCLUSIONES

1. Los genotipos que presentaron menor susceptibilidad, 6-mayor tolerancia a la clorosis férrica fueron, DEKALB-DD-50, HO RIZON-75, DERR-82-23, Pob. . 5, ASGROW-DOUBLE-TX y ASGROW-DORADO.

2. En el suelo de Guanajuato, los genotipos manifestaron un mejor crecimiento y desarrollo, por efecto del menor contenido de carbonatos de calcio .

3. Los genotipos presentaron un comportamiento diferente en los suelos de Michoacán, Guanajuato y Colima.

4. La clasificación de grupos para los grados de clorosis- utilizando la técnica visual presentó una eficiencia entre el 80.6 a 88.6 por ciento.

5. Las determinaciones nutrimentales no esclarecieron los mecanismos de adaptación y adaptabilidad.

6. En los genotipos sobresalientes se determinaron características de tolerancia a altas concentraciones de carbonatos de calcio, por lo que se recomienda continuar con su investigación .



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

VI LITERATURA CITADA

Ambler, J.E., Brown, J.C. and Gauch, H.G. Effect of zinc on --  
translocation of iron in soybean plants. Plant Physiol -  
46:320-323. 1970.

\_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_. Iron-stress response in mixed and monocul-  
ture of soybean cultivars. Plant Physiol. 50:675-678.  
1972.

Amparano, C.F. Evaluación del comportamiento y la susceptibili-  
dad a la clorosis férrica de 14 variedades de soya en -  
suelos calcáreos bajo condiciones de invernadero. Tesis  
M.C., C.P., Chapingo, México. 1973.

Alfaro, R.P. Estudio experimental para la puesta a punto de --  
las condiciones analíticas para la determinación de cal-  
cio y magnesio por absorción atómica, de potasio por --  
emisión atómica y de fósforo por el método el amarillo-  
de fosfovanadomolibdato, en tejidos vegetales. Tesis de  
Licenciatura, Universidad de Guadalajara. 1984.

Beadle, G.W. Yellow stripe: a factor for chlorophyll deficiency-  
in maize located in the Prpr chromosome. Amer. Natur. -  
63:189-192. 1929 .

Black, C.A. Ed. et. al., Methods of soil analysis. Part. 2 - -  
Agronomy 9. Madison, Wisconsin. American Society of - -  
Agronomy, 1965.

Bonneau, M. et B. Souchier ( ed ). Pédologie 2. Constituants et  
Propriétés du Sol. Masson, Paris. 1979.

Briggs, F.M. and Knowles, P.F. Introduction to breeding. U.S.A.  
Ed. Reinhold publishing corporation. 1977. P.105-108.

- Brown, J.C. and Holmes, R.S. Iron the limiting element in a -- chlorosis : Part I. Availability and utilization of iron dependent upon nutrition and plant species. Plant Physiol. 30:451-457. 1955.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ and Tiffin, L.O. Iron chlorosis in soybeans - as related to the genotype of rootstalk. Soil Sci. 86:75-82. 1958.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_. Iron chlorosis in soybeans as - related to the genotype of rootstalk: 3. Chlorosis susceptibility and reductive capacity at the root. Soil Sci. - 91:127-132. 1961 .
- \_\_\_\_\_. Iron chlorosis in plants. Advances in Agro-omy 13: - 329-367. 1961.
- \_\_\_\_\_, Weber, C.R. and Caldwell, B.E. Efficient and Ineffi-- cient use of iron by soybean genotypes and their isoli-- nes. Agron. J. 59:459-462. 1967.
- \_\_\_\_\_. Factors controlling differential iron uptake by mai-- ze inbreds. Agron. Abs. p. 104. 1972.
- \_\_\_\_\_ and Jones, W.E. Needed: a sorghum for iron-poor soils. Crops and Soils 26:10-11. 1974.
- \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_. Phosphorus efficiency as related to iron - inefficiency in sorghum. Agron. J. 67:468-472. 1975.
- \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_. A technique to determine iron efficiency - in plants. SSSAP 40:398-405.
- \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_. Fitting plants nutritionally to soils. III. Sorghum. Agron. J. 69:410-415.

- Cajuste, L.J. Los micronutrientes: Fierro y Manganeso. ( Seminario de Química de suelos II), C.P. Rama de Edafología. Chapingo, México. p. 3-9. 1983 .
- Chaney, R.L., Brown, J.C. and Tiffin, L.O. Obligatory reduction of ferric chelates in iron uptake by soybeans. *Plant Physiol.* 50:208-213. 1972.
- Christ, R.A. A method to compare the effect of ionic iron and iron chelates in nutrient solution cultures. *Plant Physiol.* 54:579-581. 1974.
- Clark, R.B. and Brown, J.C. Corn lines differ in mineral efficiency. *Ohio report* 60(5):83-86. 1975.
- \_\_\_\_\_, Maranville, J.W. and Ross, W.M. Screening sorghum genotypes for differential uptake and utilization of phosphorus and iron. *Univ. of Nebr. Ann. Rep. No. 9*, p. 39-52. 1976 .
- Devlin, M.R. and Barker, V.A. *Photosynthesis*. Van Nostrand Reinhold, 1971.
- Egmond, F.V. and Aktas, M. Iron-nutritional aspects of the ionic balance of plants. *Plant and Soil* 48:685-703. 1977.
- Elmstrom, G.W. and Howard, F.D. Iron accumulation: root peroxidase, activity and varietal interactions in soybean genotypes that differ in iron nutrition. *Plant Physiol.* 44:1108-1114. 1969 .
- Epstein, E. *Mineral nutrition of plants: Principles and perspectives*. Wiles International Edition. 1972.
- Fidefrut. Métodos de análisis de suelo y aguas de riego; Labo-



- laboratorio de Fertilidad de Suelo. Parte A. México. 1983.
- \_\_\_\_\_. Métodos de análisis mineral vegetal. Laboratorio de Fertilidad de Suelos. Parte B. México. 1983.
- Franco, C.M. and Loomiz, W.E. The absorption of P and Fe from nutrient solutions. *Plant Physiol.* 22:627-634. 1947.
- Fried, M. and Broeshart, F. The soil-plant system in relation to inorganic nutrition. New York, Academic Press, 1967.
- García, L.R. Amarillamiento de la soya por deficiencia de Fe y efectos de inundación del suelo. Tesis M.C., C.P., Chapingo, México. 1978.
- Gerdat. Analyses Minerales des plantes. France. Centre de Recherches de Montpellier, 1980.
- Hagen, C.E. et al. The sites of orthophosphate uptake by barley roots. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 43:496-506. 1957.
- Hartzook, A., Karstadt, D. and Feldman, S. Differential iron absorption efficiency of peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars grown on calcareous soils. *Agron J.* 66:114-115. 1974.
- Harley, C.P. and Lindner, R.C. Observed responses of apple and pear trees to some irrigation waters of North Central Washington. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 46:35-44. 1945.
- Heras, A., Sanz, M. y Montañes, L. Corrección de la clorosis férrica en melocotonero y sus repercusión sobre el contenido mineral, relaciones nutritivas y rendimientos. *An. Aula Dei*, 13 ( 3/4 ) : 289. 1976.

- Hess, P.R. A textbook on soil chemical analysis. New York. Chemical Publishing Co. 1972.
- Hoagland, D.R. and Arnon, D.I. The water culture method for -- growing plants without soil. Circ. 347, Calif. Agric.- Expt. Sta., Berkeley, CA. 1950.
- Hodgson, J.F., Neeley, R.L. and Pushe, J.C. Iron fertilization of calcareous soils in the greenhouse and laboratory. SSSAP 36:320-323. 1972.
- Hodgson, J.F. Chemistry of micronutrient elements in soils. Adv. Agron. 15:119-159 . 1963.
- Ignatieff, V. Determination and behavior of ferrous iron in -- soils. Soil Sci. 51:249-263. 1941.
- Ingalls, R.A. and Shive, J.W. Relation of H-ion concentration - of tissue fluids to the distribution of iron in plants. Plant Physiol. 6:103-125 . 1931.
- Jacques, G.L., Vanderlip, R.L. and Ellis, R. Growth and nutri- ent accumulation and distribution in grain sorghum. II- Zn, Cu , Fe and Mn uptake and distribution. Agron. J. - 67:611-616. 1975.
- Jackson, M.L. Análisis químicos de Suelo. 3a. ed. Barcelona . - Omega, 1975.
- Jiménez, L.J., Camacho, A.B. y Herrera, N.M. Estudio agrológico especial de salinidad y drenaje de la planicie costera- de Tecomán, Col. Dirección de Agrología. SARH.México . - 1972.
- Kerberg, P.E. Discusión General. Proceeding of a symposium on -

- Isotopes in plant nutrition and physiology. International Atomic Energy. Agency Vienna. 1967 . p. 573 .
- Kurtz, E.G. Acid chlorosis and iron uptake by sorghum ( Double -- Dwarf-38 ) grown in solution culture. Agron. J. 52:486-487. 1960 .
- Laporte, J., G. Kovacsik et M. Pinta. Milieux Végétaux: en : Spectrométrie d'absorption atomique: applications à l'analyse chimique. Tome II, Paris. M. Pinta, 1980.
- Libera, M.M. Adaptación y adaptabilidad de genotipos de sorgo -- ( Sorghum bicolor (L) Moench ) tolerantes al frío. Tesis M.C.,C.P., ENA. Chapingo, México. 1979.
- Lindsay, W.L. and Thorne, D.W. Bicarbonate ion and oxygen levels related to chlorosis. Soil Sci. 77:271-280. 1954.
- Lockman, R.B. Mineral composition of grain sorghum plant samples. Part II: As affected by soil acidity. Soil fertility. Stage of growth, variety and climatic factors. Commun. Soil-Sci. Plant Anal. 3:283-293. 1972.
- Longoria, G.G. Prevención de la clorosis férrica en suelos calcaeos mediante tratamientos de inundación. Tesis M.C.,C.P., Chapingo, México. 1973 .
- Marsch, H.V., Evans, H.J. and Matrone, G. Investigations of the role of iron in chlorophyll metabolism II. Effect of iron-deficiency on chlorophyll synthesis. Plant. Physiol. 38:638-642. 1963.
- Matocha, J.E. and Thomas, G.W. Potassium and organic nitrogen -- content of grain sorghum as affected by iron. Agron. J. 61:425-428. 1969 .

Mikesell, M.F., Paulsen, G.M. and Casady, A.J. Iron utilization - by efficient and inefficient sorghum lines. Agron. J. 65: 77-81. 1973.

Mooers, C.A. Varieties of corn their adaptability to different - soils. Univ. Tenn. Agric. Exp. Sta. Bull. 126.1972.

Mortvedt, J.J., Giordano, P.M. and Lindsay, W.L. Micronutrients - in Agriculture. Madison Wisconsin. Soil. Sci. Soc. Am., - 1972.

\_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_. Grain sorghum responses to iron in a fe - - rrous sulfate-ammonium thiosulfate, polyphosphate suspen - sion . SSSAP 37:951-956. 1973.

Nevrot, J. and Banin, A. Comparison of modified montmorillonite - to salts and chelates as carrier for micronutrients for - plants: supply of iron. Agron. J. 68: 358-360. 1976.

O'Connor, G.A., Lindsay, W.L. and Olsen, S.R. Diffusion of iron - and iron chelates in soil. SSSAP 35:407-411. 1971.

Olson, R.V. and Carlson, W. Iron chlorosis of sorghum and trees - as related to extractable soil iron and manganese. SSSAP - 14:109-112. 1947.

Palmer, G.R. and Troeh, F.R. Introductory soil science. Laborato - ry Manual. 2nd. Ed. Ames, Iowa. Iowa State University - Press, 1977.

Pennington, H.D. and Anderson, W.B. Iron and zinc response and - nutrient uptake of sorghums grown on two calcareous soils - from the high plains of Texas. Annual Meetings of the Ame - rican Society of Agronomy. Agronomy Abstracts, p. 9-14. - 1969 .

Polemio, M. and J.D. Rhoades. Determining cation exchange capacity: a new method for calcareous and gypsiferous soils. Soils Sci. Soc. Amer. Jour. 41:524-528. 1977.

Price, W.J. Analytical atomic absorption spectrometry. 2nd Printing. London. Hayden and Son, 1978.

Rhoades, J.D. and Clark, F. Chemical methods and sampling procedures in use at the U.S. Salinity Laboratory for Characterizing Salt-Affected Soils and waters. U.S. Salinity Laboratory, USDA, ARS, Riverside, Calif. 1977.

SAG-INIA. Sorgos híbridos para el Bajío: Recomendaciones para temporal. Desplegable. CIAB No. 9 Campo Agrícola Experimental. Bajío. México. 1974.

SARH-INIA. Sorgos híbridos de riego: recomendaciones para el bajío. Desplegable. CIAB No. 69. Campo Agrícola Experimental Bajío. México. 1977.

\_\_\_\_\_. Sorgos híbridos de riego: Recomendaciones para el bajío. Desplegable. CIAB No. 117. Campo Agrícola Experimental Bajío. México. 1979.

\_\_\_\_\_. Sorgos de temporal para el Estado de Colima. Folleto para productores. CIAPAC. No. 5. Campo Agrícola Experimental Tecomán, México. 1983.

SAG-INIA. El sorgo en el Valle de Apatzingán. Desplegable CIAB. No. 63. Campo Agrícola Experimental Valle de Apatzingán. México. 1976.

SARH-INIA. Guía para la asistencia técnica: área de influencia del Campo Agrícola Experimental Valle de Apatzingán. México. 1983. p. 166-169.

- \_\_\_\_\_. Guía para la asistencia técnica: área de influencia del Campo Agrícola Experimental Tecomán. México. 1981. p. 86-89.
- \_\_\_\_\_. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el Estado de Michoacán. Campo Agrícola Experimental - Valle de Apatzingán. México. 1981. p. 75-76.
- \_\_\_\_\_. El cultivar del sorgo de temporal en el bajío. Desplegable CIAB No. 4 Campo Agrícola Experimental Bajío. México. 1980 .
- \_\_\_\_\_. Sorgos híbridos de riego: Recomendaciones para el bajío. Desplegable CIAB No. 2. Campo Agrícola Experimental Bajío. México. 1980 .
- Thorne, D.W., Wann, F.B. and Wilford, R. Hypotheses concerning lime-induced chlorosis. SSSAP 15:254.258. 1950.
- Tisdale, S.L. y Nelson, W.L. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Barcelona. Montaner y Simon. 1970 .
- Van Noort, D. and Wallace, A. Chlorophyll and synthesis. Calif. Agric., August 1965.
- Vizcaino, G.A. Rendimiento eficiencia del área foliar y requerimientos térmicos de 48 genotipos de sorgo ( Sorghum bicolor ( L.) Moench ) en Tecomán, Col. Tesis Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán. UNAM. México. 1983. p. 64-66.
- Walsh, L.M. and Beaton, J.D. ( Ed.). Soil Testing and plant analysis. Soil Sci. Soc. Amer. 1973.
- Wallace, A. and Lunt, O.R. Iron chlorosis in horticultural - -

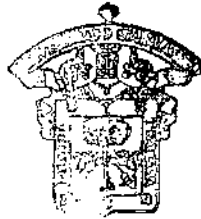
plant. A review. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 75:819-841. 1960 .

Wallihan, E.F. Relation of chlorosis to concentration of iron in citrus leaves. Amer. Jour. of Bot., 42 ( 2 ): 101-104. -- 1955.

Wong, R.R. Comportamiento de híbridos y variedades de sorgo de grano bajo temporal en la región General Trias Satevo. Tesis de Licenciatura. División de Agronomía de la UAAAN. - Saltillo, Coahuila. 1976. p. 12-17.

Wright, J.M. (Ed.) Plant adaptation to mineral stress in problem soils. Proceedings of a workshop at the National Agricultural Library, Beltsville, Maryland, November 22-23. 1966.

Zyrin, N.G. and Grindel, N.M. Seasonal dynamics of the oxidation-reduction potential and of acid-soluble iron ( $Fe^{2+}$  and  $Fe^{3+}$ ) in sod-podzolic soils. Soviet Soil Sci. 11:1400-1403. 1964.



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

VII    A P E N D I C E



CUADRO 1A. RELACION DE GENOTIPOS COMERCIALES Y EXPERIMENTALES EVALUADOS.

| No. DE GENOTIPO | GENEALOGIA       | ORIGEN   |
|-----------------|------------------|----------|
| 1               | INIA-PUREPECHA   | CAERG-84 |
| 2               | INIA-PAME        | "        |
| 3               | INIA-RB-3006     | "        |
| 4               | INIA-RB-3030     | "        |
| 5               | INIA-RB-2020     | "        |
| 6               | ASGROW-DOUBLE-TX | "        |
| 7               | ASGROW-JADE      | "        |
| 8               | ASGROW-GRANADA   | "        |
| 9               | ASGROW-RUBY      | "        |
| 10              | ASGROW-DORADO    | "        |
| 11              | ACCO-R-1029A     | "        |
| 12              | ACCO-R-109A      | "        |
| 13              | DEKALB-D50A      | "        |
| 14              | DEKALB-E59       | "        |
| 15              | DEKALB-D64       | "        |
| 16              | DEKALB-F61       | "        |
| 17              | DEKALB-BR-64     | "        |
| 18              | DEKALB-DD-50     | "        |
| 19              | FUNK'S-B-522-DR  | "        |
| 20              | GROWER'S-ML-130  | "        |
| 21              | HORIZON-74       | "        |
| 22              | HORIZON-75       | "        |
| 23              | HORIZON-76       | "        |
| 24              | HORIZON-77       | "        |
| 25              | MASTER-911       | "        |
| 26              | MASTER-950       | "        |
| 27              | MASTER-933       | "        |
| 28              | MASTER-GOLD      | "        |
| 29              | MASTER-922       | "        |

continúa...

| No. DE GENOTIPO | GENEALOGIA     | ORIGEN     |
|-----------------|----------------|------------|
| 30              | NK-285         | CAERG-84   |
| 31              | NK-SAVANNA     | "          |
| 32              | ORO            | "          |
| 33              | ORO-T-EXTRA    | "          |
| 34              | ORO-W-EXTRA    | "          |
| 35              | ORO-T          | "          |
| 36              | ORO-DR         | "          |
| 37              | OROMEX-249     | "          |
| 38              | PIONEER-8815   | "          |
| 39              | PIONEER-8816   | "          |
| 40              | PIONEER-W821A  | "          |
| 41              | TE-Y-101       | "          |
| 42              | TWO-72Y        | "          |
| 43              | TWO-RS-610     | "          |
| 44              | WAC-698        | "          |
| 45              | WAC-694        | "          |
| 46              | WAC-694R       | "          |
| 47              | DERR-82        | UAAAN-84   |
| 48              | DERR-82-17     | "          |
| 49              | DERR-82-18     | "          |
| 50              | DERR-82-23     | "          |
| 51              | DERR-82-22     | "          |
| 52              | DERR-82-24     | "          |
| 53              | DERR-82-15     | "          |
| 54              | DERR-82-14     | "          |
| 55              | DERR-82-13     | "          |
| 56              | Pob. TR15-RB   | "          |
| 57              | Pob. + P 11-RR | "          |
| 58              | Pob. .5        | "          |
| 59              | Pob. .4        | "          |
| 60              | Pob. .2        | UAAAN-84   |
| 61              | INIA-RB-2000   | CAETECO-84 |

Continúa

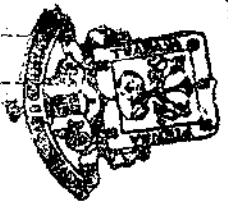
| No. DE GENOTIPO | GENEALOGIA     | ORIGEN     |
|-----------------|----------------|------------|
| 62              | SO 1-212368    | CAETECO-84 |
| 63              | DEKALB-D-62    | "          |
| 64              | RED Royal Kent | "          |

CUADRO 2A. ESCALA PARA CUANTIFICAR EL GRADO DE CLOROSIS FERRICA EN BASE A SINTOMAS VISUALES ( AMPARANO, 1973 ).

| ESCALA | GRADO DE CLOROSIS | OBSERVACIONES   |
|--------|-------------------|---|
| 0      | Normal            | Plantas con buen aspecto de color verde normal .  |
| 1      | Leve              | Plantas con hojas jóvenes ligeramente amarillentas .  |
| 2      | Fuerte            | Plantas con las hojas jóvenes amarillentas pero se distinguen las venas verdes. Es decir, se observa una clorosis intervenal. |
| 3      | Muy fuerte        | Plantas con las hojas jóvenes de un color casi blanco denotando ausencia de clorofila.  |
| 4      | Severa            | Plantas con hojas completamente cloróticas, en las hojas empiezan a aparecer pequeñas manchas o áreas necróticas.             |
| 5      | Muy severa        | Plantas con las hojas muy cloróticas en toda la superficie, las hojas se empiezan a secar y a caerse de la planta.            |

CUADRO 3 A. EVALUACION DE LA CLOROFILA EN LOS TRES SUELOS ESTUDIADOS, AL FINAL DEL EXPERIMENTO.

| No. DE GRUPO | GRUPO DE CLOROFILA EN EL SUELO DE CLOROFILA | GRUPO DE CLOROFILA EN EL SUELO DE CLOROFILA | GRUPO DE CLOROFILA EN EL SUELO DE CLOROFILA |  |
|--------------|---|---|---|--|
| 2            | 4 5 - - - - - 4 4 3 3 4                     | 5.5   | 1 2 2 2 2 2 1 2 1 2 2 2 2                   |  |
| 3            | 5 5 - - - - - 3 4 3 4 -                     | 5.5   | 2 3 1 1 2 2 1 2 5 3 2 2 2                   |  |
| 4            | 5 5 3 5 4 4 - - - 5 4 -                     | 5.2   | 2 2 1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 2                   |  |
| 5            | 5 - - - - - 5 4 4 - -                       | 5.7   | 3 2 1 2 1 1 2 1 2 2 1 2                     |  |
| 6            | 5 5 4 5 4 - - - - 4 5 4 5                   | 5.1   | 2 2 1 1 2 - - 2 2 2 2 2 2                   |  |
| 7            | 4 5 - - - - - 4 3 4 5 4                     | 4.7   | 2 2 2 1 2 1 2 1 2 2 2 2                     |  |
| 8            | - - - - - 4 - - - - -                       | 7   | 1 1 1 1 5 1 1 1 2 2 1 2                     |  |
| 9            | - - - - - 4 - - - - -                       | 5.5   | 1 2 3 2 2 2 1 1 - - 1 1                     |  |
| 10           | 5 2 5 5 5 5 1 4 1 4 -                       | 4.5   | 1 1 1 1 2 2 - - - 2 2 1 1                   |  |
| 11           | 5 5 3 5 5 5 5 5 2 -                         | 5   | 1 1 1 1 2 1 2 - 2 1 1 -                     |  |
| 12           | - - - - - 5 4 5 5 - -                       | 6.0   | 2 1 - - - 2 2 1 2 1 1 -                     |  |
| 13           | 4 4 4 4 4 5 4 5 4 3 3 -                     | 4.2   | 2 - - 2 2 2 2 3 1 2 - 1 1                   |  |
| 14           | - - - - - 4 - - - - -                       | 5.1   | 2 2 2 2 1 1 - - - 2 2 2 1                   |  |
| 15           | 5 5 - - - 5 5 5 5 4 4 4                     | 4.9   | 1 1 1 1 2 1 - - - 1 1 1 2 1                 |  |
| 16           | - - - - - 4 4 5 - - - -                     | 4.7   | 1 1 1 1 2 1 - - - 1 1 1 2 1                 |  |
| 17           | - - - - - 5 5 5 5 4 4 4                     | 4.9   | 1 1 1 1 2 1 - - - 1 1 1 2 1                 |  |
| 18           | 5 5 - - - 5 5 5 5 4 4 4                     | 4.9   | 1 1 1 1 2 1 - - - 1 1 1 2 1                 |  |
| 19           | - - - - - 4 4 5 - - - -                     | 4.7   | 1 1 1 1 2 1 - - - 1 1 1 2 1                 |  |
| 20           | - - - - - 4 4 5 - - - -                     | 4.7   | 1 1 1 1 2 1 - - - 1 1 1 2 1                 |  |
| 21           | - - - - - 5 5 4 4 5 4 3 4 4                 | 4.7   | 1 1 1 1 2 1 - - - 1 1 1 2 1                 |  |
| 22           | - - - - - 1 4 4 3 3 3 5 -                   | 5.1   | 2 2 1 1 2 2 1 1 2 1 4 -                     |  |
| 23           | 4 4 4 4 4 4 4 4 5 - 5 4                     | 4.1   | 4 - - - - 2 2 1 1 1 2 2 2                   |  |
| 24           | 3 3 4 4 - - - 4 4 - - 5 4                   | 4.9   | 2 3 1 1 1 1 2 2 2 2 1 1                     |  |
| 25           | - - - - - 5 5 4 - - - - 3 -                 | 5.5   | - - - 2 - - - - - - -                       |  |
| 26           | - - - - - 4 4 3 - - - - 4 4                 | 5   | 2 2 2 1 2 2 2 1 2 - 1 2                     |  |
| 27           | - - - - - 4 4 - - - - - 4 4                 | 5   | 1 1 1 1 2 1 1 1 2 2 1 2                     |  |
| 28           | - - - - - 4 4 3 5 5 5 4 - -                 | 5   | 5 - 2 - 3 1 - - 1 3 3 -                     |  |
| 29           | - - - - - 4 4 - - - - - 4 4                 | 5   | 1 2 1 2 1 1 1 1 2 2 1 2                     |  |
| 30           | 4 5 - - - - - 4 4 4 -                       | 5.8   | 1 2 1 2 1 1 1 1 2 2 2 -                     |  |
| 31           | 5 5 3 5 5 3 4 5 5 5 5 4                     | 4.4   | 2 3 1 2 1 1 1 - 2 - 2 3                     |  |
| 32           | - - - - - 4 5 4 - - - - 3 4                 | 4.9   | 4 4 1 1 2 2 2 - 2 2 3 1                     |  |
| 33           | - - - - - 5 4 4 5 4 - - - 4 4               | 4.7   | 1 2 2 1 2 2 2 1 1 1 1 -                     |  |
| 34           | 5 5 4 4 4 4 4 4 3 3 4 4                     | 4   | 2 4 2 - - 1 2 2 1 2 - 3 1                   |  |
| 35           | 4 5 - - - - - 3 4 3 4 -                     | 5.4   | 1 1 5 5 - - 2 2 2 2 2 2 1                   |  |
| 36           | 5 5 - - - 3 5 4 - - - 5 -                   | 5.5   | - - - 3 2 1 1 2 2 1 2 2 2                   |  |
| 37           | 5 4 - - - 3 4 5 4 4 - -                     | 5   | 1 1 2 2 2 2 1 1 1 2 1 2                     |  |
| 38           | - - - - - 5 4 - - - - - 4                   | 6   | 2 2 2 3 3 - 2 2 2 1 2 2                     |  |
| 39           | - - - - - 5 - - - - - 4 4                   | 5.1   | 1 2 2 1 2 2 2 2 2 2 1 2                     |  |
| 40           | 3 4 4 4 4 4 5 - 5 4 5 4                     | 4.3   | 2 1 1 1 2 2 1 1 1 2 2 2 2                   |  |
| 41           | 4 4 - - - 4 4 5 - - - - 5 5                 | 5   | 3 3 1 2 1 1 1 0 2 2 2 1 2                   |  |
| 42           | 5 5 5 5 4 4 4 4 5 - 5 -                     | 5.2   | 2 2 2 - - 2 2 2 2 2 - -                     |  |
| 43           | - - - - - 5 4 - - - - - 5 4                 | 5.6   | 2 2 1 1 1 1 1 1 2 2 2 2                     |  |
| 44           | - - - - - 3 5 - - - - - 3 3                 | 5.5   | 1 1 1 1 1 1 2 1 1 1 2 2 2                   |  |
| 45           | - - - - - 3 5 - - - - - 3 4                 | 5   | 1 1 1 1 1 1 1 1 1 3 3 2 3                   |  |
| 46           | 4 5 5 5 4 4 4 4 4 - -                       | 5   | 2 2 2 1 2 2 2 2 2 2 1 2                     |  |
| 47           | 4 5 - - - 4 4 5 4 - - -                     | 5.6   | 2 2 2 2 2 1 2 1 1 1 2 2                     |  |
| 48           | - - - - - 4 4 5 4 - - -                     | 5.7   | 2 2 2 1 2 1 2 2 2 2 1 2                     |  |
| 49           | 4 5 - - - 4 4 1 5 - - -                     | 5.7   | 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1                     |  |
| 50           | - - - - - 4 4 5 4 - - -                     | 5.6   | 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1                     |  |
| 51           | - - - - - 4 4 1 5 - - -                     | 5.6   | 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1                     |  |
| 52           | 4 4 5 5 3 5 5 3 3 3 4                       | 5.8   | 1 1 2 2 1 2 2 2 2 2 2 2                     |  |
| 53           | - - - - - 3 4 - - - - - 4 4                 | 5.9   | 1 1 2 2 1 2 2 2 2 2 2 2                     |  |
| 54           | - - - - - 5 4 5 - - - - 4 4                 | 4.4   | 1 1 2 2 1 2 2 2 2 2 2 2                     |  |
| 55           | 3 4 5 5 4 4 5 4 4 4 -                       | 5.2   | 1 1 2 2 1 2 2 2 2 2 2 2                     |  |
| 56           | 5 5 - - - 5 4 5 - - - 4 4                   | 5.2   | 1 1 2 2 1 2 2 2 2 2 2 2                     |  |
| 57           | 3 4 5 5 4 4 5 4 4 4 -                       | 5.1   | 2 2 1 1 1 1 1 1 1 2 1 2                     |  |
| 58           | 5 4 5 5 - - - 4 3 4 - -                     | 5.1   | 3 - - 1 2 1 2 1 2 1 2 2                     |  |
| 59           | 4 3 4 4 3 4 3 5 - - -                       | 4.4   | 1 1 5 4 4 - - - 2 1 1 2                     |  |
| 60           | - - - - - 5 4 3 4 5 3                       | 4.6   | 2 2 1 1 1 1 2 2 2 2 2 2                     |  |
| 61           | 4 4 5 - 4 4 - - - 4 5                       | 5.1   | 2 2 2 1 1 3 3 2 2 2 4 4                     |  |
| 62           |   |   |   |  |
| 63           |   |   |   |  |
| 64           |   |   |   |  |



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

CUADRO 4A. ANALISIS DE VARIANZA PARA PESO SECO  
(hoja, tallo y raíz ), PESO HUMEDO (hojas y tallo), NUMERO DE HOJAS Y ALTURA DE PLANTAS.

| Fuentes de Variación.      | G.L | C.M                 | F.C       | C.M                  | F.C       | C.M               | F.C     | C.M             | F.C     |
|----------------------------|-----|---------------------|-----------|----------------------|-----------|-------------------|---------|-----------------|---------|
| Modelo                     | 166 | 0.13588188          | 10.57 **  | 0.56003604           | 12.71 **  | 0.09263944        | 3.36**  | 0.29734645      | 12.4**  |
| Repeticiones               | 3   | 0.1265856           | 9.85 NS   | 0.32007620           | 7.26 NS   | 0.0274013         | 1.00NS  | 0.3158097       | 13.29NS |
| Tipo de suelo              | 2   | 3.7728773           | 293.48 ** | 25.188455            | 571.47 ** | 0.8938692         | 32.46** | 6.9617095       | 290.3** |
| Tipo de suelo x repetición | 5   | 0.019371            | 1.51 NS   | 0.0348569            | 0.79 NS   | 0.0425466         | 1.54NS  | 0.0061022       | 0.25NS  |
| Genotipos                  | 52  | 0.026692            | 7.99 **   | 0.2394438            | 5.43**    | 0.1123393         | 4.08**  | 0.2485525       | 10.36** |
| Genotipos x tipo de suelo  | 104 | 0.084156            | 6.88 **   | 0.2788796            | 6.33**    | 0.0716713         | 2.60**  | 0.2069655       | 8.63**  |
| Error                      | 416 | 0.01285544          |           | 0.04407694           |           | 0.02753901        |         | 0.02398109      |         |
| Total Corregido            | 582 | C.V.=8.2813         |           | C.V.14.5573          |           | C.V.13.0160       |         | C.V.8.0934      |         |
|                            |     | peso seco de hoja   |           | peso seco de tallo   |           | peso seco de raíz |         | número de hojas |         |
| Fuentes de Variación       | G.L | C.M                 | F.C       | C.M                  | F.C       | C.M               | F.C     |                 |         |
| Modelo                     | 166 | 0.22483032          | 5.25**    | 0.44017304           | 3.02**    | 0.52423259**      | 7.56    |                 |         |
| Repeticiones               | 3   | 0.1219697           | 2.85NS    | 0.3876043            | 2.66NS    | 0.2772431 NS      | 4.00    |                 |         |
| Tipo de Suelo              | 2   | 1.8053301           | 42.13**   | 4.9584132            | 34.00**   | 9.2427475 **      | 133.28  |                 |         |
| Tipo de Suelo x repetición | 52  | 0.0874528           | 2.04NS    | 0.0638045            | 0.44NS    | 0.1259889 NS      | 1.82    |                 |         |
| Genotipos                  | 104 | 0.2433546           | 5.68**    | 0.4494583            | 3.03**    | 0.6773855 **      | 9.77    |                 |         |
| Genotipos x Tipo de Suelo  | 416 | 0.1947595           | 4.55**    | 0.3682521            | 2.52**    | 0.3062633 **      | 4.42    |                 |         |
| Error                      | 582 | 0.04285015          |           | 0.14584664           |           | 0.06934786        |         |                 |         |
| Total Corregido            |     | C.V.12.9864         |           | C.V.22.6382          |           | C.V. 7.7582       |         |                 |         |
|                            |     | peso húmedo de hoja |           | peso húmedo de tallo |           | altura de planta  |         |                 |         |

\* =SIGNIFICATIVO AL 0.05 DE PROBABILIDAD

\*\* =SIGNIFICATIVO AL 0.01 DE PROBABILIDAD

NS= NO SIGNIFICATIVO .

CUADRO 5A. ANALISIS FISICO Y QUÍMICO DE LOS SUELOS DE MICHOACÁN, GUANAJUATO Y COLIMA.

| MUESTRA                              |                              | MICHOACAN | GUANAJUATO       | COLIMA         |
|--------------------------------------|------------------------------|-----------|------------------|----------------|
| E<br>x<br>t<br>r<br>a<br>c<br>t<br>o | pH <sup>z</sup>              | 9.0       | 8.3              | 8.5            |
|                                      | M.O. (%)                     | 1.99      | 2.16             | 1.44           |
|                                      | CE <sup>Y</sup>              | 0.93      | 3.22             | 1.90           |
|                                      | Ca, Meq/l                    | 1.29      | 13.68            | 17.25          |
|                                      | Mg, Meq /l                   | 0.86      | 3.79             | 1.70           |
|                                      | K, Meq/l                     | 0.19      | 0.86             | 1.08           |
|                                      | Na Meq/l                     | 7.74      | 20.3             | 1.66           |
|                                      | Cl, ppm                      | 104       | 151              | 189            |
|                                      | S, ppm                       | 0.21      | 0.19             | 0.18           |
|                                      | N-NO <sub>3</sub> , ppm      | 9.00      | 348              | 153            |
| CLSEN, P <sub>205</sub> ppm          | 10                           | 10        | 7                |                |
| C<br>o<br>l<br>i<br>m<br>a           | CaCO <sub>3</sub> , Meq/100g | 49.4      | 34               | 18.1           |
|                                      | Na, Meq/100g                 | 4.29      | 2.80             | 0.20           |
|                                      | K, Meq/100g                  | 1.9       | 1.9              | 0.84           |
|                                      | % CaCO <sub>3</sub>          | 20.9      | 2.9              | 27.00          |
| Textura                              |                              | Arcillosa | Franco-Arcillosa | Franco-Arenosa |

y: Conductividad eléctrica en mmhos/cm a 25°C

z: Relación suelo-agua 1:2.5

19

CUADRO 6A. CONTENIDO NUTRIMENTAL DE HOJAS, TALLO Y RAIZ, EN LOS SUELOS DE MICHOACAN, GUANAJUATO Y COLIMA, PARA CADA GRADO DE CLOROSIS .

| NUM. IDENT. | % P  | % K  | % Ca | % Mg | % N  | Fe   | Cu | Mn  | Zn | Fe/Mn | Fe/Zn | Fe/P |
|-------------|------|------|------|------|------|------|----|-----|----|-------|-------|------|
| S1/4/H1     | 0.07 | 1.00 | 0.77 | 0.19 | 0.61 | 291  | 7  | 51  | 10 | 5.71  | 29.10 | .41  |
| S1/4/H2     | 0.06 | 1.09 | 0.53 | 0.11 | 0.53 | 194  | 2  | 51  | 4  | 3.90  | 49.50 | .32  |
| S1/4/H3     | 0.09 | 1.27 | 0.68 | 0.12 | 0.58 | 174  | 2  | 58  | 7  | 3.00  | 24.86 | .19  |
| S1/4/H4     | 0.06 | 0.86 | 0.74 | 0.19 | 0.71 | 176  | 2  | 100 | 9  | 1.76  | 22.00 | .29  |
| S1/4/T1     | 0.10 | 1.27 | 0.36 | 0.13 | 0.48 | 39   | 2  | 39  | 4  | 0.97  | 9.50  | .04  |
| S1/4/T2     | 0.15 | 1.50 | 0.35 | 0.15 | 0.59 | 26   | 3  | 62  | 9  | 0.42  | 2.89  | .02  |
| S1/4/T3     | 0.13 | 1.45 | 0.47 | 0.17 | 0.57 | 42   | 3  | 80  | 14 | 0.53  | 3.00  | .03  |
| S1/4/T4     | 0.10 | 1.33 | 0.53 | .222 | 0.40 | 39   | 2  | 138 | 8  | 0.28  | 4.88  | .04  |
| S1/4/R1     | 0.12 | 0.31 | 0.63 | 0.20 | 0.52 | 294  | 6  | 98  | 9  | 2.90  | 31.56 | .24  |
| S1/4/R2     | 0.09 | 0.67 | 0.53 | 0.15 | 0.58 | 325  | 7  | 48  | 8  | 6.77  | 40.63 | .36  |
| S1/4/R3     | 0.08 | 0.65 | 0.42 | 0.19 | 0.58 | 234  | 5  | 71  | 4  | 3.30  | 59.50 | .32  |
| S1/4/R4     | 0.07 | 0.09 | 0.59 | 0.16 | 0.29 | 405  | 8  | 101 | 9  | 4.01  | 45.00 | .58  |
| S1/6/H1     | 0.12 | 1.17 | 0.60 | 0.13 | -    | 508  | 3  | 60  | 8  | 8.47  | 63.50 | .42  |
| S1/6/H2     | 0.06 | 1.30 | 0.54 | 0.18 | -    | 237  | 3  | 40  | 10 | 5.93  | 23.70 | .13  |
| S1/6/H3     | 0.08 | 1.64 | 0.67 | 0.18 | -    | 228  | 5  | 51  | 11 | 4.47  | 20.73 | .28  |
| S1/6/H4     | 0.07 | 1.40 | 0.64 | 0.14 | -    | 232  | 4  | 45  | 10 | 5.16  | 23.20 | .18  |
| S1/6/T1     | 0.90 | 1.75 | 0.50 | 0.16 | -    | 67   | 4  | 53  | 11 | 1.26  | 6.09  | .07  |
| S1/6/T2     | 0.16 | 1.43 | 0.39 | 0.19 | -    | 78   | 3  | 45  | 22 | 1.73  | 3.55  | .05  |
| S1/6/T3     | 0.13 | 1.78 | 0.49 | 0.13 | -    | 117  | 2  | 70  | 15 | 1.67  | 7.80  | .09  |
| S1/6/T4     | 0.16 | 2.05 | 0.47 | 0.17 | -    | 84   | 3  | 63  | 14 | 1.33  | 6.00  | .05  |
| S1/6/R1     | 0.14 | 0.40 | 0.04 | 0.25 | -    | 1841 | 15 | 93  | 40 | 19.80 | 46.03 | 1.31 |
| S1/6/R2     | 0.15 | 0.78 | 1.49 | 0.32 | -    | 3340 | 9  | 91  | 42 | 36.70 | 79.52 | 6.67 |

continúa



| NUM. IDENT. | %P   | %K   | %Ca  | %Mg  | %N   | Fe   | Cu | Mn  | Zn | Fe/Mn | Fe/Zn  | Fe/P |
|-------------|------|------|------|------|------|------|----|-----|----|-------|--------|------|
| S1/6/R3     | 0.11 | 0.13 | 2.00 | 0.21 | -    | 4203 | 11 | 183 | 63 | 22.97 | 66.71  | 3.84 |
| S1/6/R4     | 0.14 | 0.96 | 0.94 | 0.30 | -    | 1273 | 6  | 62  | 43 | 20.63 | 29.60  | .91  |
| S1/5/H1     | 0.17 | 1.47 | 0.86 | 0.14 | 0.60 | 575  | 2  | 45  | 15 | 7.19  | 38.33  | .34  |
| S1/5/H2     | 0.07 | 0.84 | 0.41 | 0.13 | 0.60 | 476  | 4  | 47  | 8  | 25.81 | 102.13 | 3.33 |
| S1/5/H3     | 0.07 | 0.74 | 0.68 | 0.16 | 0.57 | 380  | 2  | 72  | 5  | 5.28  | 76.00  | .54  |
| S1/5/H4     | 0.06 | 0.74 | 0.62 | 0.15 | 0.64 | 481  | 2  | 70  | 5  | 6.97  | 96.20  | .80  |
| S1/5/T1     | 0.30 | 2.36 | 0.67 | 0.26 | 0.66 | 78   | 4  | 61  | 27 | 1.28  | 2.89   | .03  |
| S1/5/T2     | 0.17 | 2.86 | 0.60 | 0.22 | 0.66 | 39   | 4  | 72  | 7  | 0.54  | 5.57   | .02  |
| S1/5/T3     | 0.14 | 2.04 | 0.47 | 0.19 | 0.50 | 113  | 2  | 68  | 8  | 1.66  | 14.13  | .08  |
| S1/5/T4     | 0.13 | 1.72 | 0.34 | 0.14 | 0.69 | 41   | 2  | 68  | 9  | 0.60  | 4.56   | .03  |
| S1/5/R1     | 0.14 | 1.50 | 0.37 | 0.12 | 0.40 | 381  | 2  | 34  | 18 | 11.29 | 21.33  | .27  |
| S1/5/R2     | 0.05 | 0.12 | 0.36 | 0.10 | 0.58 | 451  | 7  | 70  | 11 | 6.44  | 41.00  | .9   |
| S1/5/R4     | 0.07 | 0.39 | 0.38 | 0.18 | 0.36 | 891  | 5  | 86  | 5  | 10.40 | 178.00 | 1.28 |
| S1/3/H1     | 0.11 | 0.97 | 0.89 | 0.17 | 1.43 | 186  | 2  | 53  | 6  | 3.51  | 31.00  | .17  |
| S1/3/H2     | 0.09 | 0.86 | 0.56 | 0.17 | 1.52 | 172  | 3  | 69  | 5  | 2.49  | 34.40  | .19  |
| S1/3/H3     | 0.18 | 1.07 | 0.43 | 0.19 | 0.81 | 160  | 3  | 57  | 7  | 2.81  | 22.86  | .09  |
| S1/3/H4     | 0.15 | 0.06 | 0.97 | 0.27 | 0.64 | 370  | 5  | 113 | 9  | 3.27  | 41.11  | .25  |
| S1/3/T1     | 0.13 | 1.65 | 0.22 | 0.13 | 0.84 | 53   | 2  | 38  | 10 | 1.39  | 5.30   | .04  |
| S1/3/T2     | 0.16 | 1.81 | 0.26 | 0.15 | 0.35 | 51   | 3  | 98  | 10 | 0.52  | 5.10   | .03  |
| S1/3/T3     | 0.14 | 2.10 | 0.27 | 0.20 | 0.54 | 196  | 2  | 92  | 5  | 2.13  | 39.20  | .14  |
| S1/3/T4     | 0.17 | 1.98 | 0.44 | 0.22 | 0.43 | 145  | 2  | 140 | 20 | 1.04  | 7.25   | .09  |
| S1/3/R1     | 0.07 | 0.70 | 0.31 | 0.10 | 0.51 | 247  | 2  | 40  | 7  | 6.18  | 35.29  | .35  |
| S1/3/R2     | 0.07 | 0.35 | 0.33 | 0.10 | 0.61 | 363  | 5  | 44  | 7  | 8.25  | 51.86  | .52  |

continúa ...

| NUM. IDENT. | % P  | % K  | % Ca | % Mg | % N  | Fe   | Cu | Mn  | Zn | Fe/Mn | Fe/Zn  | Fe/P |
|-------------|------|------|------|------|------|------|----|-----|----|-------|--------|------|
| S1/3/R3     | 0.12 | 0.28 | 0.67 | 0.17 | 0.40 | 626  | 17 | 117 | 17 | 5.35  | 36.82  | .52  |
| S1/3/R4     | 0.07 | 0.77 | 0.26 | 0.13 | 0.61 | 493  | 8  | 91  | 9  | 5.42  | 54.78  | .70  |
| S2/1/H1     | 0.11 | 0.92 | 0.74 | 0.32 | 0.38 | 534  | 2  | 44  | 9  | 12.14 | 59.33  | .49  |
| S2/1/H2     | 0.14 | 0.82 | 0.55 | 0.30 | 0.97 | 442  | 3  | 73  | 9  | 6.05  | 49.11  | .32  |
| S2/1/H3     | 0.12 | 0.98 | 0.54 | 0.26 | 0.55 | 310  | 2  | 80  | 8  | 3.88  | 38.75  | .25  |
| S2/1/H4     | 0.34 | 1.67 | 0.78 | 0.54 | 1.16 | 461  | 3  | 35  | 5  | 13.17 | 92.20  | .14  |
| S2/1/T1     | 0.16 | 1.23 | 0.40 | 0.30 | 0.59 | 73   | 2  | 43  | 8  | 2.70  | 9.13   | .05  |
| S2/1/T2     | 0.32 | 2.38 | 0.81 | 0.50 | 0.85 | 238  | 7  | 138 | 21 | 1.72  | 11.33  | .07  |
| S2/1/T3     | 0.15 | 0.86 | 0.20 | 0.15 | 0.29 | 66   | 3  | 30  | 12 | 2.20  | 5.50   | .04  |
| S2/1/T4     | 0.50 | 3.54 | 0.59 | 0.52 | 1.11 | 279  | 3  | 39  | 7  | 9.62  | 16.41  | .06  |
| S2/1/R1     | 0.07 | 0.71 | 0.98 | 0.55 | 0.51 | 698  | 8  | 74  | 10 | 9.43  | 69.80  | 1    |
| S2/1/R2     | 0.08 | 0.13 | 0.63 | 0.37 | 0.57 | 1313 | 7  | 69  | 9  | 19.03 | 145.89 | 1.64 |
| S2/1/R3     | 0.06 | 0.28 | 0.67 | 0.44 | 0.34 | 1357 | 11 | 100 | ND | 13.57 | NC     | 9.09 |
| S2/1/R4     | 0.13 | 0.10 | 0.63 | 0.35 | 0.46 | 1170 | 11 | 84  | 11 | 13.93 | 106.36 | .90  |
| S2/3/H1     | 0.09 | 0.66 | 0.49 | 0.24 | 0.50 | 501  | 2  | 57  | ND | 8.79  | NC     | .56  |
| S2/3/H2     | 0.12 | 0.72 | 0.50 | 0.22 | .61  | 108  | 2  | 63  | ND | 6.18  | NC     | .34  |
| S2/3/H3     | 0.23 | 0.83 | 0.11 | 0.27 | .53  | 298  | 2  | 54  | ND | 5.52  | NC     | .13  |
| S2/3/H4     | 0.13 | 0.72 | 0.45 | 0.15 | .53  | 244  | 2  | 56  | ND | 1.36  | NC     | .19  |
| S2/3/T1     | 0.17 | 1.33 | 0.29 | 0.21 | 0.47 | 74   | 3  | 61  | ND | 1.21  | NC     | .04  |
| S2/3/T2     | 0.20 | 1.20 | 0.29 | 0.26 | 0.51 | 91   | 3  | 63  | 15 | 1.44  | 6.07   | .05  |
| S2/3/T3     | 0.32 | 1.42 | 0.26 | 0.23 | 0.42 | 96   | 3  | 18  | 26 | 2.00  | 3.69   | .03  |
| S2/3/T4     | 0.20 | 0.96 | 0.29 | 0.24 | 0.36 | 231  | 4  | 61  | 13 | 3.79  | 17.77  | .12  |
| S2/3/R1     | 0.14 | 0.24 | 0.56 | 0.36 | 0.52 | 1232 | 15 | 73  | 19 | 16.88 | 64.84  | .88  |
| S2/3/R2     | 0.09 | 0.21 | 0.41 | 0.27 | 0.39 | 781  | 9  | 58  | 4  | 13.47 | 195.25 | .98  |
| S2/3/R3     | 0.03 | 0.07 | 0.34 | 0.16 | 0.49 | 613  | 5  | 46  | ND | 13.33 | ND     | 2.04 |

| NUM. IDENT. | %P   | %K   | %Ca  | %Mg  | %N   | Fe   | Cu | Mn | Zn  | Fe/Mn | Fe/Zn  | Fe/P |
|-------------|------|------|------|------|------|------|----|----|-----|-------|--------|------|
| S2/3/R4     | 0.06 | 0.08 | 0.42 | 0.20 | 0.49 | 737  | 7  | 51 | ND  | 14.45 | ND     | 1.23 |
| S2/2/H1     | 0.16 | 0.74 | 0.45 | 0.25 | 0.58 | 417  | 2  | 66 | 6   | 6.32  | 69.50  | .26  |
| S2/2/H2     | 0.09 | 0.52 | 0.45 | 0.16 | 0.87 | 101  | 3  | 47 | 7   | 8.60  | 57.71  | .45  |
| S2/2/H3     | 0.21 | 0.85 | 0.59 | 0.21 | 0.51 | 442  | 3  | 58 | 18  | 7.62  | 24.56  | .21  |
| S2/2/H4     | 0.11 | 0.69 | 0.68 | 0.15 | 0.51 | 178  | 5  | 57 | 10  | 6.37  | 47.80  | .43  |
| S2/2/T1     | 0.10 | 0.69 | 0.73 | 0.24 | 0.35 | 632  | 3  | ND | 11  | NC    | 57.45  | .63  |
| S2/2/T2     | 0.19 | 1.33 | 0.28 | 0.13 | 0.40 | 93   | 2  | 40 | 11  | 2.33  | 8.15   | .05  |
| S2/2/T3     | 0.31 | 1.40 | 0.28 | 0.21 | 0.38 | 92   | 4  | 49 | 23  | 1.88  | 4.00   | .03  |
| S2/2/T4     | 0.21 | 1.47 | 0.36 | 0.21 | 0.61 | 69   | 3  | 77 | 27  | 0.90  | 2.56   | 1.03 |
| S2/2/R1     | 0.09 | 0.19 | 0.64 | 0.47 | 0.30 | 1630 | 12 | 89 | 36  | 18.31 | 45.28  | 1.82 |
| S2/2/R2     | 0.09 | 0.14 | 0.57 | 0.36 | 0.51 | 1150 | 10 | 50 | 32  | 23.00 | 35.00  | 1.28 |
| S2/2/R3     | 0.15 | 0.46 | 0.30 | 0.30 | 0.29 | 754  | 10 | 51 | 117 | 14.78 | 6.44   | .50  |
| S2/2/R4     | 0.20 | 0.55 | 0.35 | 0.41 | 0.40 | 602  | 9  | 66 | 60  | 9.12  | 10.03  | .30  |
| S3/4/H1     | 0.09 | 1.27 | 0.89 | 0.13 | 0.75 | 429  | 3  | 77 | 10  | 6.40  | 42.90  | .54  |
| S3/4/H2     | 0.07 | 0.72 | 0.70 | 0.09 | 0.87 | 348  | 2  | 62 | 8   | 5.61  | 43.50  | .50  |
| S3/4/H3     | 0.07 | 1.28 | 0.61 | 0.11 | 0.71 | 284  | 3  | 45 | 11  | 6.31  | 25.82  | .41  |
| S3/4/H4     | 0.05 | 0.87 | 0.59 | 0.09 | 0.69 | 321  | 2  | 46 | 6   | 6.98  | 53.50  | .64  |
| S3/4/T1     | 0.13 | 1.50 | 0.54 | 0.14 | 0.72 | 74   | 4  | 64 | 22  | 1.16  | 3.36   | .06  |
| S3/4/T2     | 0.14 | 1.09 | 0.26 | 0.10 | 0.74 | 56   | 2  | 31 | 15  | 1.65  | 3.73   | .04  |
| S3/4/T3     | 0.09 | 1.40 | 0.38 | 0.11 | 0.48 | 66   | 2  | 48 | 9   | 1138  | 7.33   | .08  |
| S3/4/T4     | 8.14 | 1.56 | 0.39 | 0.15 | 0.53 | 49   | 3  | 43 | 17  | 1.14  | 2.88   | .04  |
| S3/4/R1     | 0.06 | 1.14 | 0.74 | 0.12 | 0.55 | 1260 | 9  | 52 | 16  | 14.23 | 78.75  | 2.08 |
| S3/4/R2     | 0.04 | 0.09 | 0.87 | 0.14 | 0.40 | 2149 | 8  | 74 | 13  | 29.04 | 165.31 | 5.26 |
| S3/4/R3     | 0.07 | 0.32 | 0.86 | 0.17 | 0.74 | 2113 | 9  | 66 | 18  | 32.02 | 117.39 | 3.03 |

continua...

| NUM. IDENT. | % P  | %K   | %Ca  | %Mg  | %N   | Fe   | Cu | Mn  | Zn | Fe/Mn <sup>o</sup> | Fe/Zn <sup>o</sup> | Fe/P <sup>o</sup> |
|-------------|------|------|------|------|------|------|----|-----|----|--------------------|--------------------|-------------------|
| S3/4/R4     | 0.09 | 0.22 | 0.98 | 0.14 | 0.69 | 1190 | 9  | 69  | 18 | 17.25              | 66.11              | 1.32              |
| S3/3/H1     | 0.23 | 1.63 | 0.87 | 0.30 | 0.94 | 220  | 5  | 62  | 7  | 33.71              | 39.43              | .91               |
| S3/3/H2     | 0.12 | 0.85 | 0.85 | 0.63 | 0.64 | 221  | 2  | 63  | 10 | 3.51               | 22.10              | .18               |
| S3/3/H3     | 0.11 | 0.86 | 0.60 | 0.16 | 0.36 | 186  | 2  | 54  | 6  | 3.44               | 31.00              | .17               |
| S3/3/H4     | 0.16 | 0.89 | 0.58 | 0.09 | 0.52 | 254  | 2  | 54  | 6  | 4.70               | 42.36              | .16               |
| S3/3/T1     | 0.39 | 2.86 | 0.55 | 0.32 | 0.37 | 109  | 4  | 23  | 22 | 4.74               | 4.95               | .03               |
| S3/3/T3     | 0.20 | 1.96 | 0.36 | 0.17 | 0.92 | 54   | 2  | 52  | 21 | 1.04               | 2.57               | .03               |
| S3/3/T4     | 0.29 | 1.57 | 0.36 | 0.08 | 0.40 | 70   | 3  | 44  | 42 | 1.59               | 1.67               | .02               |
| S3/3/R1     | 0.13 | 0.29 | 1.78 | 0.29 | 0.70 | 4271 | 27 | 124 | 38 | 34.44              | 112.39             | 3.33              |
| S3/3/R2     | 0.12 | 0.46 | 0.73 | 0.18 | 0.85 | 1472 | 9  | 75  | 26 | 19.63              | 56.62              | 1.22              |
| S3/3/R3     | 0.70 | 0.38 | 0.70 | 0.15 | 0.75 | 1781 | 9  | 61  | 22 | 29.20              | 80.95              | 2.56              |
| S3/3/R4     | 0.09 | 0.10 | 0.90 | 0.17 | 0.56 | 2091 | 17 | 88  | 24 | 23.76              | 87.14              | 2.63              |
| S3/5/H1     | 0.09 | 0.80 | 0.51 | 0.14 | 0.48 | 373  | 4  | 55  | 6  | 6.78               | 62.17              | .41               |
| S3/5/H2     | 0.12 | 1.45 | 0.6  | 0.10 | 0.53 | 402  | 6  | 65  | 11 | 23.88              | 141.09             | 1.30              |
| S3/5/H3     | 0.10 | 0.73 | 0.61 | 0.11 | 0.59 | 325  | 3  | 51  | 6  | 6.37               | 54.17              | .32               |
| S3/5/H4     | 0.05 | 0.62 | 0.70 | 0.09 | 0.65 | 508  | 2  | 53  | 6  | 6.68               | 84.67              | 1.02              |
| S3/5/T1     | 0.18 | 1.78 | 0.25 | 0.10 | 0.39 | 69   | 3  | 42  | 24 | 26.64              | 1.88               | .04               |
| S3/5/T2     | 0.10 | 1.66 | 0.86 | 0.24 | 0.44 | 78   | 4  | 55  | 19 | 1.42               | 4.11               | .08               |
| S3/5/T3     | 0.16 | 1.70 | 0.43 | 0.12 | 0.34 | 81   | 4  | 38  | 24 | 2.13               | 3.38               | .05               |
| S3/5/T4     | 0.06 | 1.77 | 0.38 | 0.07 | 0.47 | 73   | 2  | 45  | 6  | 1.62               | 12.17              | .12               |
| S3/5/R1     | 0.07 | 0.22 | 0.71 | 0.13 | 0.50 | 1390 | 9  | 55  | 19 | 25.27              | 73.16              | 2                 |
| S3/5/R2     | 0.04 | 0.23 | 1.12 | 0.17 | 0.52 | 2486 | 8  | 68  | 16 | 36.56              | 155.38             | 6.25              |
| S3/5/R3     | 0.09 | 0.26 | 0.17 | 0.61 | 0.61 | 2269 | 17 | 78  | 23 | 29.09              | 98.65              | 10                |
| S3/5/R4     | 0.07 | 0.15 | 1.35 | 0.21 | 0.51 | 3250 | 10 | 108 | 17 | 30.09              | 191.18             | 4.55              |

S1= Suelo de Michoacán

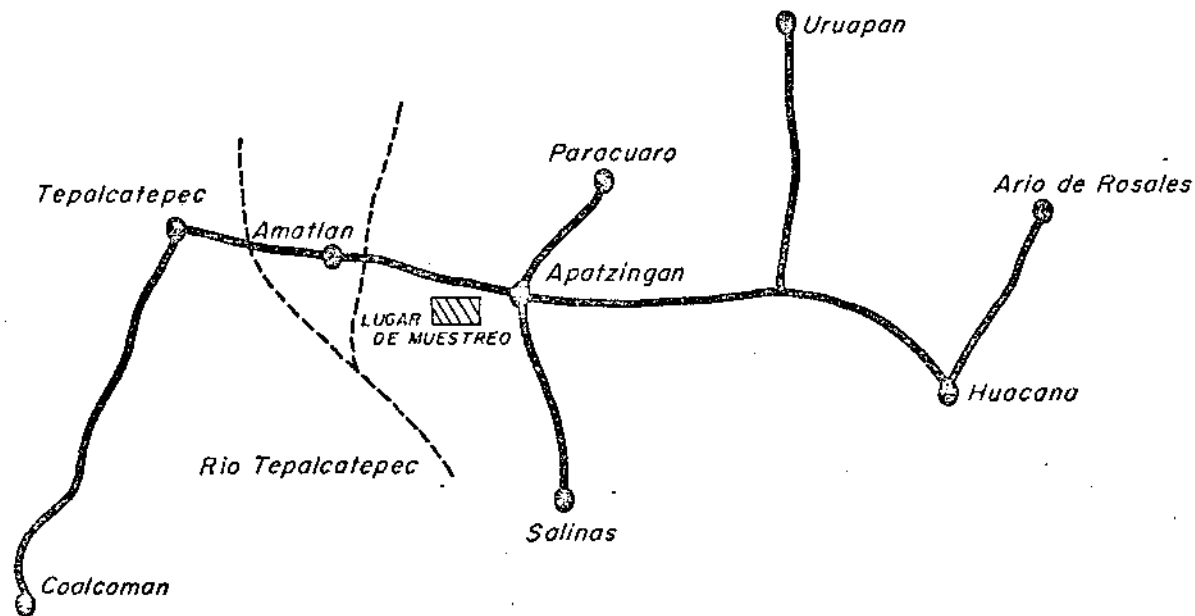
T = Tallo

1,2,3,4,5 y 6 =Grados de clorosis

S2= Suelo de Guanajuato

H = Hojas





#### ANOTACIONES

- Poblaciones
- Vías de Comunicación
- - - Limites de Estado
- - - Rios

EDO. DE MICHOACAN

Fig. 1A Localización esquemática del lugar de muestreo en el estado de michoacán.



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

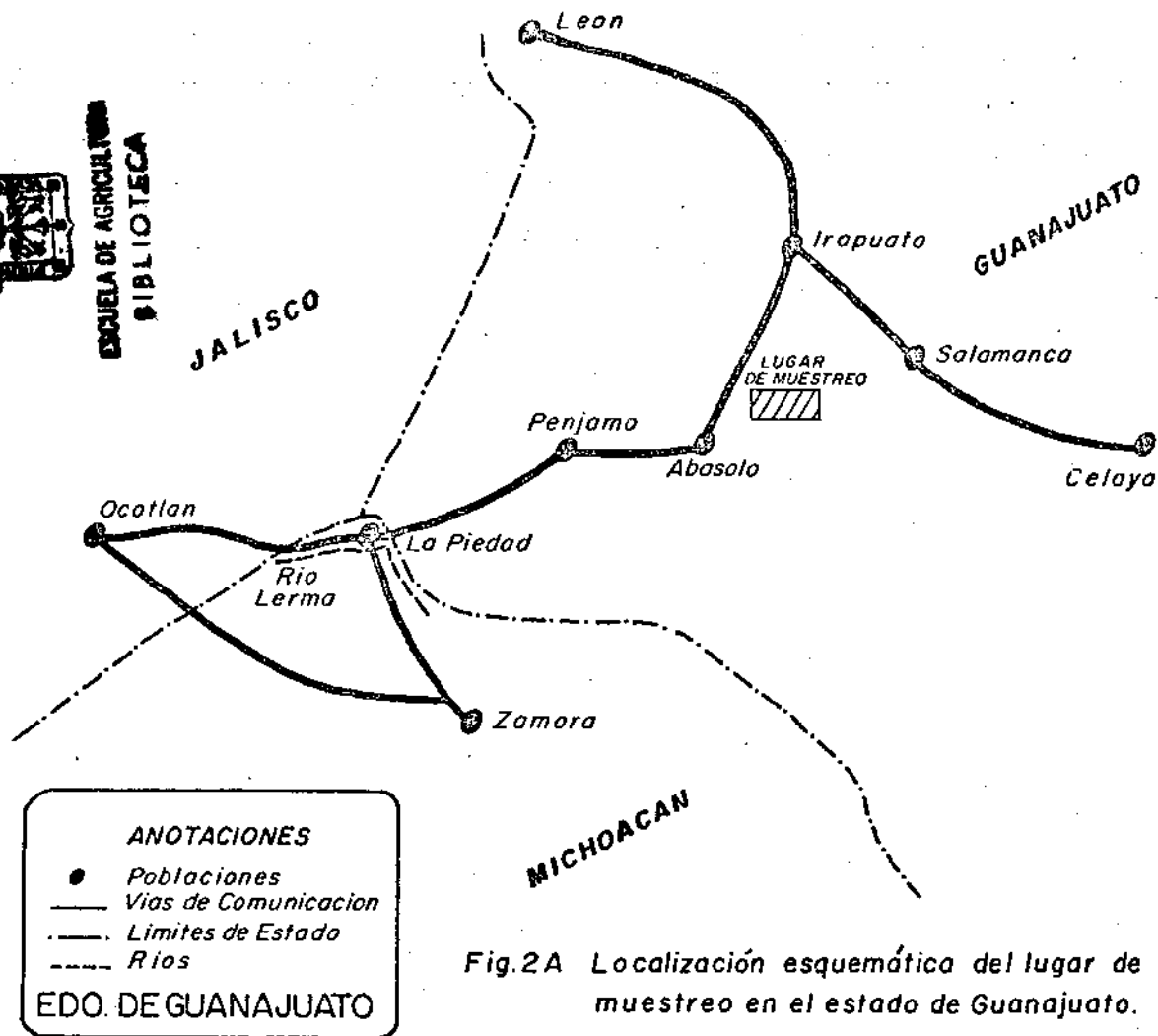
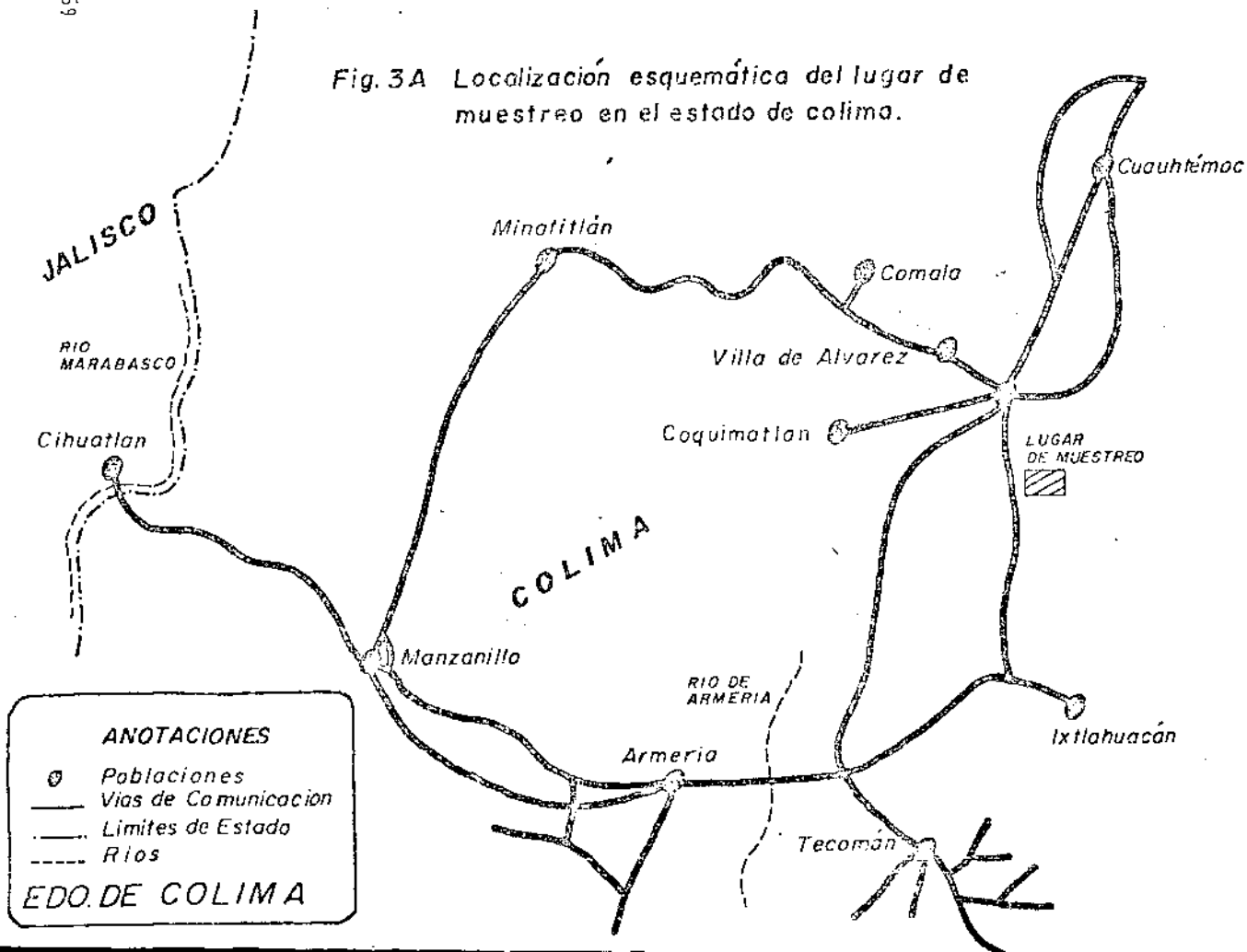


Fig.2A Localización esquemática del lugar de muestreo en el estado de Guanajuato.

Fig. 3A Localización esquemática del lugar de muestreo en el estado de Colima.





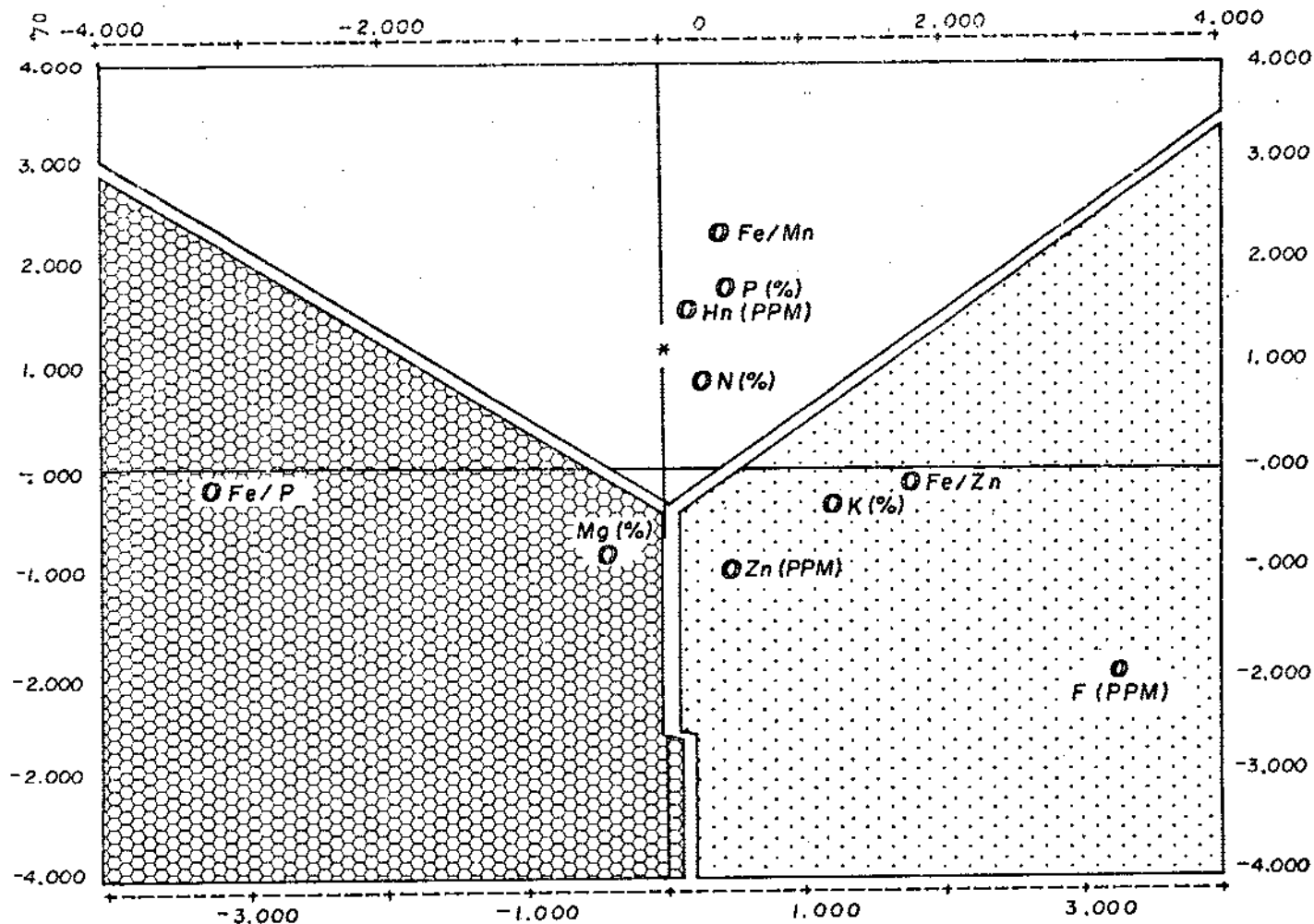


Fig.4A-Mapa territorial para la clasificación de 3 grupos de clorosis en el suelo de Michoacan (las variables alejadas del origen contribuyen mas a caracterizar los grados de clorosis.)

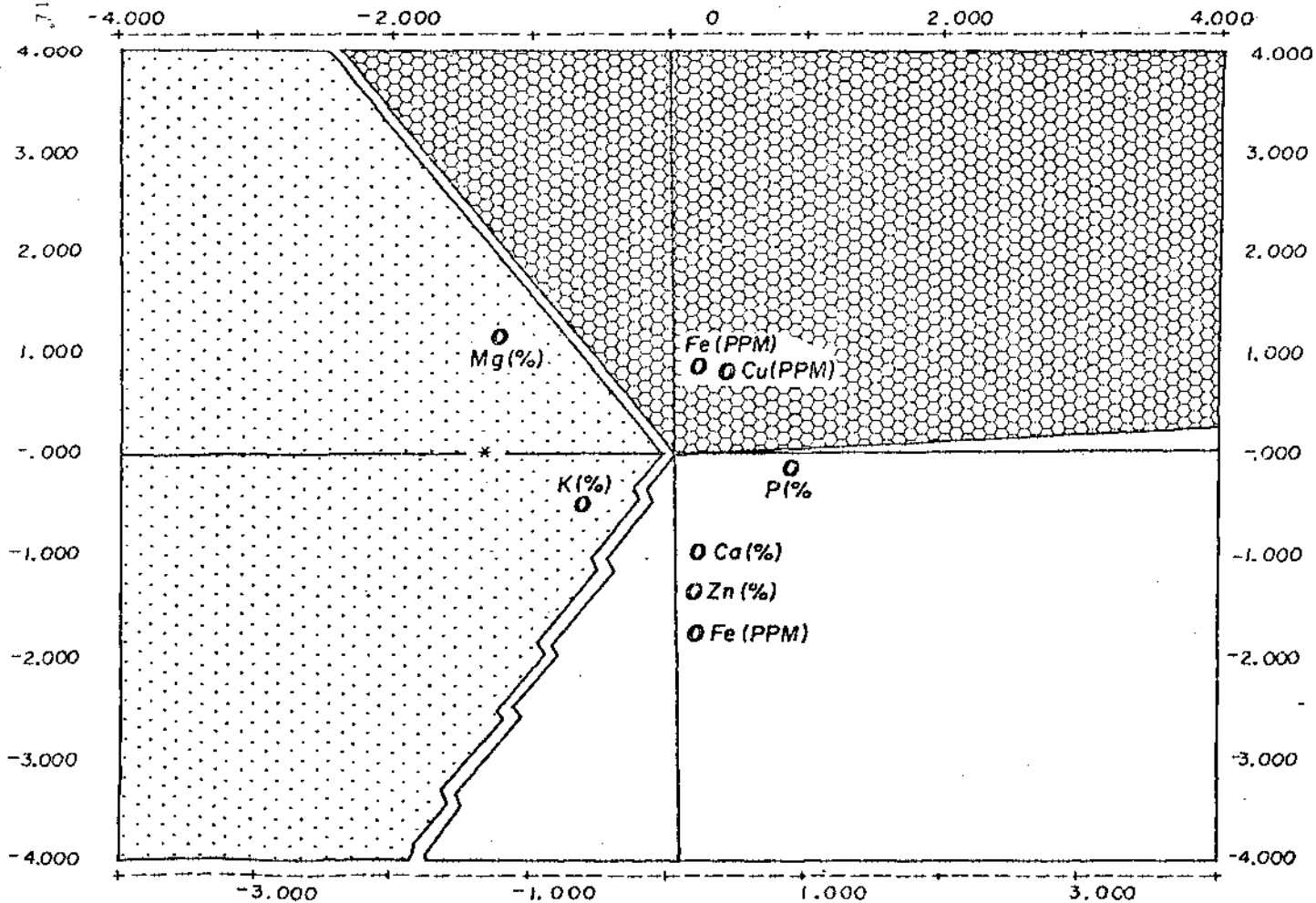


Fig. 5 A. Mapa territorial para la clasificación de 3 grupos de clorosis en el suelo de Guanajuato  
 las variables más alejadas del origen contribuyen más a caracterizar los grados de clorosis.

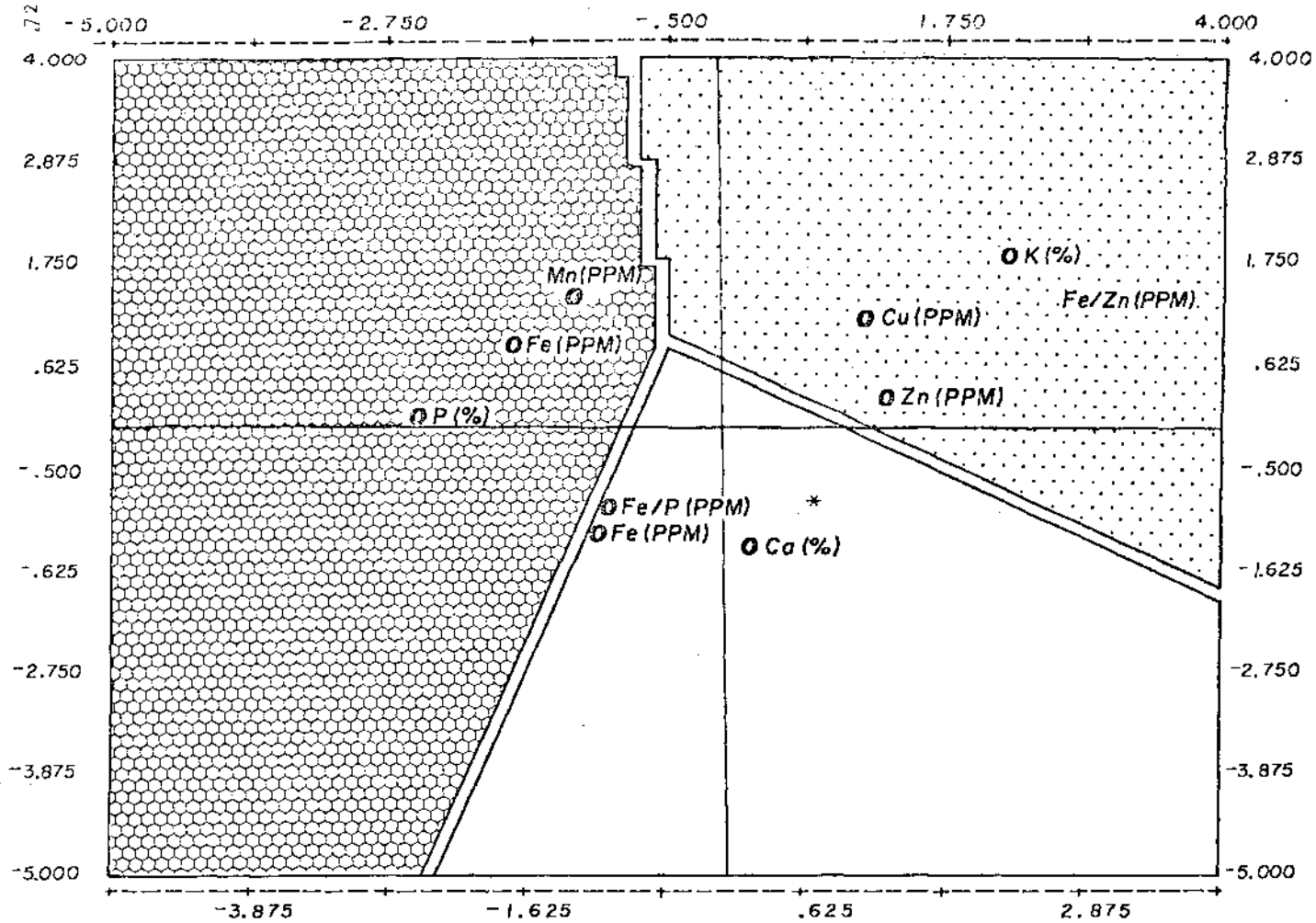


Fig.6A Mapa territorial para la clasificación de 3 grupos de clorosis en el suelo de Colima  
 las variables alejadas del origen contribuyen mas a caracterizar los grados de clorosis.