

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

CARACTERIZACION DEL NIVEL DE FERTILIDAD EN
LA SERIE DE SUELOS IXTAN-ARCILLA

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la
Facultad de Agronomía de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

por

FRANCISCO VALLEJO MARTINEZ

En el acto de su investidura como

INGENIERO AGRONOMO

en el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Biblioteca Central

Sección de Tesis

GUATEMALA, MAYO DE 1979

TESIS DE REFERENCIA
NO

SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA
BIBLIOTECA CENTRAL - USAC.



R
01
T (414)
c. 2

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR:

LIC. SAUL OSORIO PAZ

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano en funciones:

Ing. Agr. Rodolfo Estrada

Vocal 1o.:

Ing. Agr. Rodolfo Estrada

Vocal 2o.:

Dr. Antonio Sandoval S.

Vocal 3o.:

Ing. Agr. Rudy Villatoro

Vocal 4o.:

P.A. Juan Miguel Irías

Vocal 5o.:

P.A. Giovani Reyes

Secretario:

Ing. Agr. Oscar González

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano:

Ing. Agr. Edgar Ibarra

Examinador:

Ing. Agr. Antonio Sandoval S.

Examinador:

Ing. Agr. Mario Martínez

Examinador:

Ing. Agr. Salvador Castillo

Secretario:

Ing. Agr. Fernando Luna O.

Guatemala, Mayo de 1979

Honorable Junta Directiva.

Honorable Tribunal Examinador.

En base a las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, someto a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

“CARACTERIZACION DEL NIVEL DE FERTILIDAD EN
LA SERIE DE SUELOS IXTAN-ARCILLA”

Al presentarlo como requisito previo para optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, espero que merezca vuestra aprobación.

Sin otro particular, me complace suscribirme de vosotros, deferentemente:

Francisco Vallejo Martínez

Guatemala, 14 de Mayo de 1,979.

Señor:
Decano de la Facultad de Agronomía
Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
P r e s e n t e.

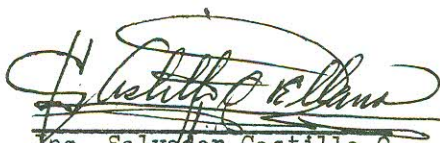
Apreciable Señor Decano:

Cumpliendo con la designación que me hiciera el Decanato a su digno cargo, de manera atenta hago de su conocimiento que he asesorado al Maestro de Educación Primaria Francisco Vallejo Martínez, en la Ejecución de su tesis de grado titulada "CA RACTERIZACIÓN DEL NIVEL DE FERTILIDAD EN LA SERIE DE SUELOS IX TAN-ARCILLA".

Por lo anteriormente expuesto, el trabajo del Maestro Vallejo Martínez cumple con los requisitos que debe llenar una tesis de graduación de nivel superior y en consecuencia recomiendo que la misma le sea aprobada para su defensa y discusión en el Exámen General Público.

Sin otro particular, me es grato reiterar al Señor Decano mis muestras de consideración y aprecio.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Salvador Castillo O.
ASESOR
Director Depto. de Edafología.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

IMPRIMASE:

ING. AGR. RODOLFO ESTRADA GONZALEZ

DECANO



ACTO QUE DEDICO

A LA MEMORIA DE MI PADRE

José Luis Vallejo de León

A MI MADRE

Luz Martínez v. de Vallejo

A MIS HERMANOS

Benedicto

Rosario

Reginaldo

Cecilia

Juan Alberto

A MI ESPOSA

Floralma Bolaños de Vallejo

A MIS HIJOS

Luz María

César

Francisco

Floralma

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS

AGRADECIMIENTO

- A Los Ingenieros Agrónomos Roberto Ranero C., Anibal Palencia, Salvador Castillo, Julio Brolo Luna y Francisco Mazariegos (QEPD), por sus valiosos y acertados consejos, sugerencias, y atenciones que brindaron para la elaboración de esta tesis.

- A El personal de Laboratorio de Suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA), por su valiosa colaboración en los trabajos de laboratorio e invernadero.

- A Todas las personas que en una u otra forma colaboraron en la realización del presente estudio.

CONTENIDO

1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS	3
3. REVISION DE LITERATURA	4
4. MATERIALES EMPLEADOS	6
4.1. Origen de las muestras	6
4.2. Material experimental	6
5. METODOLOGIA EXPERIMENTAL	8
5.1. Para los análisis de laboratorio	8
5.2. En el invernadero	8
5.3. Análisis Estadístico	10
6. RESULTADOS	11
7. DISCUSION DE RESULTADOS	22
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	24
9. ANEXO	25
Cuadros y Mapa	
10. BIBLIOGRAFIA	53

1. INTRODUCCION

En Guatemala la serie de suelos Ixtán-Arcilla, reviste una importancia especial ya que casi en su totalidad se encuentra dedicada a la explotación del algodón; cultivo que para la economía del país significa después del café y la industria del turismo la mayor fuente de trabajo e ingreso de divisas.

La serie de suelos Ixtán-Arcilla se encuentra ubicada al sur de los departamentos de San Marcos y Quetzaltenango, y en las áreas centrales de los departamentos de Suchitepéquez y Retalhuleu, cubriendo una superficie total de 212,802 Has. La serie es más extensa en Retalhuleu en donde comprende 117,325 Has. o sea el 51.13 o/o del área descrita.

La evaluación de fertilidad de los suelos a nivel de finca en Guatemala se ha llevado a cabo siguiendo un sistema de toma de muestras sin orientación técnica, practicado por el propio interesado, quién con poco cuidado en su representatividad real del área bajo cultivo, y en la mayor parte de los casos contaminando las muestras en el manipuleo, las somete a análisis de laboratorio donde por desconocer las fallas anteriores se dan recomendaciones que a la postre no son válidas.

Este trabajo se efectuó en la mencionada serie de suelos, observándose para el muestreo la técnica recomendada por Fitts y Waugh, (4), que dice: "usando una pala, corte secciones verticales de suelo de tres centímetros de espesor y a la profundidad de aradura (15-20 cms.), sin incluir porción alguna del subsuelo en el caso de suelos poco profundos".

Esta operación se hizo en varios sitios al azar y hasta completar unos 50 kgs. de suelo seleccionado en cada fase.

Experiencias efectuadas en Europa, E.U.A. y en otros países, han demostrado que, la técnica del elemento faltante constituye la

mejor guía para evaluar rápidamente el nivel de fertilidad de un suelo.

En el desarrollo de esta tesis, se citan a los autores relacionados con el origen y evolución de la técnica del elemento faltante empleadas básicamente en las pruebas de invernadero.

En cuanto a los materiales utilizados, están constituidos por tres tipos: las muestras de suelo; los reactivos empleados rutinariamente por el laboratorio de suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA), y como fuente de elementos, dosis, y metodología experimental dictada por la Universidad de Carolina del Norte.

Finalmente los resultados se exponen gráficamente, a partir del Análisis Estadístico (Andevas y Pruebas de Duncan), verificados en cada fase, derivando de lo anterior las conclusiones y recomendaciones finales.

2. OBJETIVOS

El presente trabajo de tesis tiene por objetivo principal, evaluar la fertilidad de los suelos de la serie Ixtán-arcilla, en la zona de Retalhuleu, siguiendo la determinación del nivel de fertilidad de los suelos en base a los métodos combinados y recomendados por CATE y NELSON (2), en el Programa Internacional de Análisis de suelo de la Universidad de Carolina del Norte y de MARTINI (6), de el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de Turrialba, Costa Rica, tomando en cuenta las experiencias obtenidas por el Departamento de Suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) en base a ensayos de invernadero que habrán de conducirse empleando la técnica del elemento faltante, en un diseño de Bloques al azar, con 9 tratamientos y 3 repeticiones, para luego establecer entre que tratamientos hallan diferencias significativas mediante la Prueba de Duncan.

3. REVISION DE LITERATURA

Según FITTS (4), se ha podido demostrar que el abonamiento es uno de los medios más eficaces de incrementar los rendimientos, la calidad y las ganancias. No obstante, debemos reconocer que nó se puede llevar una fertilización eficiente sin tomar en cuenta otros aspectos como el uso de semillas mejoradas y buenas prácticas de manejo.

MARTINI (6), establece que para conocer y practicar un abonamiento correcto de cualquier cultivo, es preciso conocer los requerimientos nutricionales de la planta y el nivel de fertilidad del suelo. Este último es muy variable dependiendo del material parental y del grado de intemperización impuesto por los factores clima, vegetación, topografía y manejo del terreno.

Agrega el mismo autor, que la forma más rápida, controlada y económica de encontrar el nivel de fertilidad de un suelo, es mediante la investigación en invernadero, y utilizando el método del elemento faltante.

JUSTO VON LIEBIG (12), desarrolló la "ley del mínimo", que explica que el crecimiento de las plantas está en función del elemento

presente en menor cantidad. Enunció también que para mantener la fertilidad del suelo, las cantidades de nutrientes removidas por las cosechas deben ser restituidas en forma de abono verde o de fertilizante químico, este enunciado constituye la "ley de la restitución".

FITTS (4), define que el concepto de fertilidad consta de tres aspectos: Nutrimientos disponibles en un momento dado, movilidad de los nutrimentos en el suelo y la capacidad del suelo para liberar nutrimentos en reserva o fijar nutrimentos aplicados. Lo primero se mide mediante los análisis químicos y consiste en su mayor parte en

cuantificar tanto los nutrimentos en la solución del suelo como los intercambiables retenidos por las cargas eléctricas negativas de las arcillas y del humus.

La fertilidad depende también de la capacidad de los nutrimentos para movilizarse a los sitios adyacentes a las raíces, dependiendo esto de las condiciones físicas del suelo. De allí que sea importante preparar el suelo para un cultivo. Es también de importancia considerar el balance que existe entre los nutrimentos extraídos por las plantas o bien lixiviados en el agua de percolación y la fijación de nutrimentos que han sido aplicados en forma de abonos. Por esa razón es que se recomiendan los ensayos de abastecimiento y de fijación de los diferentes nutrientes. En la fertilidad además de los niveles de nutrientes también es importante la proporción en que estos se encuentran en el suelo. Las relaciones más importantes son las de Ca:Mg y Mg:K que son 2:1 para la primera y entre los límites 3:1 y 7:1 la segunda.

Mazariegos y Vela (7,12) opinan que para poder estar en capacidad de recomendar económicamente el uso de fertilizantes como medio para poder impulsar el desarrollo agrícola de Guatemala, es conveniente canalizar en mejor forma los recursos naturales y potenciales para llevar a cabo programas de investigaciones que permitan conocer en cada región del país las respuestas a la aplicación de fertilizantes, siendo para tal propósito de particular interés la evaluación de la fertilidad del suelo.

RANERO (8,9), ha manejado rutinariamente la técnica del Elemento Faltante montando ensayos para pruebas de correlación entre la respuesta vegetal y la aplicación de nutrientes en el invernadero, obteniendo resultados que manifiestan que esta técnica bien conducida proporciona datos reales de las muestras bajo estudio.

4. MATERIALES

4.1. Origen de las Muestras: El presente proyecto abarca 21 fases previamente identificadas dentro de la serie Ixtán-Arcilla, y una muestra de la serie Champerico que se encuentra asociada. Las 22 muestras anteriores que pertenecen a la serie Ixtán-Arcilla, fueron tomadas e identificadas por el Departamento de Investigaciones de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. La localización de las mismas se encuentran en el mapa adjunto.

El área estudiada se encuentra a inmediaciones del sector sur del municipio de Retalhuleu, entre las coordenadas $14^{\circ} 55' 21''$ y $14^{\circ} 27' 54''$ latitud norte, y $91^{\circ} 55' 26''$ y $91^{\circ} 59' 24''$, longitud oeste del meridiano de Greenwich, y a una altitud sobre el nivel del mar comprendida entre los 18 y 40 mts.

El área considerada que cubre una superficie de aproximadamente 2657 Has. y que corresponden las fracciones de las fincas Amberes, Bélgica, Arizona y La América, ya fue objeto de un estudio de suelos a nivel de detalle, publicado en Junio de 1,969 realizado por GONZALEZ (5). Este estudio que reúne la información básica necesaria para poder emprender una evaluación de fertilidad de suelos con mayor probabilidades de éxito, fué aprovechado en el desarrollo de éste trabajo.

4.2. Material Experimental: Para un análisis más directo se usó al Girasol (*Helianthus annuus*) como planta indicadora que ha correlacionado con las soluciones extractoras empleadas en los métodos analíticos de fertilidad y que por ser sensible a deficiencias en alto grado, es muy empleada en este tipo de investigaciones.

Como fuente de elementos nutritivos se utilizaron las soluciones recomendadas por la Universidad de Carolina del Norte siendo estas:

ELEMENTO	FUENTE	A	B	C
N	Urea	21.738	10*	200
P	Na H ₂ PO ₄ H ₂ O	111.378	Variable	Variable
K	KCl	19.069	10*	200
Ca	CaCO ₃	62.432	10	500
Mg	MgCO ₃	52.013	10	300
S	Na ₂ S0 ₄	22.146	20	200
Cu	CuCl ₂	1.058	10	10
Zn	Zn(C ₂ H ₃ O ₂) ₂ ·2H ₂ O	3.357	10	20
Mn	MnCl ₂ ·4H ₂ O	7.205	10	40
Fe	Fe C ₆ H ₅ O ₇ ·3H ₂ O	13.384	10	50
Mo	Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	1.261	10	10
B	Na B ₄ O ₇ ·10H ₂ O	4.405	10	10

DESCRIPCION DE LAS COLUMNAS

- A = Son los gramos de la fuente por litro de solución.
- B = Son los ml. de cada solución a agregar por litro de suelo.
- C = Es la concentración obtenida después de la aplicación en el suelo tratado, en Kg/Ha del elemento adicionado.
- * = Se repite su aplicación a los 10 días de sembrado el experimento.

Para el caso de la solución de fósforo se sigue la técnica descrita por FITTS y RANERO (4,9) que consiste en llevar el nivel de fósforo en el suelo a 40 p.p.m., cantidad en la cual ya no se considera limitante dicho elemento para estudios de invernadero.

5. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

5.1. Para los análisis de laboratorio:

Se tamizaron las muestras a 7 mm., se homogenizaron y se secaron al aire.

Se tomaron luego submuestras, que fueron tamizadas a 2 mm. y homogenizadas nuevamente, para ser ingresadas al laboratorio.

Los análisis químicos de laboratorio consistieron en las siguientes determinaciones: nitrógeno, fósforo (ver Cuadro No.2) y potasio (ver Cuadro No.3) en ppm., determinados por el método de la Universidad de Carolina del Norte, (H_2SO_4 0.0225 N y HCl 0.05 N, relación 1:1).

Potasio, calcio y magnesio en Meq/100 ml., también con el método de Carolina del Norte, (Método de la centrífuga).

Para la determinación del p.H se tomaron 10 grs. de suelo, luego se agregaron 25 ml. de agua destilada y se dejó remojar durante 30 minutos. Habiendo calentado previamente el Potenciómetro, (Fisher Modelo 210), durante 30 minutos debiendo estandarizarse previamente.

Los resultados analíticos anteriores se muestran en el Anexo "A", en los cuadros comprendidos del No.4 al No.25.

5.2. En el invernadero:

Cómo ya se dijo, el suelo fué tamizado a 7 mm., homogenizado y secado al aire.

Luego se llenaron grupos de tres macetas, correspondientes a cada tratamiento y a cada fase, vaciándose nuevamente cada grupo de tres

macetas en un lienzo plástico bien limpio, para aplicar el tratamiento correspondiente, estos son:

- | | |
|------|---|
| C | Completo (todos los nutrimentos). |
| — N | Completo sin nitrógeno. |
| — P | Completo sin fósforo. |
| — K | Completo sin potasio. |
| — Ca | Completo sin calcio. |
| — Mg | Completo sin magnesio. |
| — S | Completo sin azufre. |
| — Em | Completo sin elementos menores, (Cu, Zn, Mn, Fe, Mo y B). |
| T | Testigo. |

Procediéndose a homogenizar nuevamente la aplicación con especial cuidado aquellos tratamientos que eran soluciones en suspensión.

Se dejaron reaccionar las aplicaciones con el suelo durante una semana.

Se tomaron nuevamente muestras para su análisis químico con el objeto de comprobar si mediante los tratamientos se había llegado a niveles óptimos de nutrimentos, en su defecto se enmendarían las deficiencias que persistieran, (igual que el inciso 5.1, (Ver Cuadros del No.4 al No.25).

También las relaciones de Ca/Mg y Mg/K fueron determinadas, encontrándose de 2:1 la primera y entre los límites de 3:1 y 7:1 la segunda.

Se procedió después a la siembra de seis semillas

pregerminadas de girasol en cada maceta.

Se efectuaron dos raleos después de la siembra, uno a los ocho días y otro a los quince días, en ambos se eliminaron a las dos plantas más raquíticas, por lo tanto, quedaron por último las dos mas vigorosas.

Las macetas se regaron rigurosamente a diario, con agua destilada para evitar contaminaciones; debido a que el girasol tiene un punto de marchitamiento muy alto, y siendo las muestras bajo estudio de textura arcillosa, se tuvo cuidado en mantener la humedad cercana a la Capacidad de Campo, que para las arcillas es más o menos el 40 o/o (13).

También cuando fué necesario se efectuaron limpias a mano de las hierbas que germinaron y brotaron en las macetas.

Procediéndose a los 30 días después de la siembra a la cosecha, esta se hizo aplicando un corte a la altura del cuello de las plantas, colocándolas en bolsas de papel.

Las bolsas con el material vegetativo, fueron identificadas con el número de fase, y tratamiento y repetición que contenían y llevadas al horno (Scientific CoPS, modelo 18), durante 24 horas y a una temperatura de 60 grados centígrados para su secamento.

La materia seca fue pesada en una balanza analítica (Mettler) con cuatro decimales.

Después del corte se mezcló y se homogenizó el suelo de las macetas de cada tratamiento, tomándose nuevamente muestras para su análisis químico, (igual que el inciso 5.1, ver Cuadros del No.4 al No.25), para determinar la degradación química y balance de nutrimentos.

5.3. Análisis estadístico:

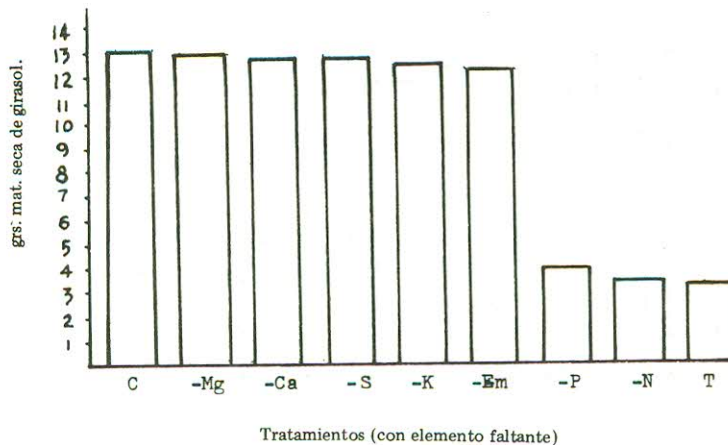
Se hizo mediante el diseño de Bloques al Azar, método que permite analizar las dos fuentes de variación del experimento; luego se aplicó la Prueba de Duncan, que da la significancia o no significancia entre tratamientos. Las unidades experimentales están constituidas por la producción de materia seca de girasol en cada maceta.

6. RESULTADOS

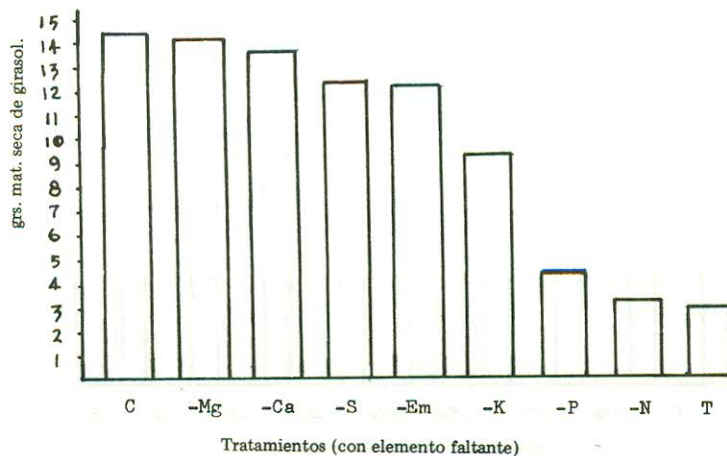
Para una apreciación más objetiva de los resultados, estos se presentan a continuación gráficamente.

REPRESENTACION GRAFICA

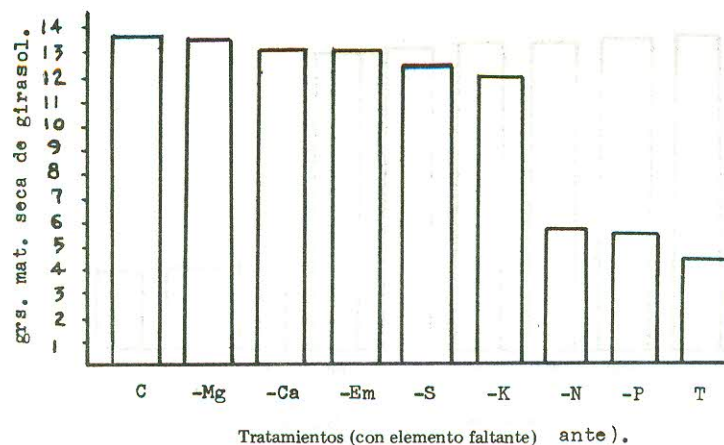
Fase No. 1. Rendimiento promedio de materia seca, (grs/maceta), de girasol para los distintos tratamientos con elementos faltante de fertilización.



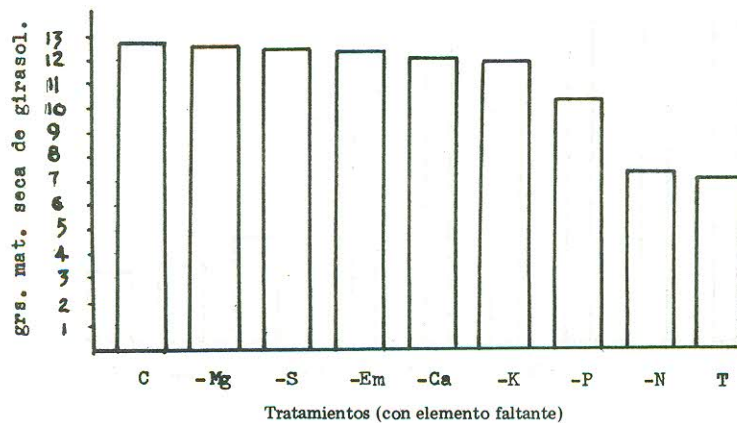
Fase No. 2. Rendimiento promedio de materia seca, (grs/maceta), de girasol para los distintos tratamientos con elemento faltante de fertilización.



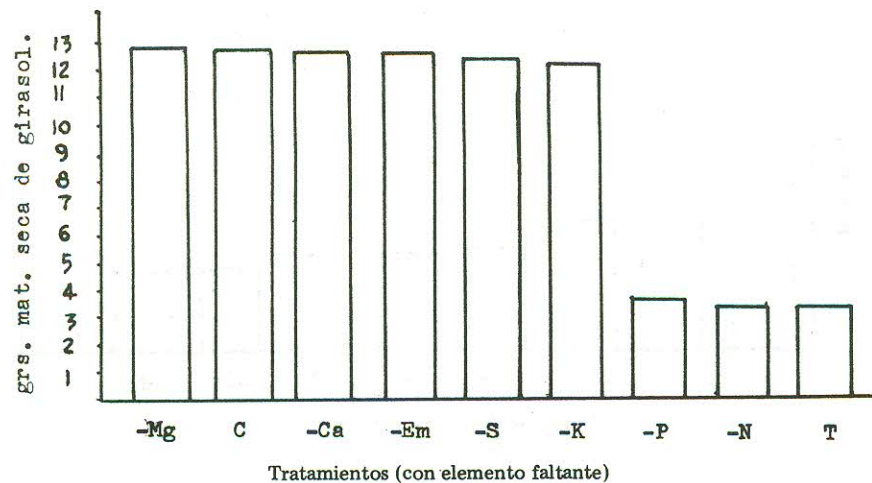
Fase No. 3. Rendimiento promedio de materia seca (grs/maceta), de girasol para los distintos tratamientos con elemento faltante de fertilización.



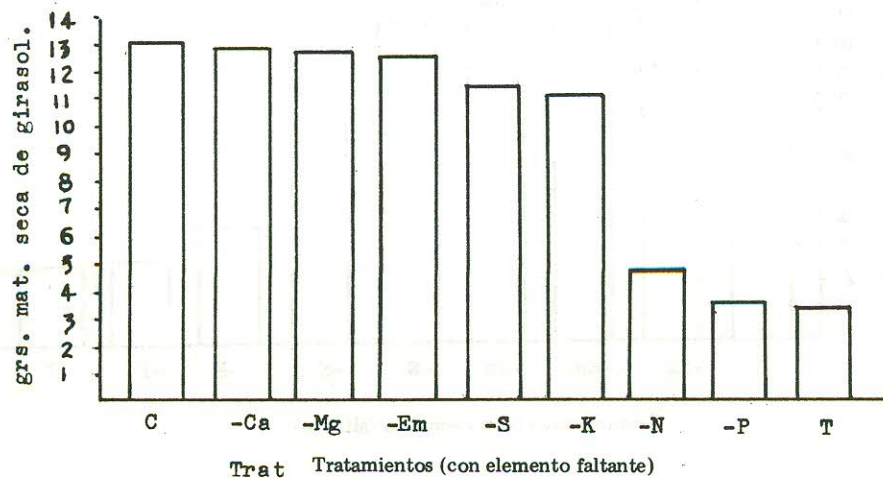
Fase No. 4. Rendimiento promedio de materia seca (grs/maceta), de girasol para los distintos tratamientos con elementos faltante de fertilización.



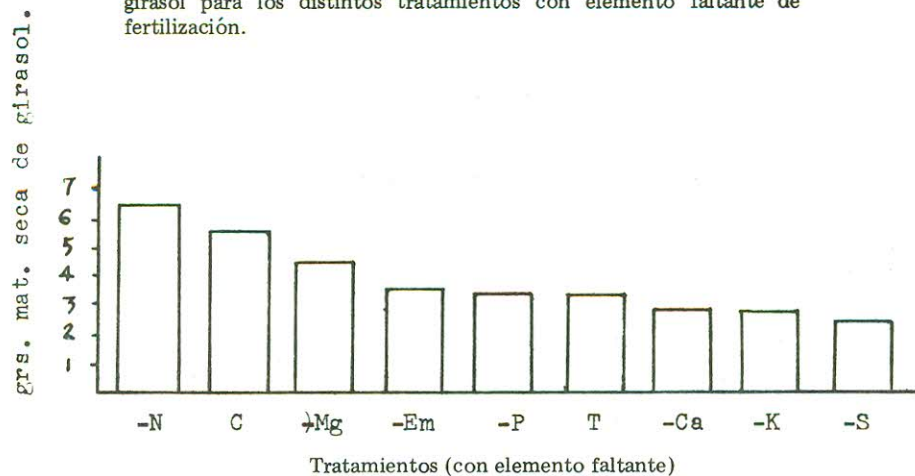
Fase No. 5. Rendimiento promedio de materia seca (grs/maceta), de girasol para los distintos tratamientos con elemento faltante de fertilización.



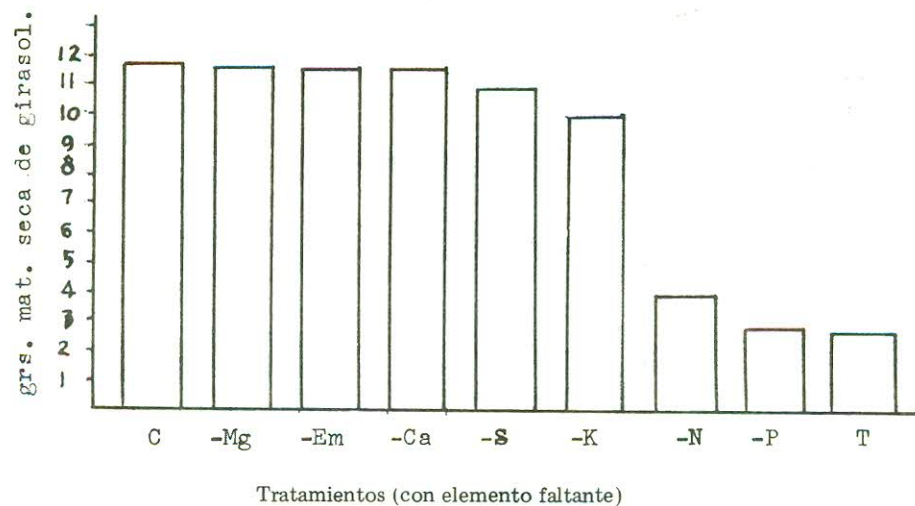
Fase No. 6. Rendimiento promedio de materia seca (grs/maceta), de girasol para los distintos tratamientos con elemento faltante de fertilización.



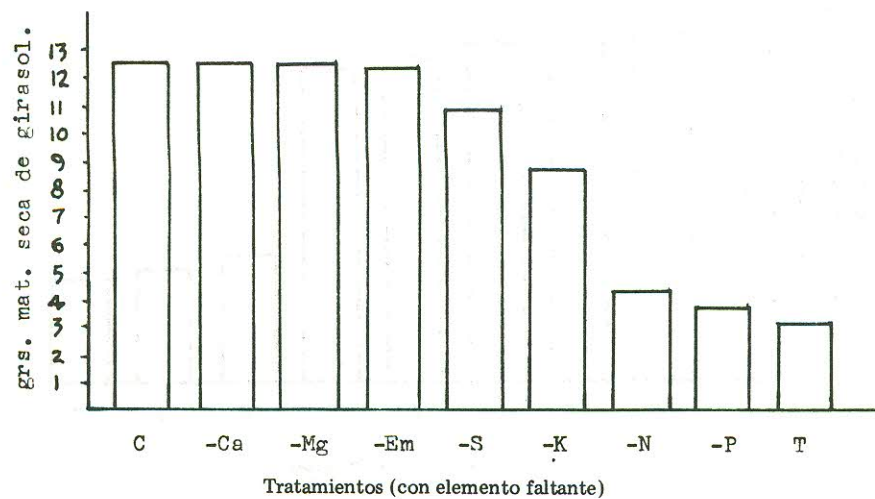
Fase No. 7. Rendimiento promedio de materia seca (grs/maceta), de girasol para los distintos tratamientos con elemento faltante de fertilización.



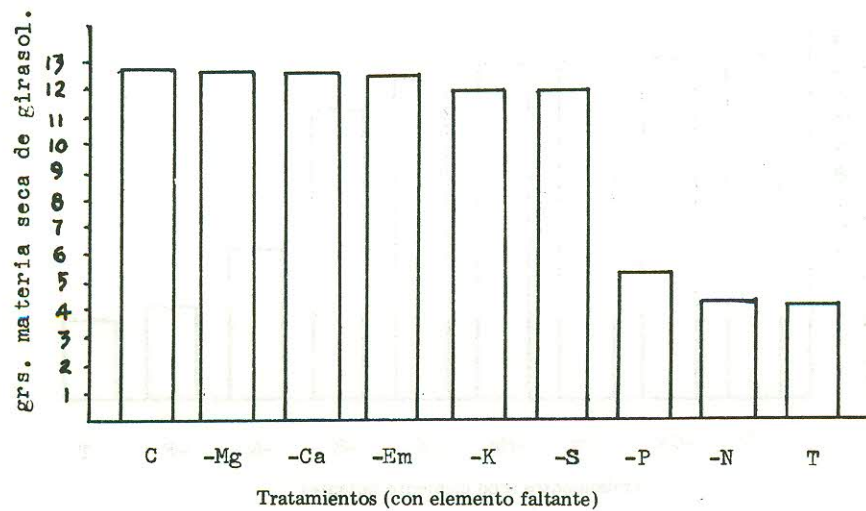
Fase No. 8. Rendimiento promedio de materia seca (grs/maceta), de girasol para los distintos tratamientos con elemento faltante de fertilización.



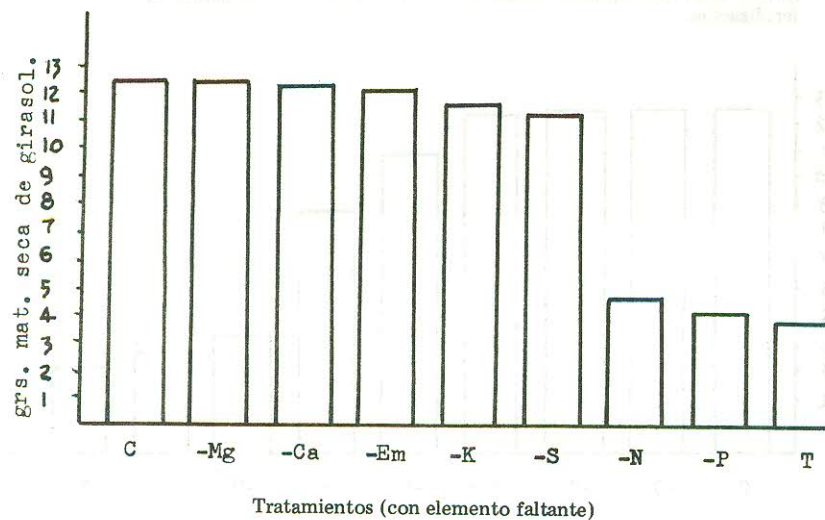
Fase No. 9. Rendimiento promedio de materia seca (grs/maceta), de girasol para los distintos tratamientos con elemento faltante de fertilización.



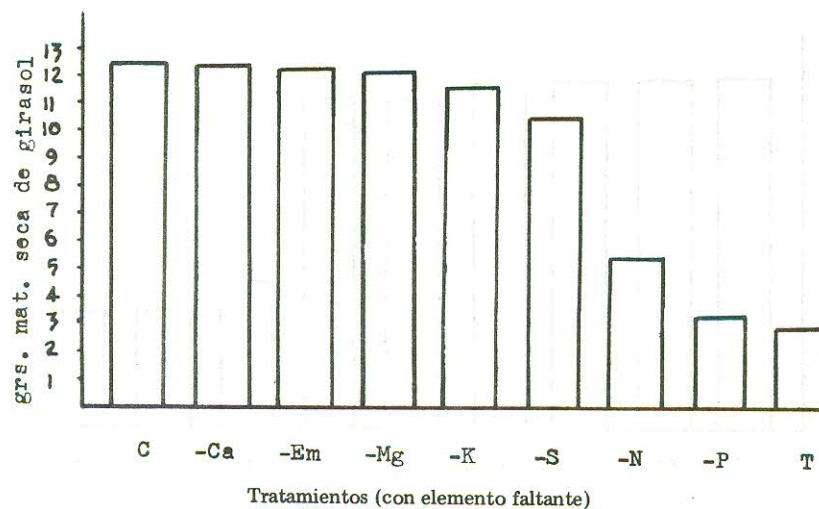
Fase No. 10. Rendimiento promedio de materia seca (grs/maceta), de girasol para los distintos tratamientos con elemento faltante de fertilización.



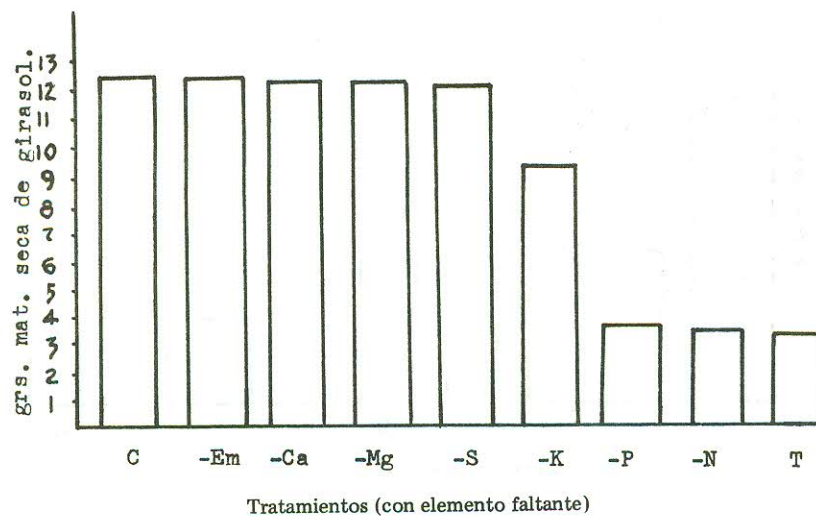
Fase No. 11. Rendimiento promedio de materia seca (grs/maceta), de girasol para los distintos tratamientos con elemento faltante de fertilización.



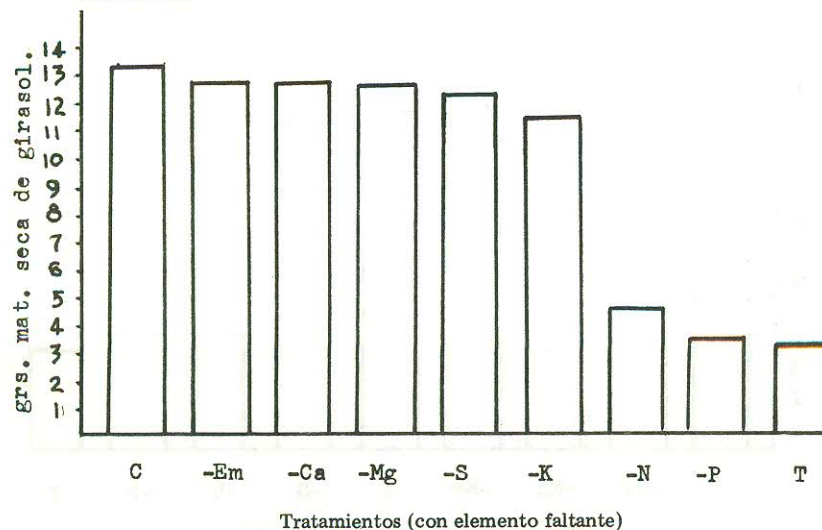
Fase No. 12. Rendimiento promedio de materia seca (grs/maceta,) de girasol para los distintos tratamientos con elemento faltante de fertilización.



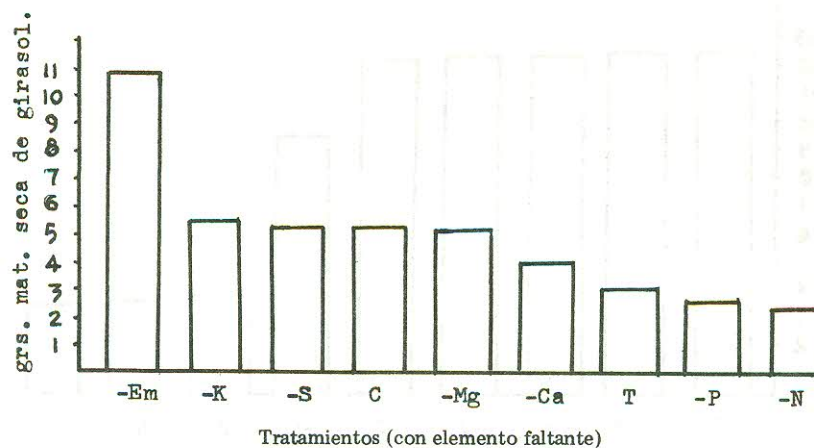
Fase No. 13. Rendimiento promedio de materia seca (grs/maceta), de girasol para los distintos tratamientos con elemento faltante de fertilización.



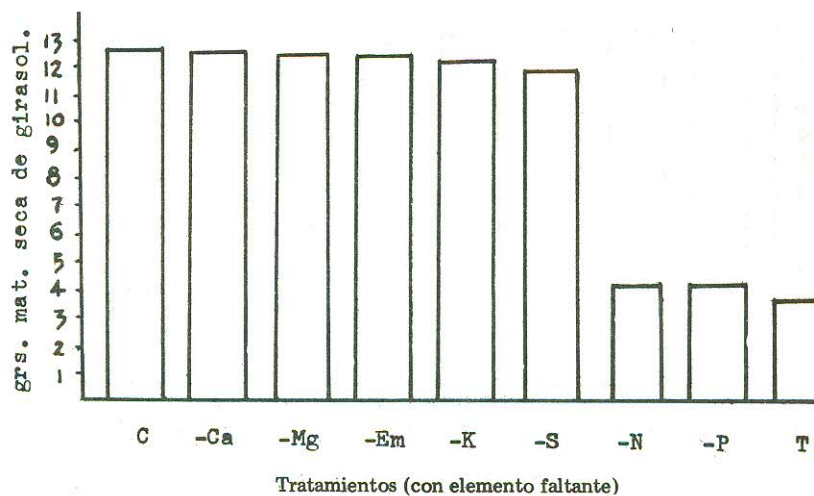
Fase No. 14. Rendimiento promedio de materia seca (grs/maceta) de girasol para los distintos tratamientos con elemento faltante de fertilización.



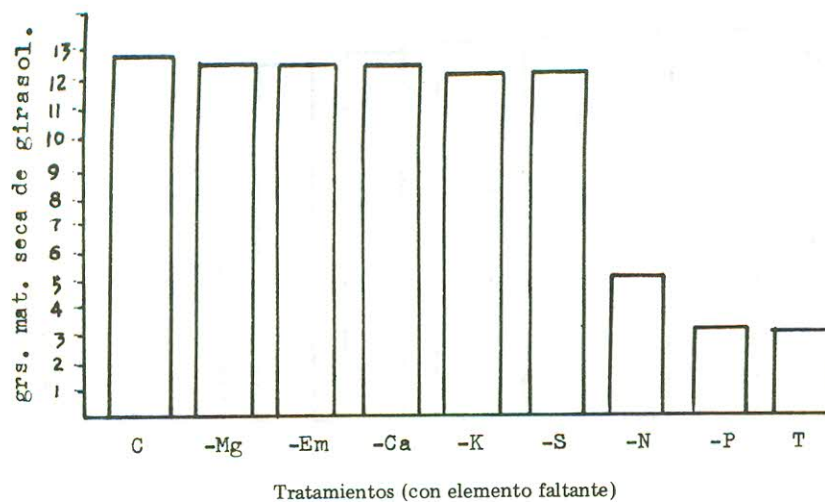
Fase No. 15. Rendimiento promedio de materia seca (grs/maceta) de girasol, para los distintos tratamientos con elemento faltante de fertilización.



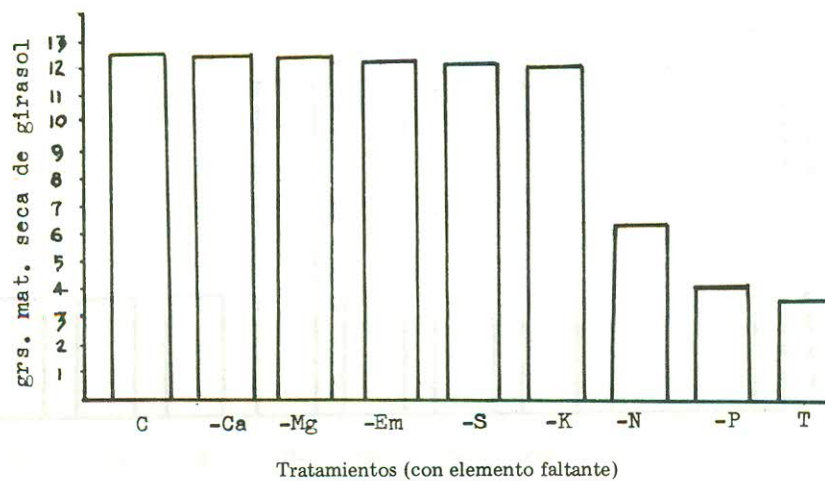
Fase No. 16. Rendimiento promedio de materia seca (grs/maceta) de girasol, para los distintos tratamientos con elemento faltante de fertilización.



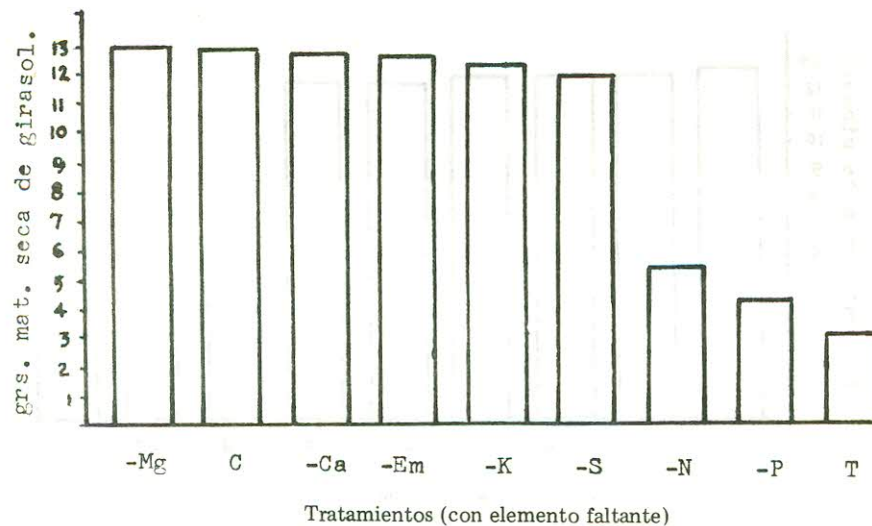
Fase No. 17. Rendimiento promedio de materia seca (grs/maceta) de girasol para los distintos tratamientos con elemento faltante de fertilización.



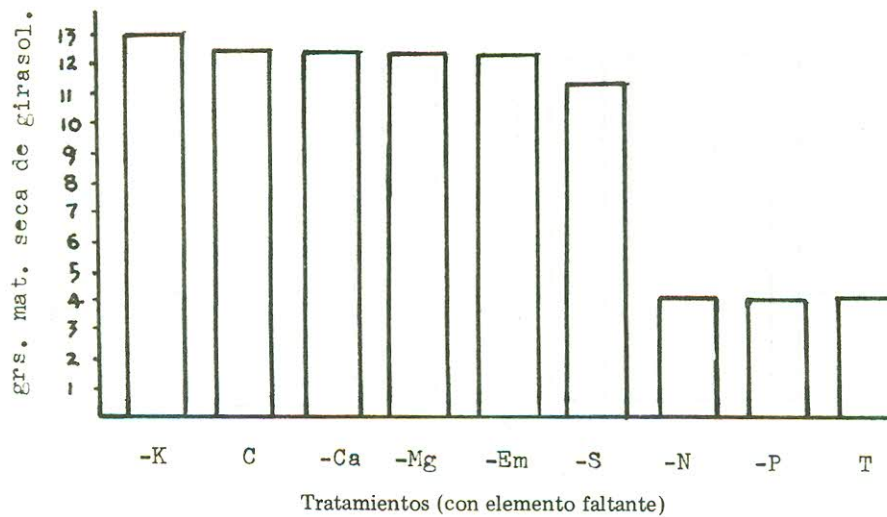
Fase No. 18. Rendimiento promedio de materia seca (grs/maceta) de girasol, para los distintos tratamientos con elemento faltante de fertilización.



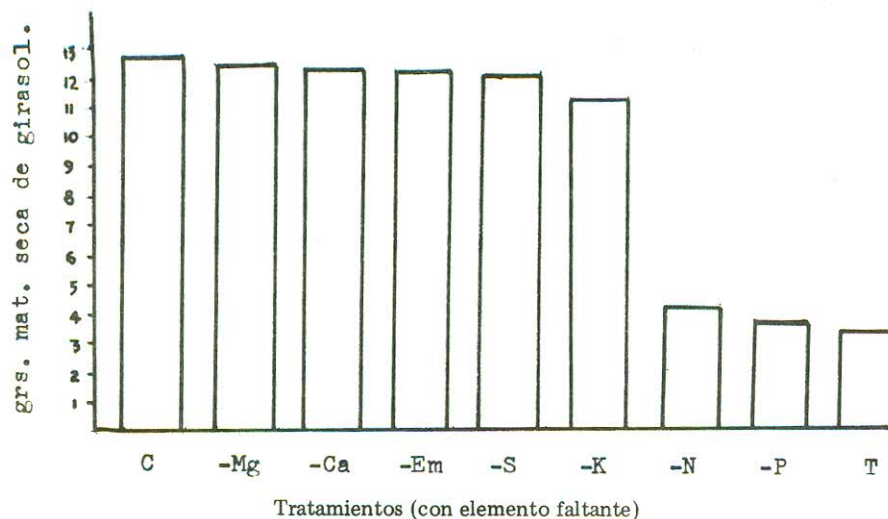
Fase No. 19. Rendimiento promedio de materia seca (grs/maceta) de girasol para los distintos tratamientos con elemento faltante de fertilización.



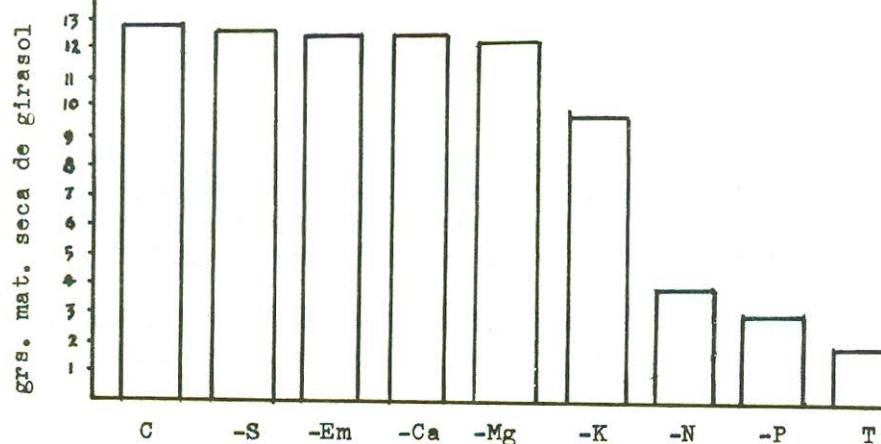
Fase No. 20. Rendimiento promedio de materia seca (grs/maceta) de girasol para los distintos tratamientos con elemento faltante de fertilización.



Fase No. 21. Rendimiento promedio de materia seca (grs/maceta) de girasol para los distintos tratamientos con elemento faltante de fertilización.



Serie Champerico. Rendimiento promedio de materia seca (grs/maceta) de girasol para los distintos tratamientos con elemento faltante en fertilización.



6. DISCUSION DE RESULTADOS

De la interpretación de la representación gráfica de las Pruebas de Duncan efectuadas al comparar los diferentes tratamientos indican que sí existe diferencia significativa entre el grupo de tratamientos formado: por el testigo, menos nitrógeno y menos fósforo comparado contra el grupo formado por los tratamientos: menos magnesio menos elementos menores y completo. Entre el primer grupo algunas veces se incluyen los tratamientos menos potasio y menos azufre, pero en la mayor parte de los casos aparecen constituyendo el segundo grupo.

También observamos que las fases 1, 2, 3, 4, 5, 8, 10 y 12, tienen comportamiento similar en su respuesta a la aplicación de N y P no así algunas fases como la 7 y la 15, que tienen un comportamiento que coincide con su grado de erosión alto y con cárcavas, y con una permeabilidad lenta, ya que se obtuvo respuesta en ellas a todos los tratamientos.

Las fases 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21 y 22 manifiestan similar comportamiento a la respuesta N y P; tienen como factor común alto grado de erosión, y de permeabilidad lenta, excepto la fase 16 que es de grado de erosión imperceptible y permeable. Un comportamiento similar tienen las fases 2, 6, 9, 11, 12 y 13 que tienen una respuesta a K y S no significativa.

En los análisis de variancia elaborados a cada fase, demuestran que hay significancia entre tratamientos; no así entre repeticiones, únicamente la fase 18 mostró diferencia significativa al 1 o/o entre repeticiones. Resultado que se atribuye al error experimental.

La respuesta a N fue significativa en todas las fases, significancia que correlaciona con el resultado bajo de N en el análisis de laboratorio.

La respuesta a P fué altamente significativa en todas las fases estudiadas menos en la fase 4 que tiene un alto contenido natural de P según el análisis de laboratorio que es de 42.9 ppm. El análisis de P en las fases que tuvieron respuesta varía de 3.1 a 25.2 ppm. Si se considera el nivel crítico de 19 ppm. para P en este análisis, no hay correlación en las fases 3, 10 y 20 que tienen un resultado analítico de 21.3, 24.9 y 25.2 respectivamente.

La respuesta a K fué significativa únicamente para las fases 2, 6, 7, 9, 13, 15 y 22 que tienen un resultado analítico de 84, 108, 181, 161, 114, 73 y 71 ppm. respectivamente. Si se considera el nivel crítico de 120 ppm en este análisis, no correlacionan las fases 7 y 9.

La respuesta significativa a Ca y Mg se encontró únicamente en las fases 7 y 15, los resultados analíticos en ellas para calcio fueron de 13.10 y 10.82 Meq/100 ml., la fase 7 no correlaciona para un nivel crítico de 12 ppm.

En el caso del Mg, no correlacionaron ninguna de las dos fases, para un nivel crítico de 3 Meq/100 ml.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La respuesta es significativa a la aplicación de nitrógeno y fósforo, / algunas veces al potasio, / y otras de azufre; lo que no concuerda con GONZALEZ (5) quién dice: "que los niveles asimilables en lo que se refiere a extracción, no es de mayor significancia por efecto del cultivo continuado del algodón". No obstante lo anterior indica la necesidad de una investigación más profunda.
2. Se encuentra que el cultivo prolongado del algodón, si ha degradado los suelos, debiéndose circunscribirse dicho cultivo a las áreas de clase I y II (ver Cuadro No.1). Los suelos de la clase III, pueden dedicarse a este cultivo, pero observándose medidas de conservación de suelos, tales como elaboración y mantenimiento de acequías con talud protegido; cultivándose con los surcos orientados.
3. Se concluye que las áreas severamente erosionadas y que corresponden a la clase IV, (ver Cuadro No.1) no deben dedicarse a ningún cultivo anual, ya que manifiestan consecuencias graves de erosión. A esta conclusión llegó también GONZALEZ (5).
4. De acuerdo a la aplicación de nutrimentos se hace necesario la aplicación de N y P en las fases estudiadas, y en casos aislados de K y S.
5. Se recomienda que se haga por parte del Laboratorio del ICTA, un estudio más amplio de la correlación de los análisis de laboratorio a la respuesta de la aplicación de nutrimentos a los cultivos en el campo.
6. Para complementarse la evaluación de este trabajo, deben practicarse pruebas de campo, aplicando diferentes dosis de nitrógeno, de fósforo, de potasio, azufre para poder concluir recomendaciones valederas a los agricultores del área.

ANEXO "A"
CUADROS Y MAPA

CUADRO No. 1
PRINCIPALES CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS AREAS
DONDE SE TOMARON LAS MUESTRAS DE SUELO DE LAS
FASES ESTUDIADAS

Fase	Clase Textural Serie Ixtán-Arcilla	Pendiente	Clase de erosión hídrica	Permeabilidad
1	franco arcilloso	0 o/o — 2 o/o	moderadamente erosionada	lentamente permeable
2	franco arcilloso	2 o/o — 3 o/o	ligeramente erosionada	lentamente permeable
3	franco arcilloso	2 o/o — 3 o/o	moderadamente erosionada	lentamente permeable
4	franco arcilloso	2 o/o — 3 o/o	moderadamente severa	lentamente permeable
5	franco arcilloso	2 o/o — 3 o/o	severamente erosionada	muy lentam. permeable
6	franco arcilloso	3 o/o — 10 o/o	moderadamente severa	muy lentam. permeable
7	franco arcilloso	3 o/o — 10 o/o	severamente erosionada	muy lentam. permeable
8	franco arcilloso	3 o/o — 10 o/o	con cárcavas moderadas	" " "
9	franco arcilloso	3 o/o — 10 o/o	severamente erosionada con cárcavas	" " "
10	arcilloso	2 o/o — 3 o/o	erosión imperceptible	
11	arcilloso	2 o/o — 3 o/o	ligeramente erosionada	lentamente permeable
12	arcilloso	2 o/o — 3 o/o	moderadamente erosionada	lentamente permeable
13	arcilloso	2 o/o — 3 o/o	moderadamente severa	muy lentam. permeable
14	arcilloso	2 o/o — 3 o/o	severamente erosionada	" " "
15	arcilloso	2 o/o — 3 o/o	con cárcavas moderadas	" " "
16	arcilloso	3 o/o — 10 o/o	erosión imperceptible	permeable
17	arcilloso	3 o/o — 10 o/o	severamente erosionada	
18	arcilloso	3 o/o — 10 o/o	moderadamente erosionada	muy lentam. permeable
19	arcilloso	3 o/o — 10 o/o	severamente erosionada	" " "
20	arcilloso	3 o/o — 10 o/o	con cárcavas moderadas	" " "
21	arcilloso	3 o/o — 10 o/o	severamente erosionada con cárcavas	" " "

Fase	Clase Textural Serie Champerico	Pendiente	Clase de erosión hídrica	Permeabilidad
	arcilloso	2 o/o — 3 o/o	ligeramente erosionada	lentamente permeable.

Fuente: GONZALEZ, H. Efecto del cultivo del algodón en algunas características físicas y químicas de los suelos serie Ixtán-Arcilla. Tesis de Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. 1969.

CUADRO No. 2

RESULTADOS DE LA FIJACION DE FOSFORO p.p.m. agregadas de Fósforo

Fase	0	25	75	150	200	300	400	500	600	700	800
	p.p.m. extraídas de Fósforo										
1	9.0	13.9	23.2	47.0	58.5	64.0	M100	"	"	"	"
2	4.0	9.0	14.7	31.2	45.3	58.5	M100	"	"	"	"
3	17.5	22.3	31.2	50.0	60.0	77.5	M100	"	"	"	"
4	42.2	51.5	62.5	92.0	M100	"	"	"	"	"	"
5	13.0	18.4	28.7	45.3	58.5	74.0	M100	"	"	"	"
6	5.6	13.0	30.0	45.3	58.5	M100	"	"	"	"	"
7	2.8	5.0	11.3	26.3	34.9	48.5	M100	"	"	"	"
8	6.2	6.6	14.7	26.3	39.0	48.5	84.3	M100	"	"	"
9	2.3	5.6	12.3	27.5	37.5	55.0	M100	"	"	"	"
10	22.3	30.0	43.7	68.0	95.5	M100	"	"	"	"	"
11	22.3	31.2	48.5	68.0	84.3	M100	"	"	"	"	"
12	8.3	10.5	18.4	34.9	48.5	62.5	74.0	M100	"	"	"
13	6.2	9.0	17.5	31.2	45.3	56.7	M100	"	"	"	"
14	10.5	14.7	25.0	42.2	58.5	70.5	M100	"	"	"	"
15	2.8	4.0	8.3	19.4	31.2	45.3	87.5	M100	"	"	"
16	13.0	13.9	18.4	33.5	45.3	58.5	M100	"	"	"	"
17	20.3	23.2	34.9	55.0	74.0	95.5	M100	"	"	"	"
18	16.5	17.5	28.1	43.7	55.0	70.5	M100	"	"	"	"
19	5.6	8.3	15.6	31.2	43.7	58.5	M100	"	"	"	"
20	23.2	27.5	36.0	53.9	68.0	87.5	M100	"	"	"	"
21	4.5	5.6	11.3	23.2	36.0	50.0	M100	"	"	"	"
22	11.3	15.6	25.0	47.0	65.0	87.5	M100	"	"	"	"

Nota: M igual "mayor que"

CUADRO No. 3
RESULTADO DE LA FIJACION DE POTASIO EN LAS 22 MUESTRAS
p.p.m. agregadas de Potasio

	0.0	31.552	94.648	189.30	252.24	315.50	504.80	631.0	757.32	883.4	1009.6
Fase	p.p.m. extraídas de Potasio										
1	260	280	300	380	420	440	600	700	800	800	980
2	86	100	136	190	240	300	440	480	500	680	780
3	340	380	380	420	440	500	580	640	700	760	840
4	200	220	280	300	380	420	480	620	720	820	840
5	260	280	300	300	340	360	420	500	640	660	920
6	110	128	156	220	260	280	400	440	560	640	660
7	176	176	200	260	300	320	460	540	660	755	840
8	140	200	220	300	380	390	460	540	620	640	940
9	148	162	188	240	280	300	420	520	560	680	800
10	200	300	500	540	640	640	800	920	1040	1040	1120
11	200	280	300	300	320	340	560	600	660	680	920
12	116	132	164	200	260	300	420	520	580	700	840
13	98	114	144	176	220	240	380	440	500	600	760
14	280	560	600	600	620	700	840	860	1080	1080	1160
15	60	76	100	136	166	194	340	380	460	540	600
16	260	260	280	320	340	380	460	480	620	620	740
17	320	340	360	400	420	460	560	600	760	840	900
18	186	190	300	380	400	420	540	600	680	780	860
19	260	270	280	340	400	460	580	600	720	820	820
20	150	240	240	300	300	380	480	560	680	760	860
21	400	480	500	500	680	740	860	920	1000	1020	1100
22	60	74	98	148	180	260	380	460	580	680	760

CUADRO No. 4

FASE No. 1. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO

		p p.m.			Meq/100 g		
Trat.	p H	N	P	K	K	Ca	Mg
Suelo original							
	6.7	m16	9.8	260	0.66	14.90	3.05
	6.7	m16	9.8	280	0.71	16.20	3.40
Después de Aplicados los tratamientos							
C	7.0	M32	40.5	380		17.30	5.60
−N	6.9	m16	45.3	380		17.60	5.60
−P	7.3	M32	8.3	400		18.30	5.35
−K	7.4	M32	48.5	260		17.80	4.35
−Ca	7.3	M32	48.5	440		16.75	5.30
−Mg	7.2	M32	48.5	440		18.45	3.85
−S	7.4	M32	48.5	440		18.45	5.40
−Em	7.3	M32	48.5	400		17.25	4.70
T	6.9	16	10.5	240		16.50	3.85
Después del Corte							
C	6.1	m16	24.1	144		14.90	4.05
−N	7.3	m16	32.5	240		15.80	4.35
−P	6.8	16	9.8	200		16.15	5.25
−K	7.4	m16	24.1	42		15.25	4.45
−Ca	6.9	m16	27.5	148		14.40	3.85
−Mg	6.9	m16	26.3	190		15.50	4.50
−S	7.9	m16	26.3	200		15.90	3.75
−Em	7.8	m16	26.3	150		15.20	4.50
T	6.5	m16	10.5	200		15.10	3.85

M igual a mayor que
m igual a menor que

CUADRO No. 5

FASE No. 2 RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO

Trat.	p.H	N	p.p.m. P	K	K	Meq/100 g Ca	Mg
Suelo Original							
	6.0	m16	6.2	80	0.20	8.00	3.00
	6.0	m16	5.6	88	0.22	8.75	3.30

Después de Aplicados los Tratamientos

C	6.8	M 32	77.5	220		10.25	4.50
-N	6.5	16	84.3	220		10.50	4.85
-P	6.8	M32	9.8	220		10.50	4.75
-K	6.9	M32	87.5	100		11.80	5.10
-Ca	6.7	M32	M100.0	340		10.20	5.35
-Mg	6.5	M32	M100.0	260		12.15	3.20
-S	6.9	M32	100.0	280		11.80	5.05
-Em	7.2	M32	92.0	260		11.80	5.30
T	6.0	16	11.3	88		9.25	3.00

Después del Corte

C	6.4	m16	31.2	42		8.95	4.55
-N	6.5	m16	42.2	190		8.15	4.50
-P	6.2	32	8.3	240		10.60	4.20
-K	6.3	16	26.3	68		7.30	3.55
-Ca	6.3	m16	24.1	40		8.95	3.75
-Mg	6.2	16	36.0	170		9.30	3.20
-S	6.6	m16	34.9	130		9.50	3.85
-Em	6.5	16	31.2	200		9.50	4.10
T	5.7	m16	8.3	74		8.60	4.00

M = mayor que

M = menor que

CUADRO No. 6

FASE No. 3. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO

Trat.	p.H	N	p.p.m. P	K	K	Meq/100 g Ca	Mg
Suelo Original							
	7.0	m16	22.3	400	1.02	17.90	5.00
	7.0	m16	20.3	420	1.07	15.95	3.75
Después de Aplicados los tratamientos							
C	7.6	M32	60.0	540		17.45	6.05
-N	7.4	16	81.0	540		18.45	6.55
-P	7.6	M32	19.4	520		17.25	5.30
-K	7.8	M32	55.0	360		16.50	4.65
-Ca	7.5	M32	68.0	520		16.75	6.00
-Mg	7.3	M32	68.0	500		17.70	5.20
-S	7.7	M32	62.5	500		16.65	5.80
-Em	7.1	M32	77.5	500		15.20	4.85
T	7.7	16	18.4	460		21.50	7.00
Después del Corte							
C	7.0	m16	31.2	112		15.15	5.95
-N	7.4	m16	32.5	200		15.10	5.60
-P	7.2	16	16.5	280		15.45	6.45
-K	7.2	32	30.0	114		15.00	5.00
-Ca	7.1	16	36.0	158		15.20	5.15
-Mg	7.0	16	33.5	153		15.85	4.45
-S	7.3	m16	33.5	200		16.10	3.90
-Em	7.8	m16	28.7	136		14.35	5.20
T	7.3	m16	13.0	200		14.60	5.10

M = mayor que

m = menor que

CUADRO No. 7

FASE No. 4. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO

Trat. p.H	N	p.p.m. P	K	K	Meq/100 g Ca	Mg
Suelo Original						
6.3	16	47.0	240	0.61	14.50	3.95
6.2	16	51.5	220	0.56	15.30	3.75

Después de Aplicados los tratamientos

C 6.9	M32	58.5	420		15.60	5.55
-N 6.5	16	58.5	420		16.40	6.00
-P 6.9	M32	50.0	420		15.95	5.60
-K 7.1	M32	55.0	260		17.50	5.60
-Ca 6.7	M32	58.5	480		14.75	5.35
-Mg 7.4	M32	55.0	460		18.70	5.70
-S 7.4	M32	53.9	420		17.45	6.70
-Em 6.9	M32	50.0	220		15.45	5.55
T 6.7	16	53.9	400		18.50	5.40

Después del Corte

C 6.5	m16	40.5	66		13.90	4.95
-N 6.5	m16	45.3	260		14.40	4.55
-P 6.7	m16	40.5	78		14.00	5.40
-K 6.7	m16	47.0	120		14.10	5.20
-Ca 6.3	m16	40.5	186		13.90	4.80
-Mg 6.1	m16	40.5	156		14.65	4.80
-S 6.9	m16	40.5	260		14.25	4.55
-Em 6.5	m16	40.5	76		14.10	5.85
T 6.0	m16	37.5	158		13.80	4.45

M = Mayor que
m = menor que

CUADRO No. 8

FASE No. 5. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE
LABORATORIO

Trat.	p.H	N	p.p.m. P	K	K	Meq/100 g Ca	Mg
Suelo Original							
	7.0	16	17.5	220	0.56	14.00	3.00
	7.0	16	15.6	220	0.56	13.25	3.00
Después de Aplicados los tratamientos							
C	6.5	M32	50.0	240		15.10	5.65
-N	6.7	16	50.0	440		14.90	5.75
-P	6.8	M32	16.5	320		14.60	5.40
-K	6.6	M32	50.0	280		15.75	0.05
-Ca	6.7	M32	48.5	300		14.40	5.70
-Mg	6.7	M32	50.0	320		15.60	5.55
-S	6.7	M32	51.5	320		16.35	4.55
-Em	6.6	M32	51.5	340		16.75	5.75
T	6.2	16	14.7	200		14.50	5.60
Después del Corte							
C	7.2	16	26.3	60		12.85	4.25
-N	7.8	m16	31.2	280		13.10	4.05
-P	7.3	m16	9.8	260		13.80	4.60
-K	7.2	m16	26.3	68		12.20	4.15
-Ca	6.8	m16	26.3	200		11.95	4.95
-Mg	6.7	m16	30.0	102		12.50	9.15
-S	7.7	m16	30.0	160		11.75	4.85
-Em	7.3	m16	30.0	154		12.75	5.00
T	7.2	m16	13.9	148		12.75	3.75

M = Mayor que

m = menor que

CUADRO No. 9

FASE No. 6. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO

Trat.	p.H	N	p.p.m. P	K	K	Meq/100 g Ca	Mg
Suelo Original							
	6.3	m 16	3.4	106	0.27	14.20	2.95
	6.4	m 16	3.4	110	0.28	14.60	4.30
Después de aplicados los Tratamientos							
C	6.7	M32	31.2	200		16.65	6.80
-N	7.4	16	33.5	200		15.90	7.10
-P	7.0	M32	6.2	200		15.50	6.50
-K	7.5	M32	28.7	120		15.15	6.50
-Ca	7.8	M32	31.2	200		14.10	5.90
-Mg	7.2	M32	34.9	200		15.75	5.25
-S	7.2	M32	34.9	200		15.40	5.60
-Em	6.9	M32	32.5	200		16.35	5.90
T	6.4	16	5.6	100		15.40	5.45
Después del Corte							
C	6.2	m16	12.3	28		13.40	5.20
-N	6.4	m16	16.5	150		13.60	5.00
-P	5.5	16	4.5	158		12.75	3.55
-K	5.9	m16	10.5	20		13.10	4.35
-Ca	6.2	m16	10.5	46		10.90	4.00
-Mg	6.1	m16	11.3	36		12.90	3.65
-S	6.3	m16	12.3	38		13.70	3.60
-Em	5.5	m16	4.5	88		13.70	3.65
T	6.2	m16	3.4	80		13.60	3.65

M = Mayor que

M = Menor que

CUADRO No. 10

FASE No. 7. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO

Trat.	p.H	N	p.p.m.	K	K	Meq/100 g	
			P			Ca	Mg
Suelo Original							
	6.9	m16	2.8	180	0.46	13.25	3.25
	6.8	m16	3.4	182	0.46	12.95	3.65
Después de Aplicados los Tratamientos							
C	7.4	M32	77.5	260		13.00	4.95
-N	7.1	16	74.0	280		14.10	5.30
-P	7.6	M32	5.0	280		14.70	5.80
-K	7.5	M32	87.5	180		13.75	6.55
-Ca	7.4	M32	87.5	260		11.90	4.60
-Mg	7.2	M32	84.3	260		14.50	4.20
-S	7.6	M32	84.3	280		14.00	5.25
-Em	7.5	M32	84.3	260		12.80	4.45
T	6.4	16	2.8	174		12.70	5.15
Después del Corte							
C	7.0	m16	36.0	166		12.65	4.10
-N	7.1	m16	33.5	180		12.10	5.40
-P	6.8	16	3.4	200		12.40	3.20
-K	7.1	m16	39.0	30		10.90	4.30
-Ca	6.8	16	50.0	200		11.35	4.35
-Mg	7.3	m16	40.5	112		11.60	2.90
-S	7.0	16	47.0	200		11.65	4.20
-Em	7.1	16	47.0	200		13.20	4.85
T	7.1	16	4.0	142		12.45	3.40

M = Mayor que
m = menor que

CUADRO No. 11
FASE No. 8. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE
LABORATORIO

Trat.	p.H	N	p.p.m. P	K	K	Meq/100 g Ca	Mg
Suelo Original							
	6.7	m16	5.6	200	0.51	14.85	3.25
	7.4	m16	6.2	200	0.51	14.85	2.50

Después de Aplicados los Tratamientos

C	7.1	M32	74.0	320		14.90	5.40
-N	6.7	m16	87.5	300		14.35	5.00
-P	7.0	M32	8.3	320		16.45	4.80
-K	7.3	M32	84.3	400		15.40	5.55
-Ca	7.1	M32	95.5	240		13.60	4.90
-Mg	7.0	M32	84.3	240		14.30	4.25
-S	7.3	M32	87.5	380		13.90	5.25
-Em	7.1	M32	87.5	440		14.60	5.65
T	6.5	m16	7.4	240		12.90	3.50

Después del Corte

C	7.2	m16	40.5	200		12.90	4.00
-N	7.4	m16	55.0	200		13.20	7.05
-P	6.8	16	6.1	200		13.70	3.10
-K	7.2	m16	40.5	80		13.15	4.85
-Ca	7.1	m16	37.5	112		11.75	4.95
-Mg	7.1	m16	48.5	200		13.40	3.50
-S	7.5	m16	45.3	180		12.80	4.10
-Em	7.2	m16	55.0	160		13.10	4.60
T	7.0	16	5.0	166		14.10	5.05

M = Mayor que
m = menor que

CUADRO No. 12

FASE No. 9. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO

Trat.	p.H	N	p.p.m. P	K	K	Meq/100 g Ca	Mg
Suelo Oiriginal							
	6.4	m16	3.4	162	0.41	12.15	2.30
	6.8	m16	3.4	160	0.41	12.15	2.95
Después de Aplicados los Tratamientos							
C	7.2	M32	51.5	340		13.15	4.35
-N	6.9	m16	53.9	280		12.10	4.25
-P	7.3	M32	6.2	300		12.30	4.35
-K	7.3	M32	58.5	200		13.30	3.90
-Ca	7.0	M32	51.5	360		11.90	5.60
-Mg	6.8	M32	62.5	300		11.60	3.35
-S	7.2	M32	56.7	300		12.00	4.45
-Em	7.5	M32	58.5	260		10.90	3.55
T	6.6	m16	5.6	142		10.75	3.30
Después del Corte							
C	7.0	m16	23.1	42		10.45	2.55
-N	7.6	m16	36.0	200		10.70	4.05
-P	6.9	16	5.0	200		11.50	2.90
-K	7.0	16	33.5	102		11.45	3.25
-Ca	7.3	m16	28.7	120		10.30	2.90
-Mg	7.0	m16	28.7	28		10.50	3.55
-S	7.4	16	30.0	140		11.10	2.90
-Em	7.1	m16	32.5	30		9.90	3.60
T	7.0	m16	5.6	90		11.00	3.65

M = Mayor que

m = menor que

CUADRO No. 13

FASE No. 10. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO

Trat.	p.H	N	p.p.m. P	K	K	Meq/100 g Ca	Mg
Suelo Original							
	7.1	m16	22.3	480	1.22	18.50	4.15
	7.2	m16	27.5	460	1.17	18.90	3.95
Después de Aplicados los Tratamientos							
C	7.7	M32	60.0	560		20.00	5.75
-N	7.2	m16	56.7	500		18.00	5.00
-P	7.7	M32	23.2	540		19.15	5.45
-K	7.9	M32	62.5	400		19.00	7.60
-Ca	7.6	M32	68.0	580		18.40	5.10
-Mg	7.4	M32	62.5	560		19.25	4.60
-S	7.6	M32	68.0	580		20.60	6.10
-Em	7.8	M32	62.5	580		19.75	5.85
T	7.1	16	30.0	400		19.60	5.00
Después del Corte							
C	7.4	16	45.3	260		17.80	3.55
-N	7.9	m16	50.0	200		17.80	4.35
-P	7.6	m16	22.3	200		17.90	5.00
-K	7.6	m16	45.3	138		18.40	4.05
-Ca	7.5	m16	42.2	132		17.60	4.10
-Mg	7.5	m16	47.0	192		18.75	3.75
-S	7.6	m16	48.5	200		18.00	5.10
-Em	7.8	m16	37.5	200		17.05	5.15
T	7.7	m16	23.2	200		17.70	3.90

M = Mayor que
m = menor que

CUADRO No. 14

FASE No. 11. RESULTADOS DEL ANALISIS DE LABORATORIO

Trat.	p.H	N	p.p.m. P	K	K	Meq/100 g Ca	Mg
Suelo Original							
	7.1	m16	16.5	300	0.76	18.75	6.80
	7.1	16	17.5	240	0.61	18.50	4.35

Después de Aplicados los tratamientos

C	7.5	M32	36.0	380		19.60	5.40
-N	7.2	16	37.5	360		18.50	4.90
-P	7.7	M32	13.0	380		19.75	6.70
-K	7.7	M32	42.2	240		19.60	6.55
-Ca	7.8	M32	45.3	380		17.90	4.80
-Mg	7.4	M32	43.7	380		19.40	5.60
-S	7.8	M32	43.7	360		19.40	6.75
-Em	7.8	M32	48.5	360		19.20	6.50
T	7.4	16	19.4	200		18.15	5.45

Después del corte

C	7.5	m16	19.4	166		15.15	4.85
-N	7.8	m16	26.3	300		17.40	4.80
-P	7.4	16	12.3	300		17.10	4.15
-K	7.5	16	22.3	140		16.45	4.05
-Ca	7.4	16	23.2	220		15.80	4.20
-Mg	7.7	m16	20.3	92		17.25	3.50
-S	7.7	m16	21.3	176		15.15	4.35
-Em	7.8	m16	20.3	220		17.20	5.05
T	7.6	m16	8.3	162		17.20	3.85

M = Mayor que
m = menor que

CUADRO No. 15

FASE No. 12. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO

Trat.	p.H	N	p.p.m. P	K	K	Meq/100 g Ca	Mg
Suelo Original							
	6.6	m16	11.3	132	0.33	12.00	3.35
	6.5	16	11.3	124	0.31	10.60	3.95

Después de Aplicados los Tratamientos

C	7.2	M32	62.5	220		12.65	5.70
-N	7.0	16	60.0	200		12.30	4.80
-P	7.4	M32	9.8	200		12.30	5.45
-K	7.5	M32	68.0	130		13.35	5.85
-Ca	7.3	M32	74.0	200		11.75	4.90
-Mg	7.0	M32	74.0	300		13.25	4.20
-S	7.3	M32	74.0	260		13.60	5.15
-Em	7.3	M32	77.5	300		13.50	6.25
T	6.8	16	12.3	112		11.75	5.10

Después del Corte

C	7.2	m16	25.0	38		9.95	4.95
-N	7.5	m16	28.7	162		10.00	4.75
-P	7.0	16	2.8	160		11.80	4.10
-K	7.0	m16	20.3	76		10.90	4.35
-Ca	6.9	m16	26.3	36		9.80	3.85
-Mg	7.3	m16	27.5	68		11.30	3.55
-S	7.5	m16	30.0	58		11.00	5.05
-Em	7.4	m16	27.5	196		11.00	4.95
T	7.2	m16	2.8	184		10.45	2.80

M = Mayor que
m = menor que

CUADRO No. 16

FASE No. 13. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO

Trat.	p.H	N	p.p.m. P	K	K	Meq/100 g Ca	Mg
Suelo Original							
	6.9	m16	9.8	120	0.30	13.45	3.20
	6.8	m16	9.8	108	0.27	12.80	3.55

Después de Aplicados los Tratamientos

C	7.4	M32	58.5	200		13.50	4.35
-N	7.0	m16	70.5	192		13.40	3.50
-P	7.6	M32	12.3	194		11.10	3.90
-K	7.7	M32	70.5	100		13.30	4.55
-Ca	7.0	M32	62.5	180		12.90	4.60
-Mg	7.1	M32	60.0	172		13.90	3.85
-S	7.5	M32	62.5	170		13.30	5.45
-Em	7.4	M32	60.0	160		12.50	4.30
T	6.7	16	10.5	78		12.35	4.00

Después del Corte

C	7.3	m16	21.3	56		11.75	4.45
-N	7.5	m16	30.0	160		11.40	5.45
-P	7.1	16	2.3	158		12.10	4.35
-K	7.4	m16	26.3	26		13.15	3.70
-Ca	7.3	m16	21.3	184		12.60	3.90
-Mg	7.3	m16	20.3	68		12.45	2.25
-S	7.4	m16	23.2	44		13.15	3.90
-Em	7.4	m16	22.3	34		12.45	4.20
T	7.1	m16	1.7	84		12.00	3.45

M = Mayor que
m = menor que

CUADRO No. 17

FASE No. 14. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO

Trat.	p.H	N	p.p.m. P	K	K	Meq/100 g Ca	Mg
Suelo Original							
	6.7	m16	12.3	520	1.32	13.80	2.50
	6.7	m16	13.0	500	1.27	12.25	2.30
Después de Aplicados los Tratamientos							
C	7.2	M32	56.7	580		13.60	3.40
—N	7.0	m16	62.5	600		14.50	4.40
—P	7.4	M32	13.9	600		14.35	5.65
—K	7.4	M32	58.5	520		15.10	5.15
—Ca	7.2	M32	62.5	600		12.90	5.35
—Mg	7.2	M32	62.5	660		14.75	5.25
—S	7.3	M32	62.5	640		14.75	5.25
—Em	7.2	M32	62.5	640		15.40	4.90
T	6.9	m16	13.0	460		14.00	4.75
Después del Corte							
C	6.9	m16	19.4	146		12.70	3.85
—N	7.2	m16	30.0	380		12.85	3.65
—P	6.9	16	4.5	460		12.90	3.70
—K	7.0	m16	23.2	240		12.70	3.40
—Ca	6.5	m16	22.3	200		12.90	4.25
—Mg	6.7	m16	27.5	340		12.30	3.40
—S	6.9	m16	24.1	280		12.50	3.95
—Em	7.1	m16	25.0	240		13.20	10.00
T	6.7	m16	4.5	360		12.75	3.00

M = Mayor que

m = menor que

CUADRO No. 18

FASE No. 15. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO

Trat.	p.H	N	p.p.m. P	K	K	Meq/100 g Ca	Mg
Suelo Original							
	6.7	m16	7.4	70	0.17	10.30	4.30
	6.7	m16	4.5	76	0.19	11.35	4.20
Después de Aplicados los Tratamientos							
C	7.2	M32	74.0	166		11.25	6.15
-N	6.9	m16	77.5	138		10.00	5.00
-P	7.4	M32	7.4	148		10.60	5.50
-K	7.4	M32	68.0	60		10.10	5.20
-Ca	7.5	M32	70.5	158		9.60	5.60
-Mg	7.0	M32	70.5	158		11.20	4.90
-S	7.5	M32	58.5	186		12.40	6.45
-Em	7.4	M32	65.0	174		12.25	6.35
T	6.5	m16	7.4	58		9.15	5.10
Después del Corte							
C	6.5	16	24.1	92		9.75	4.95
-N	7.2	m16	36.0	130		9.60	5.40
-P	6.7	16	3.4	138		10.20	5.55
-K	7.8	m16	27.5	36		10.00	4.90
-Ca	6.5	16	32.5	104		9.60	4.60
-Mg	6.5	m16	37.5	114		10.70	4.10
-S	6.8	16	34.9	84		10.15	5.70
-Em	6.5	m16	2.8	22		9.05	5.55
T	6.4	m16	0.6	44		9.35	5.00

M = Mayor que
m = menor que

CUADRO No. 19

FASE No. 16. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO

Trat.	p.H	N	p.p.m. P	K	K	Meq/100 g Ca	Mg
En el Suelo Original							
	6.8	16	5.6	220	0.56	11.25	3.95
	6.8	16	8.3	260	0.66	13.40	5.20
Después de Aplicados los Tratamientos							
C	7.2	M32	84.3	360		14.25	7.30
-N	7.0	16	M100.0	320		14.10	6.55
-P	7.4	M32	13.0	320		12.90	6.70
-K	7.8	M32	92.0	220		14.80	6.95
-Ca	7.3	M32	68.0	320		12.00	5.60
-Mg	7.2	M32	70.5	320		14.25	5.15
-S	7.6	M32	81.0	200		13.80	6.20
-Em	7.4	M32	65.0	200		13.10	5.25
T	6.6	16	13.0	200		12.00	5.90
Después del Corte							
C	6.9	m16	32.5	62		13.95	6.65
-N	7.5	m16	53.9	240		13.80	5.45
-P	7.2	16	6.7	260		12.70	5.95
-K	7.3	m16	34.8	400		12.85	5.75
-Ca	7.0	m16	36.0	66		11.90	5.15
-Mg	7.0	m16	32.5	64		12.45	5.20
-S	7.3	m16	40.5	200		12.80	5.50
-Em	7.5	m16	34.9	88		12.60	5.15
T	7.0	m16	4.5	164		12.40	5.25

M = Mayor que
m = menor que

CUADRO No. 20

FASE No. 17. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO

Trat.	p.H	N	p.p.m. P	K	K	Meq/100 g Ca	Mg
En el Suelo Original							
	7.7	m16	16.5	380	0.97	24.20	2.90
	8.9	16	18.4	380	0.97	23.90	2.65
Después de Aplicados los Tratamientos							
C	8.2	M32	58.5	400		22.60	4.70
-N	7.9	16	60.0	400		23.50	5.00
-P	8.2	M32	23.2	400		23.50	4.55
-K	8.4	M32	51.0	340		24.40	5.45
-Ca	8.3	M32	65.0	980		22.60	5.20
-Mg	8.0	M32	68.0	480		23.45	2.15
-S	8.2	M32	60.0	460		23.60	5.05
-Em	8.3	M32	60.0	420		23.20	2.20
T	7.9	16	13.9	340		24.50	4.20
Después del Corte							
C	7.6	m16	37.5	156		22.10	3.45
-N	7.9	m16	40.5	280		22.20	3.80
-P	7.3	16	17.5	360		23.20	3.35
-K	8.1	m16	37.5	84		22.30	3.30
-Ca	7.5	16	42.2	200		21.45	3.10
-Mg	7.9	16	29.0	140		22.25	2.40
-S	8.2	m16	37.5	194		22.25	3.20
-Em	8.2	m16	26.3	200		22.45	3.15
T	8.1	m16	14.7	220		22.00	3.35

M = Mayor que
m = menor que

CUADRO No. 21

FASE No. 18. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO

Trat.	p.H	N	p.p.m.		Meq/100 g		
			P	K	Ca	Mg	
En el Suelo Original							
	6.5	16	14.7	240	0.61	13.20	5.05
	6.4	16	13.9	240	0.61	13.40	4.35
Después de Aplicados los Tratamientos							
C	7.0	M32	77.5	420		15.10	6.50
—N	6.7	16	53.9	280		5.00	6.15
—P	7.0	M32	13.9	420		15.10	6.80
—K	7.3	M32	51.5	280		13.95	6.05
—Ca	7.0	M32	53.9	340		12.70	5.80
—Mg	6.8	M32	51.5	380		13.35	5.00
—S	7.1	M32	56.7	360		14.05	4.70
—Em	7.1	M32	50.0	300		11.45	4.65
T	6.5	16	15.6	240		13.10	6.65
Después del Corte							
C	6.6	m16	19.4	106		12.10	5.05
—N	6.7	m16	27.5	200		12.25	4.90
—P	6.7	16	18.4	200		12.60	5.90
—K	7.1	m16	22.3	44		12.40	5.50
—Ca	6.7	m16	20.3	46		11.50	4.95
—Mg	6.3	m16	21.3	118		12.20	4.50
—S	6.8	m16	26.3	148		11.60	3.60
—Em	7.0	m16	23.2	82		12.70	5.45
T	6.5	m16	12.3	138		13.35	5.15

M = Mayor que

m = menor que

CUADRO No. 22

FASE No. 19. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO

Trat.	p.H	N	p.p.m. P	K	K	Meq/100 g Ca	Mg
En el Suelo Original							
	6.4	m16	5.0	200	0.51	11.30	3.70
	6.4	m16	4.5	200	0.51	9.50	3.50
Después de Aplicados los tratamientos							
C	6.9	M32	65.0	400		12.80	5.70
-N	6.7	16	77.5	360		12.15	5.10
-P	7.1	M32	8.3	380		12.90	5.70
-K	7.3	M32	84.3	240		12.90	5.45
-Ca	6.9	M32	84.3	400		11.25	4.95
-Mg	6.8	M32	77.5	360		11.20	4.00
-S	7.1	M32	77.5	340		11.45	5.55
-Em	7.0	M32	70.5	340		10.90	5.60
T	6.4	m16	8.3	200		10.30	10.5
Después del Corte							
C	6.8	16	30.0	200		10.60	3.50
-N	7.0	m16	40.5	200		10.65	5.60
-P	6.2	16	5.6	240		11.10	3.40
-K	6.3	m16	26.3	120		10.65	5.60
-Ca	6.2	m16	26.3	184		9.25	5.00
-Mg	6.5	m16	30.0	100		9.90	3.45
-S	6.7	m16	37.5	176		10.65	4.90
-Em	6.2	m16	27.5	116		10.15	4.60
-T	6.2	m16	5.0	132		10.20	3.80

M = mayor que

M = menor que

CUADRO No. 23

FASE No. 20. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO

Trat.	p.H	N	p.p.m. P	K	K	Meq/100 g Ca	Mg
En el Suelo Original							
	6.7	m16	24.1	200	0.51	11.20	3.80
	6.7	m16	26.3	200	0.51	11.65	3.00
Después de Aplicados los Tratamientos							
C	7.2	M32	56.7	380		11.90	6.25
-N	7.0	m16	51.5	340		12.25	4.90
-P	7.3	M32	25.0	400		12.65	5.05
-K	7.5	M32	53.9	220		12.45	4.85
-Ca	7.2	M32	62.5	380		12.40	4.90
-Mg	7.1	M32	62.5	380		13.50	4.30
-S	7.4	M32	58.5	360		12.65	4.90
-Em	7.4	M32	62.0	360		13.25	4.70
T	6.8	m16	27.5	220		11.40	3.95
Después del Corte							
C	6.4	m16	33.5	120		11.40	3.85
-N	6.9	m16	42.2	190		11.30	4.30
-P	6.6	16	23.2	168		11.25	4.35
-K	6.8	m16	36.0	60		11.00	4.60
-Ca	6.2	m16	34.9	134		10.45	4.00
-Mg	6.3	m16	34.9	156		11.50	3.20
-S	7.5	m16	36.0	200		11.20	3.65
-Em	6.6	m16	34.9	194		10.15	4.10
T	6.5	m16	24.1	160		10.60	3.75

M = Mayor que
m = menor que

CUADRO No. 24

FASE No. 21. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO

Trat.	p.H.	N	p.p.m. P	K	K	Meq/100 g Ca	Mg
En el Suelo Original							
	7.2	m16	4.5	540	1.38	9.80	2.20
	7.3	m16	2.8	540	1.38	11.10	4.05
Después de Aplicados los Tratamientos							
C	7.8	M32	77.5	640		11.75	4.50
-N	7.6	m 16	77.5	620		12.15	4.85
-P	8.0	M32	4.5	780		13.20	4.80
-K	8.0	M32	84.3	600		13.10	5.35
-Ca	7.9	M32	87.5	740		11.60	5.05
-Mg	7.5	M32	100	760		14.20	4.05
-S	7.8	M32	M100	740		14.70	5.80
-Em	7.8	M32	M100	660		11.15	4.85
T	7.6	16	7.4	560		11.50	4.25
Después del Corte							
C	7.5	m16	43.7	500		11.50	5.00
-N	7.3	16	2.8	500		11.65	4.60
-P	7.3	m16	33.5	300		10.40	4.95
-K	6.8	16	28.7	300		9.00	4.25
-Ca	6.9	m16	27.5	240		10.00	13.10
-Mg	7.4	m16	37.5	360		9.90	4.35
-S	7.1	16	47.0	400		10.60	3.85
-Em	6.8	m16	37.5	300		9.85	4.45
T	7.4	m16	6.2	380		9.70	3.55

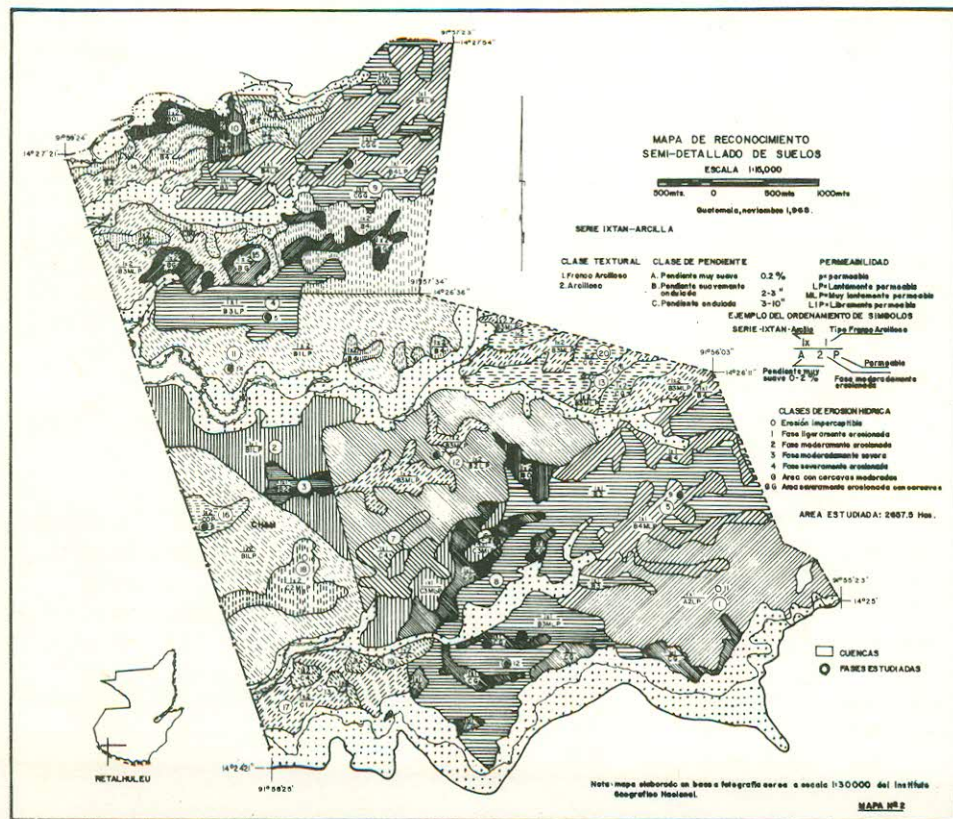
M = Mayor que

m = menor que

CUADRO No. 25
SERIE CHAMPERICO. RESULTADOS DE LOS ANALISIS
DE LABORATORIO

Trat.	p.H	N	p.p.m. P	K	K	Meq/100 g Ca	Mg
En el Suelo Original							
	6.5	m16	9.0	72	0.18	7.10	2.70
	6.8	m16	11.3	70	0.18	7.45	2.50
Después de Aplicados los Tratamientos							
C	7.2	M32	48.5	184		8.10	4.50
-N	6.9	m16	48.5	170		8.10	3.35
-P	7.4	M32	11.3	184		8.50	4.70
-K	7.5	M32	51.5	64		8.50	3.10
-Ca	7.2	M32	55.0	188		7.40	3.60
-Mg	7.0	M32	55.0	184		8.50	2.65
-S	7.1	M32	53.9	180		9.60	1.60
-Em	7.5	M32	65.0	200		7.85	5.50
T	6.5	16	14.7	60		7.60	2.75
Después del Corte							
C	7.1	m16	25.0	62		6.90	4.95
-N	6.9	m16	32.5	90		6.80	3.20
-P	6.5	16	7.4	112		7.20	3.15
-K	7.0	m16	20.3	18		6.60	3.40
-Ca	6.8	m16	21.3	34		6.10	3.15
-Mg	6.4	m16	24.1	70		6.80	2.50
-S	6.5	16	25.0	74		6.40	3.60
-Em	6.6	16	27.5	72		6.40	3.60
T	6.5	m16	8.3	38		6.20	2.45

M = Mayor que
m = menor que



BIBLIOGRAFIA

1. BROLO, J.C. Método de análisis de rutina para las muestras de los agricultores en el laboratorio de suelos. Guatemala. Ministerio de Agricultura. 1970. 10 p. (mimeografiado).
2. CATE, R.B. y NELSON, L.A. Un método rápido para ensayos de fertilizantes. Raleigh, N.C. Universidad estatal de Carolina del Norte. International Soil Testing. Technical Bulletin No. 1. 1965. 23 p.
3. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. Guatemala en Cifras. 1966.
4. FITTS, J.W. Et al. Evaluación de la fertilidad del suelo en América Latina, análisis de suelos y plantas. Raleigh, N.C. Universidad Estatal de Carolina del Norte. International Soil Testing. Technical Bulletin No. 2 1965. 63p.
5. GONZALEZ, H. Efecto del cultivo del algodón en algunas características físicas y Químicas de los suelos serie Ixtán Arcilla. Tesis de Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 1969. 73p.
6. MARTINI, J.A. Guía para la investigación de el abonamiento del frijol para el PCCMCA 1968. Publicación miscelánea No. 53. Turrialba, Costa Rica. IICA/CEI. 1968. 28p.
7. MAZARIEGOS, F.J. Fertilizantes y Fertilización. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Digesa, Deptó. de suelos. 1972. 21p.
8. RANERO, J.R. Observaciones y mejoramiento en los métodos de montar ensayos de correlación entre la respuesta vegetal y la aplicación de nutrientes en el invernadero. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Digesa, Depto. de Edafología, 1972.

16p. (inédito).

9. RANERO, J.R. Estudio de correlación de un Método Analítico para la determinación de Azufre y de la repuesta a la aplicación de ese elemento en 25 suelos de Guatemala. Tesis de Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1974. 37p.
10. SIMMONS, C.S., TARAMO, J.M. y PINTO, J.H. Clasificación de reconocimiento de suelos de la República de Guatemala. Guatemala. Ministerio de Educación Pública. Editorial José de Pineda Ibarra. 1959. 1000p.
11. SNEDECOR, G.W. Métodos estadísticos; su aplicación a experimentos en agricultura y biología. Buenos Aires, Argentina. A.C.M.E. Agency. 1948. 557p.
12. VELA, M. Curso de Edafología II. Guatemala, Cooperativa AEA. Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. 1968. 89p.
13. WAUGH, D.L. y FITTS, J.W. Estudios de interpretación de Análisis de Suelos: laboratorio y macetas. Raleigh, N.C. Universidad Estatal de Carolina del Norte, Technical Bulletin No. 3. 1966. 36p.

Vo. Bo.


M. Enrique Chávez Z.
Biblioteca Central.

