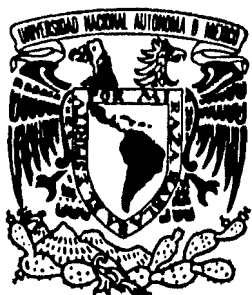


59  
24



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"CUAUTITLAN"

ENSAYO DE FERTILIZACION DE NARANJA Citrus  
Sinensis (L.) OSBECK VARIEDAD VALENCIA,  
BASADO EN EL DIAGNOSTICO NUTRI-  
CIONAL POR MEDIO DEL EQUILIBRIO  
FISIOLOGICO EN EL MUNICIPIO  
DE TIHUATLAN, VERACRUZ

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**INGENIERO AGRICOLA**  
P R E S E N T A :  
JESUS MARIA VACA ESPINO

**DIRECTOR DE TESIS**  
**M. EN C. CARLOS ORLANDO DE LA TEJA A.**

Cuautitlán Izcalli, Méx.

1986



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# I N D I C E

I.- RESUMEN -----	1
II.- INTRODUCCION -----	2
III.- OBJETIVOS -----	4
IV.- REVISION DE LITERATURA -----	5
4.1.-CARACTERISTICAS GENERALES DE CLIMA Y SUELO PARA- EL DESARROLLO DE CITRICOS -----	7
4.1.1 CLIMA -----	7
4.1.2 SUELOS -----	7
4.2.-SINTOMAS DE DEFICIENCIAS DE ELEMENTOS NUTRITIVOS EN LOS CITRICOS.-----	9
4.2.1 DEFICIENCIA DE NITROGENO -----	9
4.2.2 DEFICIENCIA DE FOSFORO -----	14
4.2.3 DEFICIENCIA DE POTASIO -----	15
4.2.4 DEFICIENCIA DE CALCIO -----	17
4.2.5 DEFICIENCIA DE MAGNESIO -----	18
4.2.6 DEFICIENCIA DE FIERRO -----	20
4.2.7 DEFICIENCIA DE MANGANESO -----	22
4.2.8 DEFICIENCIA DE ZINC -----	23
4.2.9 DEFICIENCIA DE COBRE -----	25
4.3.-EFECTOS MAS COMUNES ENTRE PARES DE ELEMENTOS----	26
4.3.1 EJEMPLOS DE EFECTOS MAS COMUNES ENTRE PA-- RES DE ELEMENTOS EN CITRICOS -----	27
4.4.-DIAGNOSTICO NUTRICIONAL -----	30
4.4.1 ANALISIS FOLIAR -----	30
4.4.2 UTILIDADES Y LIMITACIONES DEL ANALISIS FO- LIAR -----	31

4.4.3	INTERPRETACION DEL ANALISIS FOLIAR -----	35
4.4.3.1	VALORES CRITICOS Y VALORES PROMEDIO--	35
4.4.3.2	EQUILIBRIO FISIOLOGICO -----	36
4.5	CORRECCION DE DEFICIENCIAS -----	40
4.5.1	FERTILIZACION FOLIAR -----	40
4.5.1.1	MAGNESIO -----	40
4.5.1.2	FIERRO -----	41
4.5.1.3	MANGANESO -----	41
4.5.1.4	ZINC -----	42
4.5.1.5	COBRE -----	43
4.5.2	FERTILIZACION EN SUELOS -----	46
V.-	MATERIALES Y METODOS -----	53
5.1	CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO ---	53
5.1.1	LOCALIZACION -----	53
5.1.2	CLIMA -----	53
5.1.3	GEOLOGIA -----	53
5.1.4	SUELOS -----	57
5.1.5	HIDROLOGIA -----	58
5.1.6	USO DEL SUELO -----	58
5.2	CARACTERIZACION GENERAL DEL SUELO DE LA ZONA DE ES- TUDIO -----	58
5.2.1	MUESTREO Y PREPARACION DE LAS MUESTRAS DE SUE- LO -----	59
5.2.2	ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL SUELO -----	63
5.3	CONTENIDO DE NUTRIENTES EN EL SUELO EN FORMA DISPO- NIBLE PARA LAS PLANTAS -----	63

5.3.1	NITROGENO TOTAL -----	63
5.3.2	POSFORO DISPONIBLE -----	64
5.3.3	POTASIO FACILMENTE INTERCAMBIABLE -----	64
5.3.4	CALCIO Y MAGNESIO -----	64
5.3.5	MICRONUTRIENTES Fe, Mn y Zn -----	64
5.4	DIAGNOSTICO DE LAS CONDICIONES NUTRICIONALES DEL -- DEL CULTIVO -----	65
5.4.1	OBSERVACIONES DE CAMPO -----	65
5.4.2	ANALISIS QUIMICO FOLIAR -----	66
5.4.2.1	MUESTREO DE HOJAS -----	66
5.4.2.2	PREPARACION DE LAS MUESTRAS DE HOJAS-----	67
5.4.2.3	ANALISIS FOLIAR -----	69
5.4.3	INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS DE LOS ANALI SIS FOLIARES -----	70
5.5	ENSAYO DE FERTILIZACION -----	75
5.5.1	TRATAMIENTOS -----	77
5.5.2	MATERIALES FERTILIZANTES -----	79
5.5.3	METODO DE APLICACION -----	79
VI.-	RESULTADOS Y DISCUSION-----	80
6.1	ASPECTO GENERAL DEL HUERTO -----	80
6.1.1	ANALISIS DEL SUELO -----	81
6.2	RESULTADOS DEL ANALISIS FOLIAR INICIAL -----	87
6.3	RESULTADOS DE PRODUCTIVIDAD EN EL ENSAYO DE FERTILI ZACION -----	93
VII.-	CONCLUSIONES -----	100

7.1 RECOMENDACIONES -----	102
VIII.- BIBLIOGRAFIA -----	104
IX.- ANEXOS -----	109

## R E S U M E N

El presente trabajo, es un estudio realizado con el fin de proporcionar a los productores de cultivos cítricos, las principales técnicas de manejo en cuanto a la fertilización más adecuada, de acuerdo a las necesidades reales de nutrimentos.

Esperando que de alguna manera ayude a los citricultores a incorporar los huertos en mal estado a la producción y a los huertos en producción aumentar su cantidad y calidad de fruto.

Existen diversas formas de detectar deficiencias nutricionales en el cultivo de la naranja, las utilizadas en éste estudio son análisis de suelo, valores críticos expresados en porcentaje de materia seca, equilibrio fisiológico y la observación directa que en conjunto nos dan datos fidedignos de las condiciones del huerto.

## II.- INTRODUCCION

La situación actual del cultivo de los cítricos en México, se refleja en los datos definitivos del quinquenio 1974-1978, - los cuales indican que en el país se han cosechado un promedio de 163 499 hectáreas de cítricos.

Tal superficie, se localiza en las siguientes principales entidades señaladas en orden decreciente de importancia:

En primer lugar, aparece Veracruz con el 40.0% del total nacional; le siguen, Nuevo León con el 27.5%, Tamaulipas con el 9.7% y San Luis Potosí con el 7.6%, en conjunto las cuatro entidades alcanzan el 85.8% de la superficie total cosechada en el país.

Por otra parte, al analizar el comportamiento de la producción naranjera en México, expuesto en el citado quinquenio, encontramos que en promedio ascendió a 1 716 433 toneladas; de éstas el estado de Veracruz aportó el 39.8%, Nuevo León el 24.6%, Tamaulipas el 11.5% y San Luis Potosí el 8.1%

Se ha observado que en la zona de Tihuatlán, Veracruz las aplicaciones de fertilizantes se hacen sin considerar las necesidades reales de los árboles, sino en base a experiencias ante



riores de sitios en donde se hicieron aplicaciones de ciertos fertilizantes y se obtuvieron buenos resultados, trayendo como consecuencia la utilización persistente del mismo fertilizante, sin tomar en cuenta el estado nutricional del árbol.

Una buena producción de cítricos, depende además de las prácticas adecuadas de manejo de los huertos, del suministro adecuado de nutrimentos, es decir, de la fertilización.

Las formas en que se pueden detectar las deficiencias de nutrientes en cítricos, especialmente en naranja ( *Citrus sinensis* ) son las siguientes:

Mediante la observación directa en el campo, que consiste en saber detectar y clasificar las diferentes tonalidades y síntomas externos de deficiencias en las hojas, o bien por medio de un análisis químico foliar, que consiste en un muestreo adecuado de las hojas y su análisis para saber las concentraciones de nutrientes, comparando éstas con tablas de niveles críticos y determinar así en que condiciones se encuentran, o bien calculando las proporciones que guardan los nutrientes entre sí ( Equilibrio Fisiológico ) y comparandolas con los valores reportados para plantas sanas de altos rendimientos, método que se explica con más detalle en la revisión de literatura.

El presente trabajo es una contribución para la resolución de los problemas de producción de naranja que se presentan en el municipio de Tihuatlán, Veracruz mediante un estudio para detectar y corregir las deficiencias nutricionales existentes en los suelos y en los frutales, que nos permitan a su vez recomendar el uso adecuado de los fertilizantes y lograr aumentar la producción en dichos huertos.

### III.- OBJETIVOS

Para el desarrollo de éste trabajo, se plantean los siguientes objetivos:

- 1.- Diagnosticar las condiciones de fertilidad de los suelos de un huerto de naranja, *Citrus sinensis* (L.) - - Osbeck, variedad valencia, representativo del municipio de Tihuatlán, Veracruz.
- 2.- Establecer el estado nutricional de los árboles de naranja cultivados en dichos suelos.
- 3.- Comparar las ventajas y desventajas de tres métodos para detectar las deficiencias de elementos nutritivos - en los tejidos foliares de naranja: observación directa, comparación de los valores críticos y comparación de los equilibrios fisiológicos de los elementos.
- 4.- Determinar la dosis más adecuada y la forma de aplicación de fertilizantes para corregir las deficiencias nutricionales encontradas.

#### IV.- REVISION DE LITERATURA

4.1.- Características generales de clima y suelo para el desarrollo de cítricos.

#### 4.1.1 Clima.

La naranja es un cultivo típico de las regiones tropicales y subtropicales del mundo; pues existen plantaciones desde el ecuador hasta los 35° N. y S., incluso se extienden hasta los 44° de latitud norte en el mediterráneo. ( J.C. Praloran, 1977)

En México existen plantaciones en terrenos con elevaciones ligeramente superiores a los 100 m. tal es el caso de algunos municipios productores localizados dentro del estado de Veracruz.

La plantación de naranja resiste temperaturas máximas de 50°C. y mínimas de 10°C. Una precipitación pluvial anual desde los 200 hasta los 1500 mm., es la variación que presentan las principales áreas cítrica del mundo.

#### 4.1.2 Suelos.

Los suelos profundos, sueltos, bien aireados, libres de hu

medad excesiva hasta una profundidad de 2m., y que no presentan -  
intercalamiento de capas impermeables, son los más apropiados -  
para el desarrollo de los cítricos. Debido a la elevada necesidad  
de oxígeno de todas las variedades de cítricos, se excluyen  
para éste propósito todos los suelos pesados con tendencia a ench  
charcarse, así como aquellos que presentan un elevado nivel de  
la capa freática. De ahí que por regla general los huertos de  
cítricos se encuentran en suelos ligeros o medianamente pesa-  
dos.

Un cierto contenido de humus, es siempre benéfico porque -  
junto con el mejoramiento de la estructura edáfica y de la capa  
capacidad de retención de la humedad fomenta también el poder de --  
amortiguación del suelo, mediante lo cual se compensa, de mejor  
manera, tanto los tratamientos fertilizantes incorrectos como -  
los inadecuados. Un elevado contenido de humus, fomenta así --  
mismo la formación de la micorriza, que es de importancia particular  
en la citricultura a causa de la ausencia de los finos pel  
lillos radiculares.

Según Naude, J.C. ( 1954 ), una buena estructura física es  
lo más importante para el crecimiento normal de las diversas vari  
iedades de cítricos, puesto que aún los suelos pobres en nu-  
trientes siempre que dispongan de suficiente humedad, pueden --

producir los máximos rendimientos mediante el suministro de un armónico y abundante tratamiento fertilizante.

De acuerdo con lo establecido por Darcel, W.F. ( 1953 ), Peech, M. ( 1948 ) y Reitz, H. J. ( 1954 ), el pH óptimo para los cítricos se encuentra entre los límites de 5.5 y 6.0 ya - que entre dichos valores el fósforo y los elementos menores -- más importantes presentan su mejor estado de disponibilidad.

Aún cuando es posible encontrar buenos huertos citrícolas en suelos con un pH de 4.0 a 7.8 las mejores condiciones de desarrollo se obtienen en los límites ligeramente ácidos.

#### 4.2. Síntomas de deficiencias de elementos nutritivos en los Cítricos.

##### 4.2.1.- Deficiencia de Nitrógeno.

Según Reitz, H. J. et al. ( citado por Pratt 1974 ), los síntomas de la deficiencia de nitrógeno aparece cuando la provisión de nitrógeno del suelo no es adecuada para permitir el crecimiento y fructificación normales, sino que el nitrógeno constituye el factor que limita el crecimiento de los árboles. Los

síntomas de la deficiencia de nitrógeno, se encontrarían comúnmente en todas las regiones del mundo donde se cultivan cítricos si no fuera por la práctica casi universal de proporcionar a los árboles cítricos fertilizantes.

Cuando los árboles cítricos no reciben suficiente nitrógeno, el primer síntoma que aparece es el aclaramiento del verde de las hojas, esto, si continúa el proceso, es cada vez más - - acentuado hasta que las hojas del árbol adquieran un color claramente verde amarillento y en algunas llega a faltar casi al mismo tiempo el tinte verde.

Jacob, A. y Uexküll, H. ( 1973 ), dicen que las deficiencias de nitrógeno pueden ser reconocidas particularmente por la pérdida uniforme de clorofila y el amarillamiento de las hojas.

En comparación con todos los síntomas de deficiencias asociados con la clorosis foliar de los cítricos, los de nitrógeno se caracterizan por la pérdida de clorofila y con ello, del color -- verde de las hojas, así como por el uniforme amarillamiento de las mismas. En los casos de deficiencia aguda, las ramas son -- más cortas, delgadas y mueren, en tanto que las pequeñas hojas--necróticas caen, los frutos pequeños y escasos, presentan un --



epicarpio o flavelo delgado.

Conforme a Bryan, O.C. (1950), aparte del tamaño del fruto ninguna otra característica cualitativa posterior está asociado con la deficiencia de nitrógeno.

Wallace y colaboradores ( 1954 ), establecieron que con un elevado nivel de nitrógeno los contenidos de ácido cítrico y de sustancias extraíbles solubles aumentaron, en tanto que la relación peso a peso de fruto se redujo. el nitrógeno no solamente retarda la maduración, sino que ejerce una trascendental influencia en el metabolismo de los frutos del naranjo.

El tejido esponjoso de las hojas y de la madera, el cual es consecuencia de un exceso de nitrógeno, reduce igualmente la resistencia de las plantas a las enfermedades.

Este elemento parece ser particularmente importante en la época de la floración. Dentro de ciertos límites, el número de flores formadas está directamente relacionado con el estado nitrogenado de los árboles. La migración de nitrógeno de las hojas a las flores, tiene lugar durante éste período, las hojas contienen la más alta concentración de nitrógeno que cualquier otro órgano vegetativo y pueden contener cerca de la mitad del-

total de nitrógeno del árbol.

**Funciones:** Es un constituyente de aminoácidos-proteínas, -alcaloides, amidas, etc. En cítricos se encuentra principalmente en combinación orgánica, aunque se han encontrado trazas de amonio no asimilado y nitrato en ciertos tejidos. El nitrato es rápidamente reducido en las raíces y es asimilado en aminoácidos probablemente antes de ser translocado a otras partes de la planta.

Los principales compuestos de interés bioquímico que lo contienen son los siguientes:

a) Los aminoácidos integran las cadenas polipeptídicas y éstas a su vez las proteínas. Aproximadamente la mitad del peso seco del citoplasma son proteínas, con un contenido medio a su vez del 6.25% de nitrógeno. Todas las enzimas que catalizan las reacciones metabólicas y hacen posibles los procesos vitales son proteínas conjugadas.

b) Los núcleos de purina y pirimidina, forman parte de los nucleótidos. Además de su transcendental papel en la conservación y transmisión de la información genética en el DNA y RNA, los nucleótidos-polifosfato ( ATP-CTP, etc., ) intervienen acti

vamente en la economía energética de la materia viva.

c) El ácido fólico ( pteroil-glutámico ) es un derivado -- del núcleo de pterina. Funciona como dador y aceptor de grupos monocarbonados en el metabolismo.

d) El núcleo de tiazon asociado al de purina entra en la - coenzima de varias descarboxilasas ( tiamina ).

e) La biotina, con un doble anillo que contiene también nitrógeno y azufre interviene en el metabolismo de las grasas.

f) La coenzima A se forma por asociación de un anillo purí nico con el ácido pantoténico que tiene dos aminas secundarias- en su molécula. La función de la Coenzima A es de activación - energética en el metabolismo de grasas.

g) Los alcaloides, productos del metabolismo secundario en las plantas contienen siempre Nitrógeno. Pueden ser derivados de la purina, de la piridina o de otros núcleos más complejos.

Los vegetales toman normalmente el Nitrógeno en forma de - nitratos, que deben de ser reducidos antes de su incorporación a los aminoácidos. Esta reducción es en parte fotosintética y

en parte a expensas de energía de procedencia respiratoria.

#### 4.2.2. Deficiencia de Fósforo.

La deficiencia de Fósforo, se manifiesta a través de la -- formación de las hojas pequeñas, verdes azulosas y carentes de lustre, las cuales, bajo condiciones de deficiencia aguda, muestran una demudación verde azulosa a pardo bronceado y manchas necróticas irregulares. La formación de brotes es restringida; además acontece una defoliación prematura y la muerte parcial de las ramas.

De acuerdo con Aldrich, D. G. y Lilleland, O. ( citado por Uexküll 1973 ) los escasos frutos producidos por tales árboles son de baja calidad, los cuales se caracterizan por su pequeñez su elevado contenido ácido y el grosor de su cascara. Bouma, D ( 1956 ), estableció una relación altamente significativa entre el contenido fosfórico de las hojas y la calidad de los frutos.

Un exceso de Fósforo, se presenta rara vez en los suelos de tipo pesado, ya que su alta capacidad de fijación, no lo permite. Sólo en los suelos ligeros que reciben continuas e intensas dosis fosfóricas, es posible elevar el estado de riquezas fosfóricas a un nivel tal que puede conducir a la manifestación

de disturbios en el equilibrio nutritivo de la planta.

Funciones: Es un microelemento esencial, el único que no cambia de valencia durante el metabolismo. Interviene simplemente como ácido ortofosfórico o bien en cadenas polifosfatadas. Las sales alcalinas del ácido fosfórico, son eficaces reguladores del pH en la materia viva.

Como parte de los nucleótidos, el Fósforo es un constituyente de las macromoléculas de DNA y RNA. El grupo fosfato forma enlaces altos de energía con azúcares y otras sustancias. En especial los formados con nucleótidos tienen un papel central en el metabolismo energético ( sistema AMP-ADP-ATP y equivalentes con los otros nucleótidos ).

#### 4.2.3.- Deficiencia de Potasio.

Los síntomas de la deficiencia de Potasio son consecuencia de una insuficiente provisión de Potasio en el suelo.

En casos graves, se reduce el crecimiento y tamaño de las hojas y el crecimiento de nuevos brotes puede debilitarse hasta el grado en que éstos se quiebran y caen fácilmente del árbol.

Un estado avanzado de deficiencia Potásica, se revela por el grosor y rugosidad de las hojas, la desaparición de la clorofila de las áreas intervenales y las subsecuentes incidencias en forma de manchas necróticas. Además de ello, la defoliación prematura, la muerte de los brotes y el acceso de la gomosis se atribuyen también a la deficiencia de Potasio.

El malogro de los frutos en el aumento de tamaño, así como su prematura caída son los síntomas externos más claros de una deficiencia potásica.

La aplicación de métodos estadísticos para la evaluación de diversos experimentos mostraron según Parker, E. R. y Jones W. ( 1950 ), que la concentración de Potasio en las hojas fué el primer factor asociado con las diferencias de tamaño de los frutos de las parcelas que habían recibido diferentes tratamientos fertilizantes.

Aparte del tamaño, la calidad de los frutos de los cítricos, se encuentra influida en forma relativamente baja por la deficiencia de potasa. Bajo tales condiciones el tamaño de los frutos es pequeño, su pericarpio delgado y su textura satisfactoria. El exceso de potasa produce frutos grandes, burdos y de baja calidad, los frutos de tamaño y calidad excelente se logran mediante el uso de niveles medios de potasa.

Funciones: Tiene un papel muy importante en el cierre y --  
apertura de estomas, en las células de guarda, por lo que se al-  
tera el metabolismo de los hidratos de carbono, la fotosíntesis  
se reduce y la respiración aumenta.

Su carencia se traduce en alteraciones del metabolismo ni-  
trogenado, en el sentido de que las plantas pasan a contener --  
más nitrógeno inorgánico u orgánico soluble, como aminoácidos -  
o amidas ésto puede ser efecto de una inhibición de la proteo--  
síntesis o de una estimulación de la proteolisis.

#### 4.2.4 Deficiencia de Calcio.

Los casos de deficiencia cálcica, son muy raros. Un solo-  
caso ha sido señalado en Florida y es posible, que como otros -  
muchos detectados en diferentes partes del mundo, no esté direc-  
tamente relacionado con el calcio, sino más bien con uno de los  
efectos directos del pH.

Función: Es un macroelemento esencial. Compite con otros  
metales alcalino-térreos. Su movimiento en la planta es marca-  
damente polar, en dirección a los ápices y por ello se localiza  
principalmente en las hojas; este movimiento polar supone gran-

inconveniente para su administración foliar. En contraste con otros elementos como el P y K, hay más Ca en las hojas viejas que en las jóvenes. Gran parte del Ca está fijado en las lamillas medias de los tejidos, en forma de pectato. Influye profundamente en el desarrollo vegetal, tanto a través de la mitosis como del crecimiento en tamaño de las células.

El Ca parece ser de algún modo imprescindible para la eficacia del transporte activo de iones. El Ca debe ser también esencial en algún paso de la reducción del Nitrógeno nítrico a nitroso, igualmente para la estabilidad estructural de los cromosomas. Aunque puede ser activador de enzimas por ejemplo de algunas proteinasas, es mucho menos importante a este respecto que el magnesio.

#### 4.2.5.- Deficiencia de Magnesio.

La deficiencia de Magnesio, o " bronceado " se debe a falta de magnesio en el suelo, y es particularmente grave en tierras arenosas ácidas, en las que el Magnesio puede lixivarse rápidamente, y en suelos calizos pobres en Magnesio. Los árboles que no disponen de la dosis adecuada de Magnesio pueden no presentar síntomas en los nuevos brotes de primavera, pero los síntomas se presentan en las hojas a medida que éstas envejecen



y el fruto madura durante el otoño. El primer síntoma que aparece es una mancha de color verde amarillento cerca de la base de las hojas y entre la nervadura central y el borde exterior. Esta zona amarilla se agranda hasta que las únicas partes verdes son la punta y la base de la hoja y una "V" invertida en la nervadura central, cuando la deficiencia es aguda, las hojas pueden amarillarse por completo. En las ramas muy cargadas de frutos a veces se desarrollan síntomas de deficiencias extremadas y pueden deshojarse por completo, mientras que las ramas vecinas que tienen pocos frutos o carecen de ellos, no muestran síntoma alguno. Cuando la deficiencia es grave puede producirse la defoliación casi total de los árboles. Tanto el rendimiento como la calidad del fruto sufren mermas.

La deficiencia de Magnesio puede distinguirse de otras deficiencias por la cuña verde característica que aparece en la base de las hojas parcialmente amarillas y por el hecho de que el síntoma sólo se presenta en hojas maduras y por lo general únicamente en la rama de los árboles que han fructificado generosamente. Peitz, H. J., et al ( citado por Pratt 1976 ).

Funciones: es un macroelemento esencial, relativamente móvil, como los demás alcalino-térreos Ca, Sr. Ba. Compite con -

ellos en mayor o menor proporción y también con el Mn.

Forma parte de la molécula de clorofila y su deficiencia - debería suponer por tanto una reducción del contenido de ésta - molécula en los tejidos verdes. Los síntomas de deficiencia -- aparecen sin embargo independientemente y mucho antes de que di - cha reducción se puede poner de manifiesto.

#### 4.2.6. Deficiencia de Fierro.

La deficiencia de Fierro que acusan las plantas, se debe a la acumulación de metales pesados, principalmente cobre, en el - suelo. A lo largo de la costa oriental de Florida, donde el -- suelo contiene gran cantidad de carbonato de calcio y tiene un pH de aproximadamente 8.0, la deficiencia de Fierro suele ser - atribuida al elevado contenido de calcio que el suelo posee y - que hace que el hierro se encuentre en una forma difícil de - - aprovechar por parte de los árboles.

La deficiencia de Fierro puede reconocerse fácilmente por el aspecto de las hojas. En los casos benignos los nervios de las hojas son de un verde más oscuro que las zonas que separan a aquellos y los síntomas aparecen primero en las hojas tier--

nas. En las etapas más avanzadas las áreas que separan -- las venas son amarillas y eventualmente toda la hoja puede adquirir el color marfil.

En los casos graves, el árbol se deshoja parcialmente causando la marchitez y muchas veces la muerte de los árboles. Los frutos que provienen de árboles deficientes suelen ser de baja calidad. Las naranjas tienden a adquirir un color amarillo más característico de los limones y a menudo contienen sólidos solubles más bajos y un valor ácido más alto. Stewart, I. y Leonard, C. D. ( citados por Pratt 1974 ).

Función: En la nutrición de las plantas con clorofila, el Fe desempeña un papel múltiple. Es un componente estrechamente unido en un grupo amplio de hemo-proteínas, que incluye el sistema de citocromos, la catalasa, la peroxidasa y la hemoglobina. Su distribución en los tejidos de la planta y en las partes de la célula es muy variada. La deficiencia de Fe suprime la división celular y la producción de hojas primordiales. El Fe puede participar en alguna reacción de fotosíntesis, pero su papel en la síntesis de clorofila está todavía sin resolver, aunque se ha encontrado que existe la correlación entre el contenido de clorofila en las hojas y su contenido de Fe. Puede conside-

rarse que el Fe es moderadamente móvil en las plantas.

#### 4.2.7 Deficiencia de Manganeso.

Una de las principales causas de deficiencias de manganeso parece ser una reacción alcalina del suelo. Los árboles cultivados en suelos con alto carbonato de calcio muestran mayor deficiencia. Klotz, J. L. ( 1958 ).

El síntoma típico de la deficiencia de manganeso es el aspecto de las hojas, consistente en bandas de color verde oscuro a lo largo de la nervadura central y de los vasos principales, con partes de color verde más claro entre las bandas. En los casos benignos, el síntoma aparece con los nuevos brotes y desaparece durante la vida de la hoja cuando las partes de color verde claro se oscurecen. En los casos más graves, las zonas de color verde oscuro se vuelven verde mate y las de color verde claro persisten durante toda la vida de las hojas. En los casos graves, el follaje escasea y se acumulan tallos secos en el árbol. Parece que el rendimiento se reduce muy poco antes que los síntomas sean tan graves como para influir en el adelgazamiento del follaje. Reitz, H. J. et al. ( citados por Pratt)

Función: Es esencial para la fotosíntesis y actúa como un

agente catalítico en la reducción del nitrato, donde puede ser reemplazado por el Fe. Es un constituyente en algunas enzimas respiratorias y de otras enzimas responsables de la síntesis de proteínas. Como activador en los sistemas enzimáticos del ciclo del ácido carboxílico y del mecanismo de los carbohidratos, puede ser reemplazado por el Mg.

#### 4.2.8.- Deficiencia de Zinc.

Aunque la deficiencia de Zn es común en suelos alcalinos o calcáreos, ocurre más severamente en suelos arenosos y limoarenosos de reacción ácida.

Aplicaciones excesivas de Fósforo o Nitrógeno han mostrado que terminan por incrementar la deficiencia de Zn.

El reducido vigor, baja producción, tamaño de fruta, más pequeña y de más baja calidad, resultan de insuficiencia de Zn en el árbol. El Zn no se transloca a los brotes sucesivos de crecimiento cuando los árboles crecen en suelos que no abastecen el Zn suficiente. Aplicaciones de Zn pueden ser necesarias en cada flujo de crecimiento principal para mantener al árbol libre de síntomas de deficiencias. Klotz, J. L. ( 1958 ).

Los síntomas de ésta deficiencia llamada: " amarilleo ", - " hoja pequeña " u " Hoja moteada ", pueden identificarse con - facilidad, las zonas irregulares situadas entre las nervaduras - son de color verde claro en hojas tiernas, pero se vuelven ama - rillas a medida que la hoja madura.

Las hojas que sufren deficiencia grave, pueden amarillear - se por completo, pero suelen permanecer verdes algunas zonas -- irregulares a lo largo de las nervaduras, formando un marcado - contraste de color entre las venas y las áreas intermedias. En casos graves, las hojas son muy pequeñas y estrechas, con las - puntas aguzadas y pueden morir los brotes.

Los síntomas de deficiencia de Zn se desarrollan gradual-- mente, apareciendo primero en unas cuantas hojas de el árbol -- afectado. Los árboles gravemente afectados presentan el amari - lleo en la mayoría de las hojas siendo muchas de ellas muy pe-- queñas, estrechas y aguzadas y considerable la cantidad de madera muerta en ellos. Stewart, I y Leonard, C. D. ( citado por - Pratt ).

Función: Actúa en las plantas en gran parte como activa-- dor metálico de las enzimas. Entre las más importantes se cuenta

ta como cofactor de la enzima Tripsintetasa que interviene en la síntesis de AIA, fitohormona responsable del alargamiento celular e importante en el crecimiento. La deficiencia de Zn produce cambios en la morfología de las hojas y en la histología de las células.

#### 4.2.9.- Deficiencia de Cobre.

La deficiencia de cobre, llamada a veces exantema, " muerte retrospectiva " o " amonición ", es causada por la falta de cobre aprovechable en el suelo.

Los síntomas que muestra el fruto son porciones oscuras, - castaño rojizas, pegajosas, superficiales, de forma irregular, que varían de tamaño, desde muy pequeñas manchas, hasta numerosas porciones de gran tamaño que a veces se unen cubriendo la mayor parte de la superficie del fruto. Esto sucede más comúnmente en las partes del fruto que han sufrido daños mecánicos. En los casos leves, pueden confundirse éstas superficies finalmente manchadas o agrietadas, con lesiones causadas por melanosis.

Los síntomas que se presentan en los tallos, son numerosos

antes que los nuevos brotes alcancen su longitud máxima suelen formarse bolsas parecidas a vejigas de goma transparente o de color claro entre la madera y la corteza, por lo general cerca de los nudos. Cuando los brotes maduran, se producen erupciones de color castaño en la parte externa de la corteza; éstas son muy semejantes a las lesiones que se presentan en el fruto salvo por tener una consistencia ligeramente más esponjosa.

Las ramas gravemente afectadas suelen morir retrospectivamente, es decir, comenzando el proceso por las puntas; y aparecen nuevos brotes de varias de las yemas múltiples impartiendo al conjunto una apariencia espesa con muchas ramas muertas.

Los síntomas más fidedignos para identificar la deficiencia de cobre son los bolsillos gomosos en los nudos de las ramas y las excrecencias de color castaño que aparecen en frutos, ramas y hojas. Reitz, H. J. et al. 1954 ( citado por Pratt ).

#### 4.3.- Efectos más comunes entre pares de elementos .

La disminución o aumento del contenido en las hojas de un elemento, corresponde un aumento o disminución de los contenidos de otros elementos. Algunos iones inhiben la absorción de-



otros iones o bien contrarrestan la función metabólica de - - - otros. A éste fenómeno se le conoce como antagonismo y por el contrario algunos iones favorecen la absorción de otros o re-- fuerzan su acción metabólica, a éste fenómeno se le conoce como sinergismo.

De los cationes y aniones, que se encuentran en la solu- ción del suelo, todos los cationes excepto el  $K^+$  son absorbidos por transporte pasivo y todos los aniones y el  $K^+$ , son absorbi- dos por transporte activo hacia la planta.

De los elementos estudiados en este trabajo que captan co- mo aniones están el Nitrógeno ( $NO_3^-$ ) y el Fósforo como  $HPO_4^{2-}$  -- que se absorben por transporte activo, además del  $K^+$ .

De los cationes estudiados en este trabajo, que fueron: --  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $Fe^+$ ,  $Mn^{2+}$  y  $Zn^{++}$ , éstos entran a la planta por - - transporte pasivo.

4.3.1 A continuación se presentan algunos ejemplos de - - efectos más comunes entre pares de elementos en cítricos:

a) Nitrógeno- Fósforo

- El fósforo foliar frecuentemente depende del nivel de nitrógeno foliar que del abastecimiento de fósforo.
  
- El fósforo tiene un débil efecto antagónico sobre el nitrógeno, pero el nitrógeno tiene un fuerte efecto sobre el fósforo.
  
- Las hojas con un contenido bajo o deficiente de nitrógeno pueden mostrar un contenido alto de fósforo, por el contrario hojas con un contenido excesivamente alto de nitrógeno pueden mostrar deficiencia de fósforo. Es virtualmente imposible tener un exceso de nitrógeno y fósforo en la misma hoja.

b) Potasio-Calcio.

Existe un fuerte antagonismo natural entre K y Ca, y parece imposible detectar niveles altos de ambos, simultaneamente, en hojas de cítricos. En suelos con grandes cantidades de Ca disponible es virtualmente imposible incrementar la cantidad de K en las hojas aún con aplicaciones masivas de sulfato de Potasio.

#### d) Potasio-Magnesio

El potasio es un fuerte antagonista del magnesio, pero el magnesio es débil competidor frente al Potasio.

#### Antagonismo de micronutrientes en hojas de naranjo dulce.

Existen pruebas que demuestran que la aplicación foliar de 0.4, 0.8 ó 1.2 % de soluciones de sulfato de cobre neutralizado con  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  en combinación con 0.15 y 0.45% de  $\text{ZnSO}_4$  disminuyen significativamente la absorción de zinc. La aplicación de una solución neutralizadora de 0-0.8% de  $\text{CuSO}_4$  en combinación con 0-0.6%  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  demostró el mutuo antagonismo entre  $\text{Cu}$  y  $\text{Zn}$  por su absorción en la superficie de la hoja. Igualmente la absorción de zinc en hojas disminuyó de 53 hasta un 26% con una aplicación simultánea de 0.2% de solución de  $\text{MnSO}_4$  y 0.45% de  $\text{ZnSO}_4$  solución neutralizada con  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Esto debido al antagonismo mutuo entre los dos por su absorción en la superficie de la hoja.

La absorción de zinc disminuye de 53 hasta 31% con aplicación foliar de 0.2% de  $\text{FeSO}_4$  en combinación con la solución --

neutralizada 0.45% Zn SO<sub>4</sub>. ( Mann, M.S. y Takkar, P.N. 1983

#### 4.4.- Diagnóstico Nutricional

##### 4.4.1.- Análisis foliar.

El análisis foliar informa sobre el contenido total de nutrientes ( en la hoja ) la cual, complementado con una interpretación que expresa los niveles de los nutrientes individuales puede ayudar a:

- 1.- Identificar síntomas de deficiencias de nutrientes - -  
P particularmente en el caso de deficiencias simultáneas o cuando dos elementos causan síntomas de deficiencia similar ).
- 2.- Revelar problemas nutricionales donde no se sospeche -  
que existan, debido a la ausencia de síntomas de peligro.
- 3.- Determinar si el abastecimiento de uno o más elementos es inadecuado, satisfactorio o innecesariamente alto.

#### 4.4.2.- Utilidades y limitaciones del Análisis foliar.

- 1.- En ausencia de factores limitativos no nutricionales, el análisis foliar permite evaluar el estado de nutrición de la planta para ajustar el programa de fertilización con vistas a una mejora cuantitativa o qualitativa de la producción, además permite saber si es posible o no esperar ésta mejora y si la causa de las cosechas escasas debe ser buscada en otra parte y no en los elementos fertilizantes.
- 2.- Aparte de los nutrimentos, no refleja la existencia de otros factores limitantes ( agua, estructura del suelo, plagas, enfermedades, etc. ).
- 3.- En ciertos casos, el análisis de la hoja no puede expresar el estado de nutrición del árbol entero.
- 4.- El análisis foliar no es indicador válido de problemas de salinidad del suelo.
- 5.- El análisis foliar, es complemento del análisis del suelo.

6.- La utilidad práctica del análisis foliar depende de ob tener muestras que representen adecuadamente el huerto en cuestión.

7.- Una utilización completa del análisis foliar, exige la utilización de conocimientos agronómicos, fisiológicos y bioquímicos, no consiste en situar sus resultados en una serie de valores de referencia. Praloran, J. C. - ( 1977 )

Los valores de referencia toman en cuenta la cantidad y ca lidad del fruto, así como el vigor del árbol y son calibrados - durante muchos años para obtener resultados confiables, por lo cual hay aún pocos datos seguros de análisis foliares; y para - utilizar éstos valores es necesario conocer:

1.- La influencia de otros factores en la composición de - la hoja como son:

a) Edad de la hoja: De acuerdo a varios estudios se in dican tres efectos periódicos de - la edad de la hoja en la composi-- ción mineral, que se indica a con- tinuación:

---

EDAD DE LA HOJA	COMPOSICION MINERAL
1 a 4 meses	La actividad metabólica es alta y los elementos aumentan o disminuyen con bastante rapidez.
4 a 7 meses	Composición foliar relativamente estable.
7 a 11 meses	Nuevamente los elementos aumentan o disminuyen con rapidez.

---

Por lo tanto, como se puede observar, la edad de las hojas es una referencia crítica en la composición mineral, que debe ser tomada en consideración al interpretar los resultados.

- b) Posición de la hoja en el brote: Las hojas a lo largo de una rama de crecimiento dada, tienen casi la misma edad y muestran pocas diferencias en su composición mineral.

- c).- Efecto de terminales frutales y no frutales: - La cer canía de un fruto puede afectar la concentración de - muchos elementos minerales en las hojas.
- d).- Intensidad del brote:- las hojas consideradas son de brotación primaveral.
- e).- Intensidad de la producción:- El tamaño de la cosecha afecta la composición mineral aún en ramas no fruta-- les. El efecto más agudo es la disminución de nitró-- geno y potasio foliar; por lo tanto la intensidad de-- la producción debe ser considerada en la interpreta-- ción del análisis foliar.
- f).- Patrón y variedad:- Afectan la composición mineral -- de las hojas, probablemente por diferencias en la -- distribución de las raíces, diferencias inherentes en el metabolismo y estructura foliar.
- g).- Variaciones anuales:- Afectan la interpretación de -- los análisis foliares de un año a otro en forma impre-- decible. Factores como intensidad luminosa, humedad-- relativa, factores edáficos y fisiológicos producen -



cambios en la composición foliar y su existencia debe ser reconocida al utilizar el análisis foliar como herramienta de diagnóstico.

#### 4.4.3. Interpretación del Análisis foliar.

##### 4.4.3.1 Valores críticos y valores promedio.

**Nivel Crítico:** Este concepto parte de la " Ley del mínimo" y de la " Ley de los aumentos menos que proporcionales ". Expresa el hecho de que la producción o el crecimiento pueden aumentar cuando un elemento mineral está presente en las hojas a un nivel inferior a un nivel óptimo llamado " nivel crítico ".  
( Praloran, J. C. 1977 )

**Valores promedio:** Son los valores obtenidos de niveles críticos de un cultivo durante varios años de los cuales se obtiene el valor medio.

En los críticos el diagnóstico del estado nutritivo ha sido siempre basado en los niveles críticos, pero el efecto de -- las variedades y los errores de muestreo próximos al 10 por 100 han impedido a los investigadores establecer estos niveles con carácter absoluto por lo que citan unos intervalos para cada nu

triente entre los que suponen se encuentra la normalidad nutricional. Francisco, J. E. C. CONAFRUT, 1982.

En este trabajo, se emplearon los valores propuestos por Reuter et. al. 1932 ( citados por Praloran 1977 ) cuadro número (2)

#### 4.4.3.2. Equilibrio Fisiológico.

El estudio del estado nutricional de las plantas, basado en el Equilibrio Fisiológico de los elementos ha recibido poca atención por los investigadores que trabajan en este campo.

Recalde, L. y Esteban, V. ( 1960 ), Esteban, V. ( 1975 ), y Palacios J. et al. ( 1978 ), estudiando el estado nutritivo de diversos frutales y hortalizas han encontrado por medio del análisis foliar, que las concentraciones de los elementos mantienen una relación más o menos constante durante el ciclo de vida de la planta cuando se expresan los valores en forma proporcional para los grupos N: 10P; K, Ca: K: Mg y Fe: Mn: Zn. Los valores de dichas proporciones parecen ser independientes de la especie vegetal, de la edad de la planta y de las condiciones ambientales.

Para calcular los índices de Equilibrio Fisiológico, los mismos autores señalan que se debe partir de las concentraciones de los elementos expresados en % de materia seca. Por conveniencia las concentraciones de fósforo son expresados como  $10P$ , es decir, diez veces el valor del fósforo por considerar que el papel del fósforo es de mayor importancia que el del potasio en el metabolismo vegetal y de ésta manera se deberá cumplir la condición de  $N > 10P > K$  y expresados en proporción quedan  $\%N + \%10P + \%K = 100\%$ .

Las proporciones encontradas para el grupo de elementos N: 10P: K en Equilibrio, son de 50: 30: 20 con una variación de  $\pm 10\%$ .

Para el Equilibrio Ca: K: Mg los valores son de 73: 19: 8,  $\pm 10\%$  siendo la condición en plantas sanas  $Ca > K > Mg$ .

Así mismo éstos autores encontraron para el equilibrio entre los elementos Fe: Mn: Zn, las proporciones 50: 30: 20,  $\pm 10\%$  con la condición  $Fe > Mn > Zn$ .

Estas condiciones son fundamentales porque la inversión de valores de alguna de las parejas que pueden formarse, supone un

desequilibrio que afecta fundamentalmente a la cosecha, al crecimiento o ambos. Como ejemplo citaremos el encontrado en frutales con mucha frecuencia de  $N < K$ . Las consecuencias que se derivan de ésta situación son las siguientes: disminución del crecimiento, pérdida de cosecha y fruto de baja calidad.

Analizando las proporciones que guardan entre sí los elementos  $N : 10P : K$  calculados a partir de valores críticos reportados por diferentes autores para cítricos, Esteban, V. (1975) reporta los datos que se indican en la tabla siguiente.

CUADRO 1

Alimentación global y equilibrio fisiológico según los niveles críticos en hoja de cítricos.							
AUTOR	CULTIVO	VARIEDAD	N%	10p%	K%	TOTAL	PRPORCION
Hapman and Brown	naranja		2.20	1.20	1.00	4.40	50:27:23
Hapman and Brown	naranja		2.45	1.50	1.35	5.30	46:28:26
Heuter y Col.	naranja		2.50	1.40	1.20	5.10	49:27:24
Smith P.F.	naranja		2.50	1.60	1.20	5.30	47:30:23
Smith, P.F.	naranja		2.70	1.60	1.20	5.50	49:29:22
Sakamoto Nokuchi	naranja	satsuna	2.77	1.31	1.13	5.21	53:25:22
Sakamoto Nokuchi	naranja	satsuna	3.49	2.03	1.96	7.48	47:27:26
González Sicilia	naranja		2.45	1.30	0.71	4.46	55:23:26
Carpena y Col.	naranja	sanguino	2.65	1.15	1.00	4.80	55:24:21
Carpena y Col.	naranja	sanguino	2.12	1.38	1.16	5.66	55:24:21
Carpena y col.	naranja	verna	2.48	1.29	1.94	4.81	52:27:21

#### 4.5 Corrección de Deficiencias.

##### 4.5.1 Fertilización Foliar.

Dosis recomendadas para cada elemento en general.

##### 4.5.1.1.- Magnesio

La deficiencia de magnesio en suelos ácidos, ha sido corregido por adición de sulfato de magnesio ( sales de Epsom ) o un óxido de magnesio al suelo. Las aplicaciones de fertilizantes de magnesio al suelo no son efectivas en suelos que tengan un pH mayor de 7.0

Aspersiones foliares conteniendo nitrato de magnesio, son efectivas para suministrar magnesio para los árboles, la aspersión básica es de 4.5 Kg. de nitrato de magnesio en 378 litros de agua.

Las aspersiones de nitrato de magnesio, son sólo comercialmente efectivas cuando son aplicadas en la primavera, cuando el nuevo flujo de crecimiento sea dos tercios de las totalmente expandidas pero no endurecidas. ( Klotz, J. L. 1958 ).

#### 4.5.1.2.- Fierro

La deficiencia de fierro, ha probado ser una de las más difíciles de corregir. Las aplicaciones de sales de fierro en forma de aspersión no han sido satisfactorias. La inyección al tronco de sales de fierro, ha traído corrección temporal pero no ha durado y ha causado daño a el tronco.

La aplicación de quelatos de fierro, tanto por aspersión-foliar como al suelo, han sido probadas extensivamente pero los resultados han sido inconsistentes y el control de las deficiencias, ha sido rara vez satisfactorio.

La deficiencia de fierro, puede frecuentemente ser atribuido a la sobreirrigación o pobre drenaje. El riego por medios alternados permitiendo una mitad secar más completamente, ha sido un método exitoso. ( Klotz, J. L. 1958 )

#### 4.5.1.3.- Manganeso

Las aspersiones foliares, también han probado ser efectivas para el control de deficiencias de manganeso. Para las deficiencias de manganeso solas, es usada la siguiente aspersión.

454 gr. de sulfato de manganeso ( 28% de manganeso elemental ) en 378 litros de agua.

( Se recomienda añadir 3.4 Kg. de urea de bajo biuret para incrementar la asimilación del manganeso ). (Klotz, J.L.1958)

#### 4.5.1.4.- Zinc

Un producto líquido de zinc, llamado nitrato de zinc (NZN) (5.5% Zn) fue comparado con el óxido de zinc en un experimento en el campo rociando foliarmente en alto-volumen árboles de naranjo dulce con una moderada deficiencia de zinc.

Los árboles fueron rociados pasada la floración en primavera, las hojas estaban expandidas pero no del todo endurecidas. Todos los tratamientos con zinc fueron muy efectivos contrarrestando la clorosis de zinc dentro de 115 días después del tratamiento. La concentración de NZN probada (6 gr. Zn/25 lt ) fue tan efectiva como la de óxido de zinc ( 30 gr. Zn/25 lt ).

Evidencia de fitotoxicidad fue observada en concentraciones de NZN arriba de 48 gr Zn/25 lt. pero algunas hojas se quemaron levemente con una concentración de 96 gr Zn/25 lt. (Anderson, C.A. and Leonard, C. D. 1982 )



## Z I N C

La aspersión normal de zinc que se recomienda es de 454 - gramos de Sulfato de zinc ( 36.4% de zinc elemental ) en 378 - litros de agua.

Otras aspersiones contienen de 1 a 1.4 Kg., de óxido de zinc - por 378 litros de agua.

Si el manganeso es al mismo tiempo también deficiente, como lo es en muchas áreas, se puede usar la siguiente mezcla:

454 Kg. de sulfato de zinc ( 36.4% de zinc elemental ) ó  
454 Kg de sulfato de manganeso (28% de Mn elemental ) en  
378 litros de agua.

y si se necesita nitrógeno, se le puede agregar 3.4 Kg de urea de bajo biuret a la mezcla. La urea aumenta la asimilación de manganeso pero tiene efecto sobre el zinc.

El zinc es absorbido por las hojas a cualquier época durante el año y se pueden obtener resultados satisfactorios en muchos casos sin importar la temporada de tratamiento, sin embargo se obtiene máximo beneficio si la aspersión es aplica-

da en el crecimiento joven, cuando está dos tercios cerca del total en expansión y antes de que se endurezcan las hojas. Es preferible el tratamiento de la brotación de primavera.

El zinc también puede ser añadido con aspersiones de control de enfermedades. La siguiente mezcla de aspersión para control de pudrición café, también ayudará a corregir la deficiencia de zinc:

1.3 Kg de sulfato de zinc ( 36.4% de zinc elemental )

0.9 Kg de sulfato de cobre

6.8 a 9 Kg de cal hidratada y

230 gr. de caseína ( tensoactivo ) en 378 litros de agua.

( Klotz, d. L. 1958 )

#### 4.5.1.5.- Cobre

La mayoría de las aspersiones que contengan cobre, corregirán y controlarán la deficiencia de ese elemento. La aspersión normal que se usa para corregir la pudrición café comúnmente da buenos resultados. Una diferencia importante con relación a otro elemento, es que para deficiencia de cobre se debe asperzar todo el árbol en lugar de solamente el borde.

Las aspersiones de cobre son hechas con varias mezclas de sulfato de cobre, del hidratado y agua, el zic es a veces añadido, la cantidad de cada uno varía dependiendo del grado del daño por deficiencia de cobre experimentado en la zona.

Donde el daño por cobre no sea un factor importante, las aspersiones regulares de caldo bordelés son efectivas. Esto varía de alguna manera en las cantidades de sulfato de cobre, cal y agua.

Una mezcla común es la que contiene:

2.7 Kg de sulfato de cobre y 1.8 Kg. de cal hidratada en 378 litros de agua.

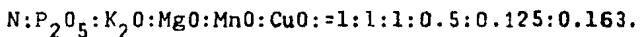
La aspersion de cobre en San Diego (U.S.A.) para control de pudrición café es de:

1.3 Kg. de sulfato de zinc ( 36.4% de zinc elemental ), -  
0.9 Kg. de sulfato de cobre, 6.8 a 9 Kg. de cal hidratada 230-  
gr. de caseína ( tensoactivo ) en 378 litros de agua.( Klotz,  
J.L. 1958 )

#### 4.5.2.- Fertilización en suelos

De los nutrientes capitales, el nitrógeno y el fósforo son particularmente importantes durante las primeras fases de crecimiento, en tanto que la importancia de la potasa aumenta con la iniciación de la fructificación. Síntomas de deficiencias de micronutrientes observados en cítricos, han conducido a la conclusión de que los fertilizantes no solamente deben de contener -- N, P y K sino Mg y otros elementos. Generalmente en el caso de los micronutrientes, es conveniente esperar hasta que los síntomas de deficiencia de uno u otro elemento se haya establecido - en forma visible o por medio del análisis foliar, antes de aplicar cualquier tratamiento fertilizante.

El comité de Recomendaciones Fertilizantes de la Estación Experimental de Gaunsville en Florida, E.F.U.U. ( Reitz, H. J., 1954 ) propone la siguiente relación de nutrientes para árboles jóvenes:



Esto corresponde a la fórmula 8-8-8-4-1-0.5.

De acuerdo con la edad de los árboles, se aplicará del 1º al 6º año, una cantidad de mezcla de fertilizante que aumentará 0.250-2.5 Kg/árbol.

En Florida por ejemplo, por cada standard de fruto (78 Kg) se calcula una dosis por árbol de 180 gr. de N, 135 gr. de  $P_2O_5$ , 160 gr. de  $K_2O$  y 80 gr. de  $MgO$ .

En la Unión Sudafricana, Marloth, R.H. ( 1955 ) encontró - que mediante el uso de N,P,K, (0.9 Kg. de N, 3.6 Kg. de super--fosfato y 0.9 Kg de cloruro de potasio ) pueden producir mejores rendimientos y frutos de mayor calidad que mediante el empleo de estiércol.

Tomando como base un número de 200 árboles por ha. los siguientes valores pueden considerarse como punto de referencia - para el tratamiento fertilizante.

En Florida por ejemplo, por cada standard de fruto (78 Kg) se calcula una dosis por árbol de 180 gr. de N, 135 gr. de  $P_2O_5$ , 160 gr. de  $K_2O$  y 80 gr. de MgO.

En la Unión Sudafricana, Marloth, R.H. ( 1955 ) encontró - que mediante el uso de N,P,K, (0.9 Kg. de N, 3.6 Kg. de superfosfato y 0.9 Kg de cloruro de potasio ) pueden producir mejores rendimientos y frutos de mayor calidad que mediante el empleo de estiércol.

Tomando como base un número de 200 árboles por ha. los siguientes valores pueden considerarse como punto de referencia - para el tratamiento fertilizante.

## FERTILIZACION (Kg/ha)

Edad de los árboles-rendimiento (cajas de 78 Kg standar de exportación E.E.U.U. ) Jacob, A. y V. Uexküll, H. ( L973 )

EDAD (años)	RENDIMIENTO (cajas)	ELEMENTO	FERTILIZANTE	KG/ha
1	-----	N	sulfato de amonio	9-45
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	superfosfato simple	10-55
		K <sub>2</sub> O	Sulfato de potasio	5-10
2	-----	N	Sulfato de amonio	10-55
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Superfosfato simple	15-85
		K <sub>2</sub> O	Sulfato de potasio	5-10
3	-----	N	sulfato de amonio	15-85
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	superfosfato simple	20-110
		K <sub>2</sub> O	Sulfato de potasio	10-20
4	1/2 caja	N	Sulfato de amonio	20-110
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Superfosfato simple	30-170
		K <sub>2</sub> O	Sulfato de potasio y magnesio	30-55
5	1/2 cajas	N	Sulfato de amonio	35-170
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Superfosfato simple	40-220
		K <sub>2</sub> O	Sulfato de potasio	20-45
6-10	2-4 cajas	N	Sulfato de amonio	45-90 220-440
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Superfosfato simple	40-80 220-440
		K <sub>2</sub> O	Sulfato de potasio	35-80 70-140
10-15	3-6 cajas	N	Sulfato de amonio	65-135 350-700
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Superfosfato simple	40-80 220-440
		K <sub>2</sub> O	Sulfato de potasio	55-110 110-220
Mayores 15	5-9 cajas	N	Sulfato de amonio	110-220 560-1 100
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Superfosfato simple	80-120 450-700
		K <sub>2</sub> O	Sulfato de potasio	110-220 220-450

En árboles de naranja valencia de 7 años de edad sobre patrón de limón rugoso en Florida Central, los originarios de nitrógeno en cantidades de 0.6, 1.2 y 2.4 libras/árbol dieron un resultado de 80,111 y 138 libras de fruta por árbol respectivamente y los porcentajes de nitrógeno en las hojas fueron de - - 2.16, 2.37 y 2.54% respectivamente. Una continuación de éste experimento con cantidades de nitrógeno incrementadas a 0.75, - 1.5 y 3.0 libras/árbol produjeron 281,364 y 409 libras de fruta por árbol respectivamente, con porcentajes de nitrógeno en las hojas de una muestra de diciembre, de ramas terminales de un ciclo de primavera de 2.30, 2.48 y 2.65% respectivamente.

Un experimento en Yuma, estableció que los más altos rendimientos fueron obtenidos con aplicaciones de 3 libras de nitrógeno por árbol anualmente, con un promedio de análisis foliar de 2.53% de nitrógeno en un flujo de primavera, de hojas de valencia muestreado en julio, los valores de 2.2% N foliar, fueron constantemente asociados con rendimientos reducidos. (Klotz J.L. 1958).

Recomendaciones para fertilizaciones.

En Israel, las recomendaciones para fertilizar cítricos, -



se determinan mediante el uso del análisis foliar. El nitrógeno es aplicado desde 100 hasta 180 Kg/ha. como sulfato de amonio, nitrato de amonio o amoníaco líquido; normalmente todo en febrero, marzo ó abril; solamente muy ocasionalmente una segunda aplicación en junio o julio. El P es aplicado como superfosfato simple ( 21% ) durante diciembre y enero, desde 50 hasta 100 Kg/ha. de  $P_2O_5$ . El K es aplicado como sulfato y siempre en invierno en rangos desde 300 hasta 600 Kg/ha de  $K_2O$ .

En Moroco las fertilizaciones recomendadas son las siguientes:

árboles jóvenes	1-9 años
80-100 g	N/árbol-año
60-80 g	$P_2O_5$ /árbol-año
80-100 g	$K_2O$ / árbol-año

#### árboles adultos

300-350 Kg/ha N  
 250-300 Kg/ha  $P_2O_5$   
 300-400 Kg/ha  $K_2O$

#### Temporada de aplicación

Las investigaciones muestran que el período en el cual una

falta de nitrógeno en árboles de cítricos maduros en producción puede ser más crítica, es justo antes y durante la floración el amarre del fruto y " la caída de junio ". En árboles jóvenes, un incremento rápido y continuo en el tamaño del árbol, requiere alta nutrición nitrogenada durante todo el año .

El efecto de tiempo de aplicación de nitrógeno sobre el -- rendimiento, ha sido estudiado bajo una variedad de condiciones.

Las temporadas de aplicación, son de importancia principalmente cuando se requiere obtener fruto fresco de buena calidad para el mercado.

#### Fósforo

En sólo una pequeña parte de los huertos de cítricos en el mundo, la aplicación de fósforo ha resultado en un incremento - en el crecimiento del árbol y rendimiento.

Estudios de análisis de suelos y hojas, se han realizado - en gran número de áreas en donde el fósforo estaba poco disponible.

Aplicar altas concentraciones de fósforo bajo ciertas con-

diciones, no implica solamente pérdida de recursos, sino también trae algunos efectos indeseables como la baja calidad de frutos en términos de sólidos solubles en el jugo, o tendencia a reverdecer la piel, también se ha notado menor cantidad de raíces y un aparente daño radical después del alto fósforo.

Potasio.

El uso de potasio, ha sido reportado de un considerable número de áreas productoras de cítricos. En algunos casos, el uso reportado aparenta ser grandemente precautorio, mientras en otros, efectos benéficos de potasio, han sido totalmente documentados y el uso justificado. Es primariamente en los suelos altamente lixiviables, ácidos en donde la necesidad de potasio ha sido demostrada.

Los requerimientos de potasio para máximo rendimiento, son satisfechos con muy moderados niveles de potasio en el árbol, sin embargo niveles más altos que los requeridos para aumentar el número de frutos, producen cambios adicionales en tamaño del fruto y niveles extremadamente deficientes, son de poca o nada ayuda en la corrección del estado nutricional de los árboles.

## V. MATERIALES Y METODOS

### 5.1 Características generales de la zona de estudio.

#### 5.1.1.- Localización

La población de Tihuatlán se localiza en el municipio del mismo nombre en el estado de Veracruz y se encuentra ubicado a los 20° 42' 54" de latitud Norte y a los 97° 33' 20" longitud - Oeste.

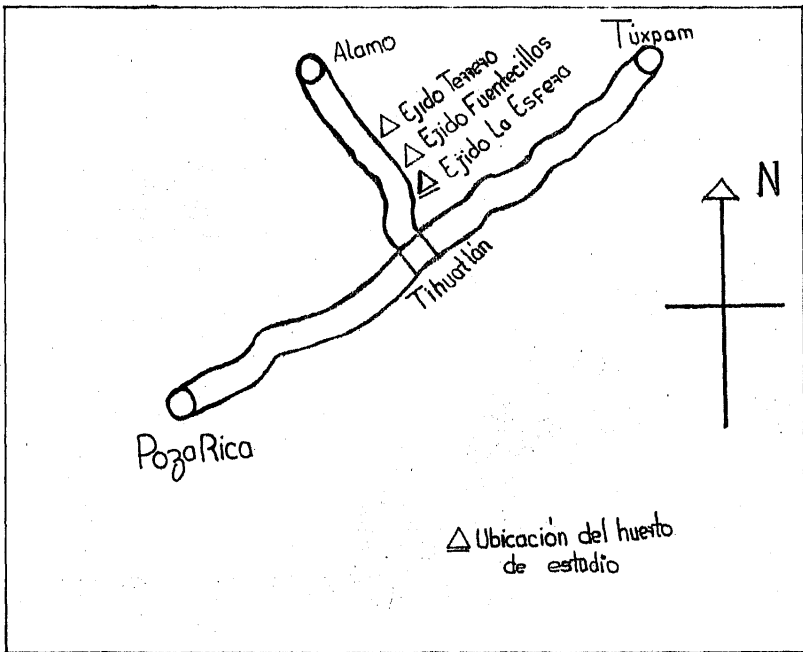
#### 5.1.2.- Clima

De acuerdo con García, E. (1970) el municipio de Tihuatlán presenta un clima tropical cálido con lluvias en verano, con -- dos estaciones secas y una oscilación anual de temperatura de - 8° C. La precipitación media anual asciende a 1350 mm. ( figuras 2 y 3 ).

#### 5.1.3.- Geología.

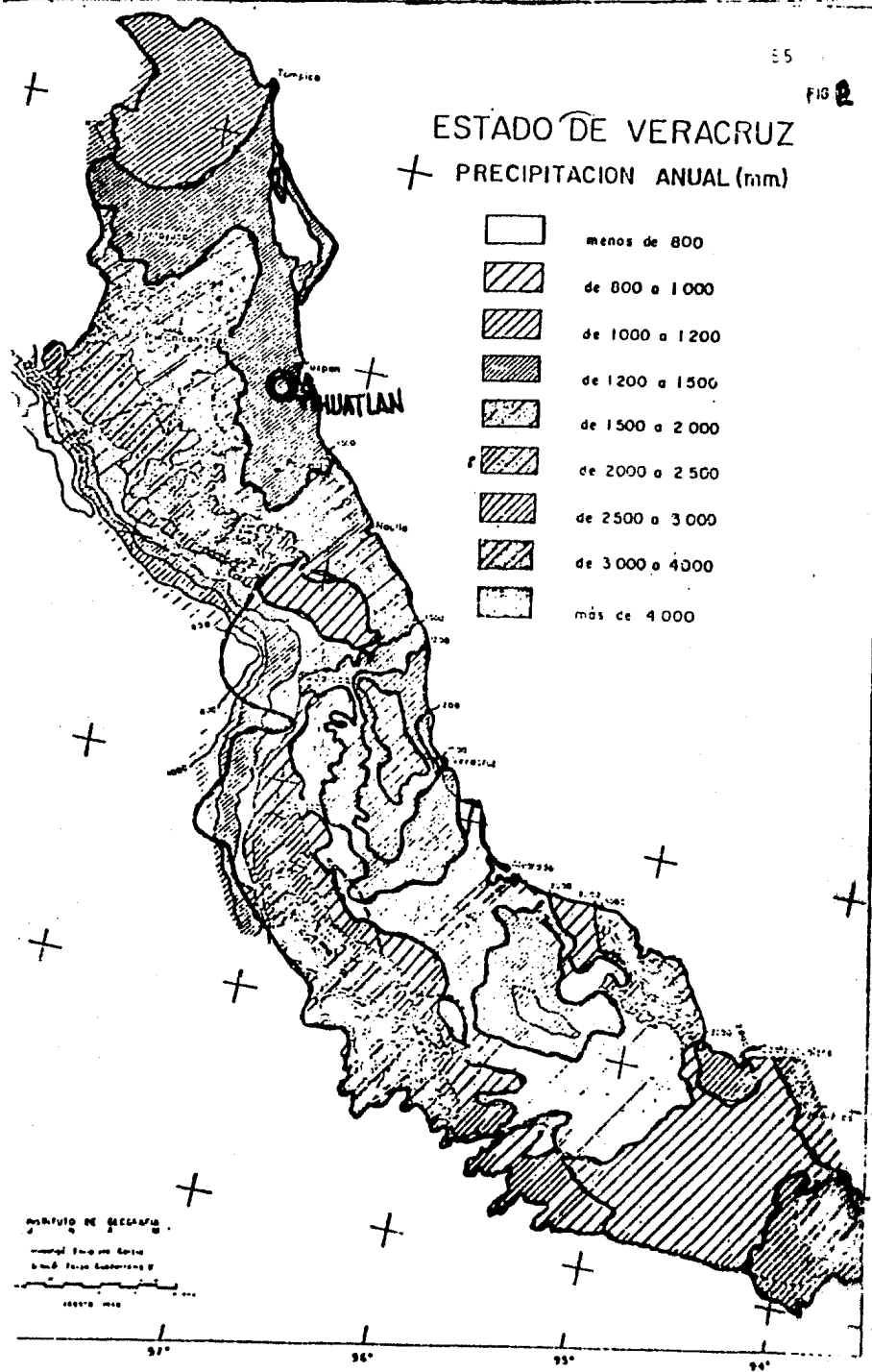
La región tuvo su origen durante la era mesozoica formada- litologicamente por rocas calizas. El poblado está ubicado den- tro de un sistema de lomeríos con pequeñas áreas levemente ondu

FIGURA 1 LOCALIZACION DEL HUERTO DE ESTUDIO



# ESTADO DE VERACRUZ

+ PRECIPITACION ANUAL (mm)



- menos de 800
- de 800 a 1000
- de 1000 a 1200
- de 1200 a 1500
- de 1500 a 2000
- de 2000 a 2500
- de 2500 a 3000
- de 3000 a 4000
- más de 4000

INSTITUTO DE GEOGRAFIA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

1955

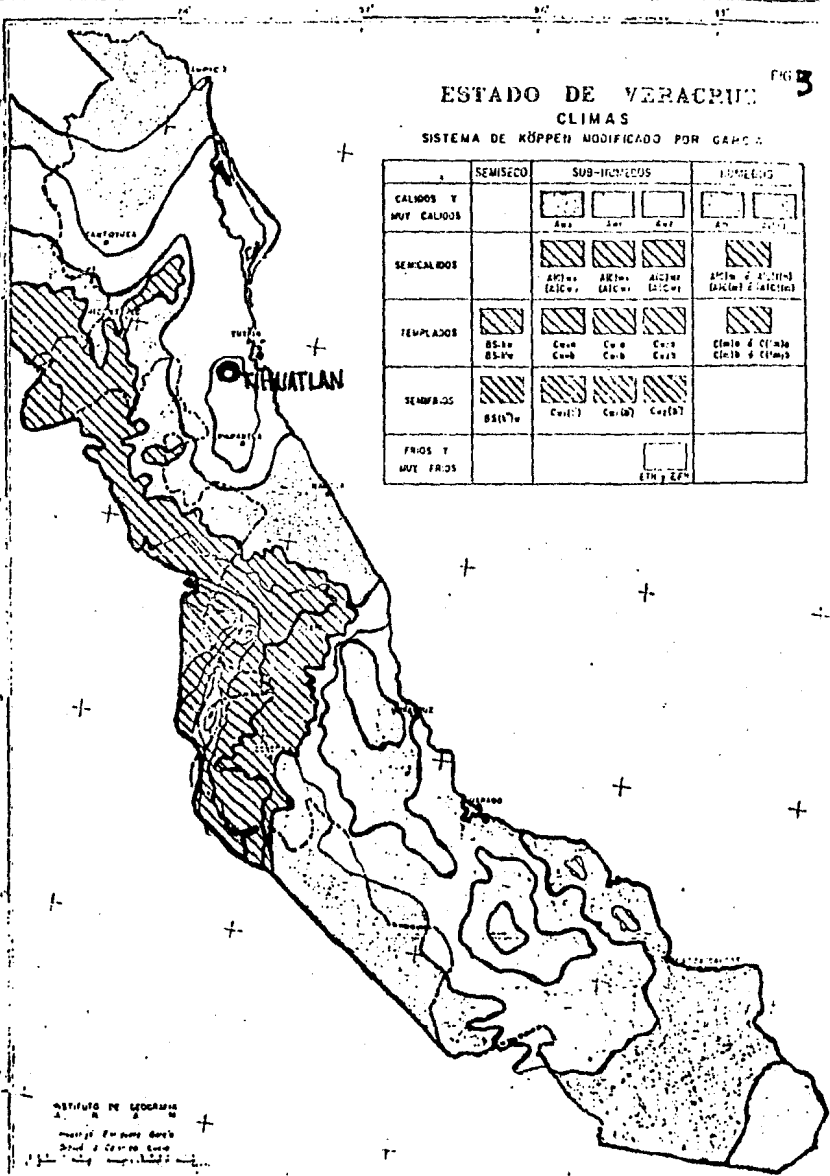
92° 93° 94°

ESTADO DE VERACRUZ  
CLIMAS

FIG 3

SISTEMA DE KÖPPEN MODIFICADO POR GARCÍA

	SEMISECO	SUB-HÚMEDOS			HÚMEDOS
CALIENTES Y MUY CALIENTES		Am <sub>2</sub>	Am <sub>1</sub>	Aw <sub>1</sub>	Aw <sub>2</sub> Af <sub>1</sub> Af <sub>2</sub>
SEMICALIENTES		As <sub>1</sub> (A)Cw <sub>1</sub>	As <sub>2</sub> (A)Cw <sub>2</sub>	As <sub>3</sub> (A)Cw <sub>3</sub>	As <sub>4</sub> (A)Cw <sub>4</sub> Af <sub>1</sub> (A)Cw <sub>1</sub> Af <sub>2</sub> (A)Cw <sub>2</sub>
TEMPERADOS	BSh <sub>1</sub> BSh <sub>2</sub>	Cwa Cwb	Cwb Cwb	Cwb Cwb	Cfb <sub>1</sub> Cfb <sub>2</sub> Cfb <sub>3</sub> Cfb <sub>4</sub> Cfb <sub>5</sub> Cfb <sub>6</sub> Cfb <sub>7</sub> Cfb <sub>8</sub> Cfb <sub>9</sub> Cfb <sub>10</sub> Cfb <sub>11</sub> Cfb <sub>12</sub> Cfb <sub>13</sub> Cfb <sub>14</sub> Cfb <sub>15</sub> Cfb <sub>16</sub> Cfb <sub>17</sub> Cfb <sub>18</sub> Cfb <sub>19</sub> Cfb <sub>20</sub> Cfb <sub>21</sub> Cfb <sub>22</sub> Cfb <sub>23</sub> Cfb <sub>24</sub> Cfb <sub>25</sub> Cfb <sub>26</sub> Cfb <sub>27</sub> Cfb <sub>28</sub> Cfb <sub>29</sub> Cfb <sub>30</sub> Cfb <sub>31</sub> Cfb <sub>32</sub> Cfb <sub>33</sub> Cfb <sub>34</sub> Cfb <sub>35</sub> Cfb <sub>36</sub> Cfb <sub>37</sub> Cfb <sub>38</sub> Cfb <sub>39</sub> Cfb <sub>40</sub> Cfb <sub>41</sub> Cfb <sub>42</sub> Cfb <sub>43</sub> Cfb <sub>44</sub> Cfb <sub>45</sub> Cfb <sub>46</sub> Cfb <sub>47</sub> Cfb <sub>48</sub> Cfb <sub>49</sub> Cfb <sub>50</sub> Cfb <sub>51</sub> Cfb <sub>52</sub> Cfb <sub>53</sub> Cfb <sub>54</sub> Cfb <sub>55</sub> Cfb <sub>56</sub> Cfb <sub>57</sub> Cfb <sub>58</sub> Cfb <sub>59</sub> Cfb <sub>60</sub> Cfb <sub>61</sub> Cfb <sub>62</sub> Cfb <sub>63</sub> Cfb <sub>64</sub> Cfb <sub>65</sub> Cfb <sub>66</sub> Cfb <sub>67</sub> Cfb <sub>68</sub> Cfb <sub>69</sub> Cfb <sub>70</sub> Cfb <sub>71</sub> Cfb <sub>72</sub> Cfb <sub>73</sub> Cfb <sub>74</sub> Cfb <sub>75</sub> Cfb <sub>76</sub> Cfb <sub>77</sub> Cfb <sub>78</sub> Cfb <sub>79</sub> Cfb <sub>80</sub> Cfb <sub>81</sub> Cfb <sub>82</sub> Cfb <sub>83</sub> Cfb <sub>84</sub> Cfb <sub>85</sub> Cfb <sub>86</sub> Cfb <sub>87</sub> Cfb <sub>88</sub> Cfb <sub>89</sub> Cfb <sub>90</sub> Cfb <sub>91</sub> Cfb <sub>92</sub> Cfb <sub>93</sub> Cfb <sub>94</sub> Cfb <sub>95</sub> Cfb <sub>96</sub> Cfb <sub>97</sub> Cfb <sub>98</sub> Cfb <sub>99</sub> Cfb <sub>100</sub>
SEMIFRÍOS	BSt <sub>1</sub> BSt <sub>2</sub>	Cwt <sub>1</sub> Cwt <sub>2</sub>	Cwt <sub>3</sub> Cwt <sub>4</sub>	Cwt <sub>5</sub> Cwt <sub>6</sub>	
FRÍOS Y MUY FRÍOS				ET <sub>h</sub> ET <sub>s</sub>	



INSTITUTO DE GEOGRAFÍA  
A. N. S. N.  
MEXICO, D. F.  
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIONES Y ESTADÍSTICAS

ladas; se definen tres rangos de pendientes de 0-10%, 10-20% y mayor al 20% (S.A.R.H. 1982)

#### 5.1.4.- Suelos

En el área de estudio, se detectaron dos tipos de suelos - que corresponden al Vertisol y Regosol. El Vertisol es un suelo que presenta grietas anchas y profundas en la época de sequía, son suelos muy duros, arcillosos, frecuentemente negros, grises y rojizos.

Son típicos de climas templados y cálidos con una marcada estación seca y otra lluviosa, soportan una vegetación natural muy variada. Su susceptibilidad a la erosión es baja.

El Regosol se caracteriza por no presentar horizontes diferenciados, son claros y se parecen a la roca que les dió origen, se pueden presentar en muy diferentes climas y con diversos tipos de vegetación. Su susceptibilidad a la erosión es muy variable y depende del terreno en el que se encuentre - - - (S.A.R.H. 1982 ).



#### 5.1.5.- Hidrología.

El poblado de Tihuatlán se ubica en la vertiente del golfo en la cuenca hidrológica No. 27 denominada Tuxpan-Nautla.

El área de estudio se desarrolla en la cuenca del río Tuxpan, los principales escurrimientos superficiales drenan parte de la población hacia el río Pantepec. El nivel freático se localiza a una profundidad promedio de 8m.s.n.m. (S.A.R.H. 1982)

#### 5.1.6.- Uso del suelo

La zona de estudio, comprende terrenos donde el ciclo vegetativo de los cultivos depende del agua de lluvia y se siembran en un 80%.

La vegetación original constituida por selva media sub-perenifolia ha sido sustituida en su mayoría por matorral y pastizal, aprovechando éste último como forraje, así mismo se han incrementado las áreas para cultivo de cítricos y la agricultura de temporal. (S.A.R.H. 1982 )

#### 5.2. Caracterización general del suelo de la zona de estudio

### 5.2.1.- Muestreo y preparación de las muestras de suelo.

#### Muestreo

Para los análisis de suelos destinados a frutales o para cultivos con sistemas radiculares profundos (1 m. o más ) se deben de tomar las muestras hasta el nivel en donde se encuentran las zonas de absorción de las raíces.

Se hace un pozo hasta la profundidad estimada para el cultivo y se toman las muestras cada 30 cm. de profundidad empezando de abajo hacia arriba para evitar la contaminación de las muestras inferiores. Generalmente 2 Kg de muestra son suficientes para el análisis de rutina.

Cuando se pueden distinguir claramente los horizontes del suelo en el pozo, se toma una muestra de cada uno de ellos en vez de tomarles cada 30 cm.

Las muestras se deben de tomar inmediatamente antes de preparar el terreno para la siembra. En los terrenos con huertos ya establecidos se hacen los pozos por fuera del perímetro de crecimiento del follaje, área que generalmente indica la extensión de las raíces, con la finalidad de no causarles daño.

El número de pozos por huerto dependerá de la extensión -- del terreno y de su uniformidad. Se pueden hacer varios pozos al azar no muy cerca de los límites del huerto.

Las muestras de cada pozo y de cada profundidad, pueden -- ser analizadas individualmente o bien se pueden preparar muestras representativas mezclando todas las muestras de la misma profundidad de diferentes pozos cuando el terreno es homogéneo.

Las zonas del terreno en donde se observen irregularidades en el desarrollo de las plantas, deberán ser muestreadas y analizadas por separado.

El muestreo realizado en éste huerto, fue en base a las -- tres características diferentes dependiente con que cuenta éste un pozo de muestreo por cada una ( figura 4 ). Para cada pozo se tomaron muestras de 0-30, 30-60 y 60-90 cm. de profundidad, siendo así guardadas éstas en bolsas de polietileno anotando en cada bolsa el número de pozo, la profundidad y la fecha de muestreo correspondientes.

#### Preparación de las muestras

Las muestras de suelo fueron llevadas al laboratorio de --

suelos de la F.F.S.-Cuautitlán, U.M.A.M. en donde se pusieron a secar a temperatura ambiente en la sombra, extendiéndolas en --charolas de plástico para evitar contaminaciones.

Durante el secado, se desmenuzaron los terrenos gruesos, - porque al secarse son más difíciles de romper; se sacaron pei--dras, guijarros y restos vegetales grandes aún sin descomponer.

Ya secas, las muestras se pasaron por un tamiz de maila de 2 mm de abertura para los análisis de rutina. Con 1-1.5 Kg de suelo tamizado fué suficiente para los análisis. Jackson, Ml. - Química de suelos. ( citado por De la Teja, 1983 )

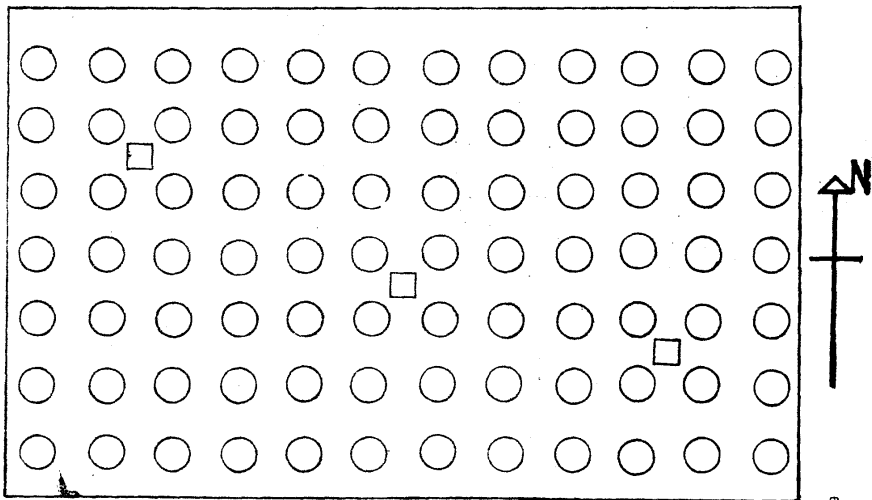


FIGURA 4 Croquis de la distribución de los árboles de naranja y localización de los pozos de muestreo.

62

○ ARBOLES DE NARANJA

□ UBICACION DE LOS POZOS DE MUESTREO

### 5.2.2.- Análisis Físico-Químico del suelo

Se realizaron los siguientes análisis fisicoquímicos de la muestra de suelo:

#### a.- Textura

Método hidrométrico de Bouyoucos simplificado.

#### b.- Contenido de materia orgánica

Método de Walkley y Black.

#### c.- Capacidad de intercambio catiónico total

Por saturación con acetato de sodio-in, elución con acetato de amonio y cuantificación por flamometría.

#### d.- pH con agua y con solución de K Cl IN

Método potenciométrico en una relación suelo-agua 1:2.5 y - relación suelo-K Cl 1:2.5.

### 5.3.- Contenido de nutrientes en el suelo en forma disponible - para las plantas .

#### 5.3.1. Nitrógeno total.

Método de Kjeldahl modificado para incluir nitratos

5.3.2.- Fósforo disponible

Método de Olsen para suelos alcalinos.

5.3.3.- Potasio fácilmente intercambiable.

Por extracción con acetato de amonio 1N PH 7 y cuantificación por flamometría.

5.3.4. Calcio y Magnesio.

Por titulación con EDTA 0.02N.

5.3.5.- Micronutrientes Fe, Mn y Zn

Extracción con una mezcla de HCl 1N y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1N en proporción 2:1 y cuantificación por espectrofotometría de absorción atómica.

#### 5.4.- Diagnóstico de las condiciones nutricionales del cultivo

Para diagnosticar el estado nutricional de los árboles de naranja del huerto estudiado se realizaron observaciones de campo y análisis químicos foliares antes del ensayo de fertilización y después de éste durante la cosecha.

##### 5.4.1.- Observaciones de campo

Se investigó con las personas que trabajan en el huerto -- las prácticas de manejo que se dan a éste, como podas, deshierbes, aplicaciones de insecticidas y fungicidas, así como el tipo de fertilizante, la dosis y frecuencia de su aplicación y -- los rendimientos obtenidos.

Se realizó un recorrido por el huerto y se examinaron varios árboles al azar y por medio de claves y laminas de colores ( Guía de Florida Robert Pratt, Citrus By Richard Ray Lance - - Wacheim ) se identificaron los posibles síntomas externos de deficiencias de elementos nutritivos, así como la presencia de -- plagas y enfermedades.



#### 5.4.2. Análisis Químico Foliar

Para llevar a cabo el Análisis Químico de las hojas de los árboles se debe realizar el muestreo y la preparación adecuada de las muestras.

##### 5.4.2.1 Muestreo de Hojas

El tipo de hoja que se debe coleccionar, su posición en la planta la cantidad y otras características del muestreo foliar dependen en gran parte de la especie vegetal que se estudia y de los objetivos de los análisis.

En éste trabajo, se siguieron los criterios para el muestreo que indican Esteban, V. (1975) y Norman, F.Ch. ( 1966 ) citados por De la Teja, C.O. ( 1983 ).

- 1.- Se tomaron hojas que presentaban aspecto sano y vigoroso, medianamente desarrolladas, es decir ni muy jóvenes ni demasiado viejas, de las ramas centrales y de los 4 puntos cardinales ( por efecto de iluminación ) en el mismo árbol.

- 2.- Considerando la extensión del huerto y la uniformidad en cuanto a condiciones de desarrollo, se tomaron - - muestras de 13 árboles.
- 3.- La cantidad de hojas que se tomó dependió del tamaño de las mismas y que al sacarlas y molerlas fuera una cantidad suficiente para todas las determinaciones -- por duplicado. Para éste trabajo se tomaron 10 hojas por árbol.
- 4.- Se marcaron los árboles que se muestrearon, para seguir el comportamiento durante el tiempo que duró el experimento.
- 5.- Como datos complementarios se tomó nota de las condiciones de manejo del huerto y de su rendimiento para poder correlacionar los resultados de los análisis y facilitar su interpretación.

#### 5.4.2.2.- Preparación de las muestras de hojas

Siguiendo las indicaciones de los mismos autores se prepararon las muestras de hojas para su análisis en el laboratorio

de la siguiente manera:

- 1.- Las hojas se guardaron en sobres de papel para evitar la descomposición del material, con su clave de identificación correspondiente.
- 2.- Antes de poner a secar las hojas, éstas se lavaron -- con agua de la llave tallando muy suavemente la superficie de la hoja por el haz y el envez para eliminar partículas de tierra y finalmente se enjuagaron con agua destilada.
- 3.- Después de lavar las hojas se extendieron sobre un papel secante y se procedió a hacer una segunda selección del material, eliminando las hojas dañadas.
- 4.- Las hojas se pusieron a secar dentro de un horno con circulación de aire, a 65-70°C durante 48 Hrs.
- 5.- El material foliar seco, se molió empleando un molino con cuchillas de acero inoxidable para evitar contaminaciones con elementos como Fe, Al y Cu.

El material molido, se pasó a través de un tamiz con malla

No. 20 ( de 1 mm de abertura ).

El material molido y tamizado se guardó en bolsas de plástico gruesas, debidamente etiquetadas con los datos de muestreo fecha y procedencia.

#### 5.4.2.3.- Análisis Foliar

A las muestras de hojas ya preparadas, se les practicaron los siguientes análisis químicos:

a) Nitrógeno

Método de Kjeldahl.

b) Fósforo

Por extracción con una mezcla triácida y cuantificación colorimétrica con molibdato de amonio.

c) Potasio

Por acenización, dilución en H Cl 0.01N y cuantificación por flamometría.

d) Calcio, Magnesio, Hierro, Manganeso y Zinc.

Por acenización dilución en H Cl 0.01N y cuantificación por espectrofotometría de absorción atómica.

5.4.3.- Interpretación de los resultados de los análisis foliares

Para interpretar los contenidos de elementos nutritivos en las hojas analizadas antes y después del ensayo de fertilización, se siguieron 2 métodos: a) comparando los valores absolutos reportados en % de materia seca con tablas de valores críticos que indican Reuther et al ( 1962 ) para plantas sanas, (Cuadro No. 2 ) y b) comparando los índices de equilibrio fisiológico entre los elementos con los índices de equilibrio que señala Esteban, E. (1960) en cítricos ( Cuadro No. 3 )

## CUADRO 2

## GUIA DE ORIENTACION PARA EL DIAGNOSTICO DEL ESTADO NUTRITIVO DE NARANJOS ADULTOS. (1)

Elemento Unidad		Niveles (2)				
(3)	deficiente	bajo	óptimo	alto	exceso	
N	%	<2.2	2.2/2.3	2.4/2.6	2.7/2.8	más 2.80
P	%	<0.09	0.09/0.11	0.12/0.16	0.17/0.29	más 0.30
K	%	<1.40	0.40/0.69	0.70/1.09	1.10/2.00	más 2.30
Ca	%	<1.6	1.6/2.9	3.0/5.5	5.6/6.9	más 7.00
Mg	%	<0.16	0.16/0.25	0.26/0.60	0.7/1.1	más 1.20
S	%	<0.14	0.14/0.19	0.2/0.3	0.4/0.5	más 0.60
B	ppm	< 21	21/30	31/100	101/260	más 260
Fe	ppm.	< 36	36/59	60/120	130/200	más 250
Mn	ppm.	< 16	16/24	25/200	300/500	más 1 000
Zn	ppm.	< 16	16/24	25/100	110/200	más 300
Cu	ppm.	<3.6	3.6/4.9	5/16	17/22	más 22
Mo	ppm.	<0.06	0.06/0.09	0.10/0.29	0.3/0.4	-----
Cl	%	---	----	<0.3	0.4/0.6	más 0.7
Na	%	---	----	<0.16	0.17/0.24	más 0.25
Li	ppm.	(4)	----	<5	50/75	más 100
As	ppm.	(4)	----	<1	1/5	más 5

- (1) Adaptado de Reuther et. al (1962). Con algunos ajustes, éstos patrones pueden ser aplicados a otras variedades de cítricos comerciales importantes.
- (2) En base a la concentración de elementos en hojas de 5 a 7 meses, de brotación primaveral, en ramas sin fruto terminal. Las hojas han de proceder de árboles sanos y libres de clorosis, quema de puntas, daño por insectos o enfermedades, lesiones mecánicas, etc.
- (3) Referido a materia seca.
- (4) No se sabe que éstos elementos sean esenciales para el desarrollo de los cítricos.

b).- Equilibrio Fisiológico de los nutrimentos.

Los Índices de Equilibrio Fisiológico de los grupos de elementos N: 10P: K, Ca: K: Mg, y Fe: Mn: Zn, se calcularon de la siguiente manera:

- 1.- Se multiplicó por 10 el valor de %P ( porcentaje de fósforo ) para que quedara expresado como 10P y se cumpliera la condición:

$\%N > \%10P > \%K.$

2.- Se suman los % de N+10P+K.

(tomando en cuenta que la suma debe presentar el 100%)

3.- Se calculó la proporción que guarda cada uno de los elementos N, 10P, y K con respecto a la suma total, ésto para obtener la proporción que debe guardar el equilibrio N: 10P: K.

4.- Siguiendo el mismo procedimiento, se calcularon las proporciones de los grupos de elementos Ca: K: Mg, y Fe: Mn: Zn tomando la suma para cada -- equilibrio igual a 100%.

#### Interpretación de los índices de equilibrio

Para saber si los grupos de elementos N: 10P: K, Ca: K: Mg, y Fe: Mn: Zn, de las muestras analizadas se encuentran en equilibrio, es necesario compararlos con los valores de las -- proporciones standar de elementos en equilibrio, ésto en plantas sanas con altos rendimientos, propuesta por Esteban, E. --



(1979) y que se indica a continuación:

C U A D R O 3

Grupo de elementos	N: 10P: K	Ca: K: Mg	Fe: Mn: Zn
Proporciones	50: 30: 20	73:19: 8	50: 30: 20
Condiciones	N 10P K	Ca K Mg	Fe Mn Zn

En todos los valores se permite una variación de  $\pm 10\%$

- 1.- Los elementos de las muestras analizadas que no cumplen con las condiciones señaladas en el cuadro anterior  $\pm 10\%$ , indican problema por exceso o deficiencia dentro de la planta.
- 2.- El exceso de alguno de los elementos, puede ocasionar antagonismo a otros elementos; la falta de algún elemento puede ocasionar que la planta absorba otro en exceso.
- 3.- Para poder entender las causas de algún desequilibrio de los elementos en la planta, es necesario conocer el contenido de elementos nutritivos en el suelo y la forma en que éstos se encuentran, es decir, en forma aprovechables o no aprovechables para las plantas.

4.- Una vez conocidas las causas del desequilibrio de los elementos, es posible recomendar o ensayar un tratamiento para corregirlo.

#### 5.5. Ensayo de Fertilización

Con el fin de corregir las deficiencias y exceso de los elementos nutritivos detectadas mediante el análisis químico foliar inicial, por las observaciones de campo y análisis del suelo, ( ver resultados en los cuadros 5, 6, 7 y 8 ), se procedió a realizar un ensayo de fertilización en el huerto, con las siguientes características:

Tratamientos:

Se probaron 10 tratamientos, incluyendo un testigo sin fertilizar, con tres repeticiones cada uno, tomando como unidad experimental un árbol. Los niveles de fertilización y los elementos aplicados en cada tratamiento fueron los siguientes y la mayor parte de las aplicaciones se realizaron mediante aspersión foliar, únicamente en los tratamientos 8, 9 y 10 los materiales se aplicaron al suelo.

En los tratamientos 9 y 10, se aplicaron únicamente mejoradores del suelo como azufre y estiércol de bovino ( ver cuadro 4 )

En la siguiente figura (número ) se indica la distribución de los tratamientos y las repeticiones en el huerto.

## C U A D R O 4

## 5.5.1 Tratamientos. Ensayo de fertilización

Tratamiento	N I V E L E S <sup>1</sup>					
	N	P	K	Mg	Mn	Zn
1.- Testigo	0	0	0	0	0	0
2.- Foliar	0	0	225	113	0	0
3.- Foliar	0	0	225	113	28	0
4.- Foliar	225	225	225	113	0	0
5.- Foliar	225	225	225	113	28	0
6.- Foliar	225	225	225	0	28	225
7.- Foliar	225	225	225	113	0	225
8.- Suelo	1 000	1 000	1 000	113(f)	0	0
9.- Suelo	340 gr Azufre/árbol					
10.-Suelo	170 gr Azufre + 170 gr estiércol/árbol					

<sup>1</sup> Las aplicaciones foliares se expresan en gr. del elemento /189 lt. de agua y las aplicaciones al suelo se expresan en gr/árbol.

(f) Aplicación foliar

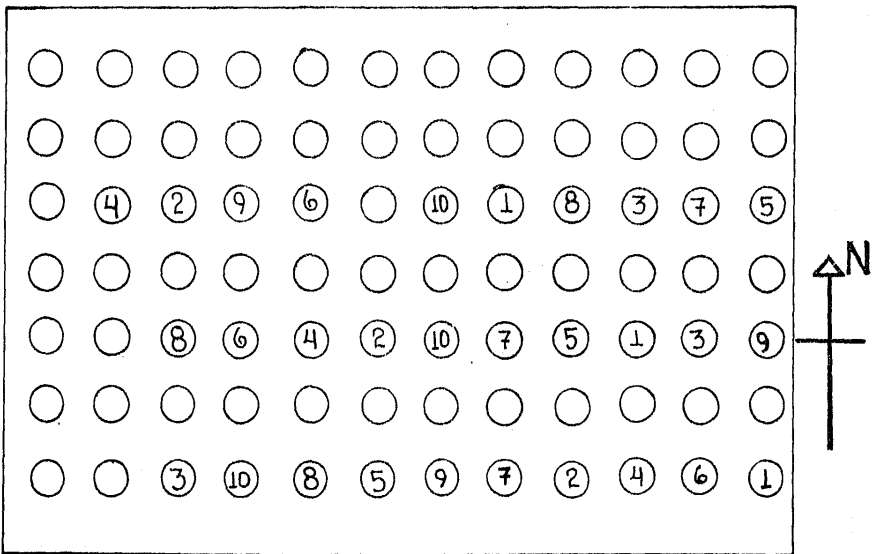


Figura 5 Distribución de los tratamientos y repeticiones en el huerto

### 5.5.2.- Materiales Fertilizantes

Como en el mercado no se encontraron los productos químicos comerciales que se requerían para realizar la fertilización foliar, se utilizaron reactivos químicos, tomando en cuenta su pureza como elemento haciendo las conversiones necesarias.

Los elementos que se utilizaron como reactivos y para la fertilización fueron los siguientes:

Nitrato de Magnesio Q.P. (Químicamente Puro)

Sulfato de Manganeso Q.P.

Sulfato de Zinc Q.P.

Sulfato de amonio 20.5%

Superfosfato de calcio simple 20%

Sulfato de potasio 50%

Azufre agrícola

Estiércol de bobino bien descompuesto.

### 5.5.3.- Método de aplicación

De acuerdo con el experimento que se efectuó, se requería aplicar en forma foliar varios tratamientos, por lo tanto se -

utilizó la aspersión foliar.

La aspersión se realizó en el mes de mayo ( antes de la caída de frutos de junio ) utilizando una aspersora de tipo -- manual con capacidad para 12 litros, utilizando de 8-10 litros de solución por árbol, habiendo casos en los que se utilizaba más y en otros menos.

En los tratamientos que se aplicó a el suelo, se utilizó la aplicación directa a el suelo en toda la parte de goteo del árbol, se realizó un tratamiento con ambas aplicaciones, tanto foliar como a el suelo.

## VI.- RESULTADOS Y DISCUSION

### 6.1.- Aspecto general del huerto.

El huerto utilizado para la elaboración de éste experimento, se encontraba en muy malas condiciones, ya que no se le -- efectuaban ni las más mínimas prácticas culturales que éste ne cesitaba para obtener una buena producción, presentando las si guientes características: enhierbado completamente, mala forma

ción, con enfermedades causadas por hongos y en los últimos -- cuatro años, no se había recibido ningún tipo de fertilización.

#### 6.1.1 Análisis del suelo

Los resultados de los análisis físicos y químicos de los suelos del huerto estudiado, que se presentan en el cuadro 5 - nos indican que se trata de suelos de color gris pardusco claro 10YR 6/2 en los primeros 60 cm. de profundidad y café muy pálido 10YR7/4 por debajo de los 60 cm. en seco; presentan textura media, migajón arcillosa en todo su perfil, para la cual corresponde un rango de permeabilidad lenta, según las indicaciones del manual de conservación del suelo y del agua, Colegio de Postgraduados de Chapingo ( 1977 ).

El pH de éstos suelos con agua (1:2:5) oscila en los primeros 30 cm. de profundidad entre 7.5 y 7.9, considerados como ligeramente alcalinos, mientras que a mayor profundidad presen tan pH de 8.0 a 8.2 moderadamente alcalinos.

Los suelos son ricos en materia orgánica en su capa superficial (0-30 cm) con 3.0 a 4.0%, disminuyendo con la profundidad hasta 1.0%.



Presentan una C.I.C.T. alta a lo largo de todo el perfil, con valores de 45 a 48 meq/100 gr en el pozo I y de 51 a 58 -- meq/100 gr en los pozos II y III, lo cual implica una buena retención de elementos nutritivos en forma intercambiable evitando la lixiviación de los mismos.

C U A D R O 5  
CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO

Pozo	Profundidad (cm)	Color en seco.	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	M.O. %	C.I.C.T. meq/100g	p.H. con agua	C.E. mmhos/cm
I	0-30	10YR6/2	22	44	34	migajón arcilloso	4.0	48	7.5	0.76
	30-60	10YR6/2	22	44	34	migajón arcilloso	2.1	48	7.9	0.76
	60-90	10YR7/4	22	44	34	migajón arcilloso	1.0	45	8.0	0.61
II	0-30	10YR6/2	22	44	34	migajón arcilloso	2.6	55	7.9	0.99
	30-60	10YR6/2	26	40	34	migajón arcilloso	1.9	54	8.0	0.66
	60-90	10YR7/4	22	44	34	migajón arcilloso	1.0	51	8.2	0.56
III	0-30	10YR6/2	22	44	34	migajón arcilloso	3.0	56	7.9	0.61
	30-60	10YR7/4	22	44	34	migajón arcilloso	2.6	54	8.0	0.61
	60-90	10YR7/4	22	44	34	migajón arcilloso	1.1	53	8.1	0.51

+ Gris pardusco claro

' café muy pálido

La conductividad eléctrica en los extractos de saturación de éstos suelos, oscila entre 0.51 y 0.76 mmhos/cm a 25° C por lo que se considera que no tienen problemas de salinidad.

Con respecto al contenido de elementos nutritivos en estos suelos, los resultados se presentan en el cuadro (6) y la interpretación de estos es la siguiente:

Nitrógeno.- El contenido de nitrógeno para los tres pozos en los primeros 30 cm. de profundidad, resultó ser medio, en la profundidad de 30-60 cm. para los tres pozos es medio pobre y en la profundidad 60-90 cm. para los tres pozos, resultó ser muy pobre lo cual relaciona perfectamente con el contenido de materia orgánica.-

Fósforo.- El fósforo en los primeros 30 cm. de los pozos I y II se encontró en una cantidad media y en el pozo número III en los primeros 30 cm., se encontró medio pobre; en las profundidades 30-60 cm. de las muestras I y II se encontró medio pobre; en el pozo número III en la misma profundidad fue medio; en la profundidad de 60-90 cm., se encontró en el pozo número I muy rico y en los pozos II y II fue medio.

Potasio.- El potasio fácilmente apreciable, se encontró -

en los tres pozos y en las tres profundidades de cada pozo en cantidades extra ricas.

Calcio.- El calcio se encontró en los tres pozos y en las tres profundidades de cada pozo en cantidades extra-ricas.

Magnesio.- El magnesio en el primer pozo y en la profundidad 0-30 cm. se encontró en cantidades muy ricas, mientras -- que en el pozo II y III a la misma profundidad se encontró medio rico; en el pozo I y a profundidad 30-60 cm., se encontró en cantidad media rica y en los pozos II y III a la misma profundidad se encontró en cantidades medias; en la profundidad-60-90 cm., en el pozo I y III está en cantidades pobres y el pozo II en valores medios.

Fierro.- El fierro se encontró en cantidades muy altas para todos los pozos y todas las profundidades, a pesar del pH-alcalino y de las altas concentraciones de calcio.

Manganeso.- El manganeso se encontró en cantidades muy altas en las tres profundidades de los tres pozos.

Zinc.- El zinc se encontró en valores medios para los - - tres pozos y en las tres profundidades por pozo.

## C U A D R O 6

## CONTENIDO DE ELEMENTOS NUTRITIVOS EN EL SUELO (Kg/ha)

POZO	PROFUNDIDAD (CM)	N APROV.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
I	0-30	100	29	3 043	9 380	285	161	193	5.1
	30-60	52	15	2 488	8 240	162	208	185	3.9
	60-90	25	29	1 610	7 970	84	150	157	3.6
II	0-30	90	29	2 402	8 960	234	153	199	5.8
	30-60	48	15	2 000	9 090	149	162	196	4.2
	60-90	25	29	1 478	8 680	124	177	174	4.1
III	0-30	75	15	1 769	9 160	207	117	173	4.5
	30-60	65	44	1 571	8 680	132	128	160	3.9
	60-90	28	29	1 610	7 970	84	150	157	3.6

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de suelo, éste se considera fértil ya que las cantidades de nutrime--tos pueden satisfacer aparentemente los requerimientos del cul--tivo de naranja.

#### 6.2.- Resultados del Análisis Foliar Inicial.

Por medio de las observaciones directas en el campo, sola--mente se pudo apreciar las deficiencias de Nitrógeno, Magnesio y Zinc.

Los resultados del análisis químico foliar inicial se pre--sentan en el cuadro (7) expresados como valores críticos en % de materia seca y en el cuadro (8) expresando la proporción que - - guardan los elementos entre sí, es decir como equilibrio fisioló--gico o nutricional.

Los datos expresados como valores críticos (5 de materia se--ca) se pueden interpretar de acuerdo con la guía propuesta por - Reuther, et al ( 1962 ) que se indica en la metodología, para --dar el siguiente estado nutricional del huerto:

- Presenta deficiencias de N, K y Mg.

- Es bajo en Na, B y Mn.
- Con cantidades óptimas de P, Fe y Zn.
- Con altas concentraciones de Ca, S y Cu.

Estos valores no nos indican directamente las relaciones -- que existen entre los elementos. A pesar de que el análisis del suelo indica cantidades suficientes de N, K y Mg, el análisis fo liar interpretado mediante la comparación de los niveles críti--cos nos revela que existe una deficiencia de éstos 3 elementos, aunque los síntomas aún no se manifiestan externamente, excepto por la baja producción de fruto, ésto podría corresponder a la -- llamada hambre oculta. Por otra parte, los síntomas ex ternos re velan claramente deficiencia de Zinc, lo cual no se aprecia me--diante éste método de análisis, además de que el análisis del --suelo también indica contenidos adecuados de Zinc.

Mediante el análisis químico inicial se encontraron altas -- concentraciones de calcio, en las hojas, por lo que se pensó que ésta podría ser una de las causas de las deficiencias de K y Mg, que se pueden apreciar en el desplazamiento de las proporciones--de los elementos que forman el grupo o Ca: K: Mg.

Por otra parte, el bajo contenido de K ocasiona un ligero -- aumento en las proporciones de N y P en las hojas, como se de--

muestra en la proporción N; 10P: K.

La deficiencia de Zinc, que se detectó en los árboles mediante la apreciación de los síntomas externos, puede ocasionar la concentración del Hierro en las hojas y ésta a su vez provoca una baja en la concentración de Mn. Esto se puede observar en los valores de las proporciones entre los elementos del grupo -- Fe: Mn: Zn.

Considerando que existen en el suelo los elementos nutritivos disponibles pero con un exceso de Calcio, como lo demuestra el análisis químico del suelo, se pensó que mediante una aplicación foliar de K, Mg y Mn se podrían restablecer las proporciones adecuadas o el equilibrio nutricional entre los elementos y de ésta manera aumenta la producción en este cultivo.

Lo anterior, fue el caso del tratamiento 3 cuya producción es estadísticamente comparable a los otros tratameintos con una fertilización completa que forman parte del grupo "a".

Para poder indicar la conveniencia de fertilizar el huerto con el tratamiento 3 o con otro tratamiento del grupo "a sería conveniente llevar a cabo un análisis de costos y así determinar



la dosis óptima económica.

C U A D R O 7

RESULTADOS DEL ANALISIS FOLIAR INICIAL

ELEMENTO	CONCENTRACION	NIVEL
N	2.05%	Deficiente
P	0.13%	Optimo
K	0.16%	Deficiente
Ca	6.73%	Alto
Mg	0.14%	Deficiente
S	0.47%	Alto
Na	0.10%	Bajo
B	30 p.p.m.	Bajo
Cu	19 p.p.m.	Alto
Fe	103 p.p.m.	Optimo
Mn	27 p.p.m.	Bajo
Zn	31 p.p.m.	Optimo

## C U A D R O # 8

RESULTADOS DEL ANALISIS FOLIAR INICIAL EXPRESADOS EN PROPORCIONES  
(EQUILIBRIO FISIOLÓGICO)

%N : %10P : %K	%Ca : %K : %Mg	%Fe : %Mn : %Zn
59 : 37 : 5 Optimo Optimo Def.	96 : 2 : 2 Exceso Def. Def.	65 : 15 : 20 Alto Def. Optimo
50 : 30 : 20+	73 : 19 : 8+	5- : 30 : 20+

+ Valores considerados normales ( expresados en porcentaje )  
del Equilibrio Fisiológico tomando en cuenta el ± 10% de error -  
para cada porcentaje.

En el grupo de elementos N : 10P : K se cumple la condición  $\%N > 10P > K$ , pero la baja proporción de K aumenta ligeramente las proporciones de N y P lo que significa que debe existir una marcada deficiencia de K que ocasiona la ligera acumulación de N y P en las hojas, ya que como se sabe, una baja en el contenido de K tiende a aumentar el nivel del N foliar.

En el grupo de elementos Ca : K : Mg también se cumple la condición de equilibrio  $\%Ca > \%K > \%Mg$ , sin embargo los valores indican cantidades excesivas de calcio en las hojas, éste elemento al ser antagónico del K y del Mg puede ser la causa del bajo nivel de éstos últimos. Hay que recordar que el suelo contiene altas concentraciones de Ca soluble y pH ligeramente alcalino.

En cuanto al grupo de los elementos Fe : Mn : Zn se puede apreciar que se cumple la condición  $\%Fe > \%Mn > \%Zn$ , pero la proporción de Fe es ligeramente alta, lo cual puede ocasionar por antagonismo una disminución en las concentraciones de Mn y de Zn en las hojas.

Por otra parte, también se debe considerar que los suelos de pH alcalino ricos en Ca, pueden tener baja concentración de éstos elementos en forma aprovechable, aunque los resultados en este suelo indican lo contrario.

### 6.3.- Resultados de productividad en el ensayo de fertilización.

En el cuadro (9) se presentan las cantidades de fruto que se obtuvieron por repetición/tratamiento y el cálculo de las medias ( $\bar{X}$ ).

Como se puede apreciar en las medias, matemáticamente los valores a simple vista, no presentan diferencias significativas con relación al testigo sin fertilizar (tratamiento 1) excepto en el tratamiento 10, que fué abonado únicamente con estiércol y azúfre, en donde la producción fue ligeramente más baja.

Por otra parte, una análisis estadístico de los datos obtenidos de los (cuadros 1, 2, 3, 4 y 5 del Anexo) nos indica los siguientes resultados:

No existe diferencia significativa entre bloques; y en cuanto al análisis de los tratamientos, al comprobar estadísticamente que la  $F.C_{Tt}$  (.05) se puede afirmar que existen diferencias significativas entre tratamientos.

Al encontrarse diferencias significativas de los tratamientos, se procedió a efectuar las pruebas de la significación en--

## C U A D R O 9

CANTIDAD DE FRUTO PRODUCIDO EN EL ENSAYO DE FERTILIZACION

Tratamiento	Repetición-Rendimiento-Kg./árbol			
	I	II	III	$\bar{X}$
1	12.100	11.600	11.300	11.666
2	12.200	12.800	11.900	12.300
3	13.100	12.700	12.900	12.900
4	14.200	14.100	13.800	14.033
5	14.200	13.900	12.500	13.533
6	14.200	14.600	13.700	14.166
7	13.700	14.000	13.900	13.866
8	10.200	10.500	10.900	10.533
9	10.000	11.300	8.900	10.066
10	9.800	10.000	10.100	9.966

tre las diferencias de los tratamientos, mediante comparaciones múltiples aplicando la Prueba de Tukey obteniendo lo siguiente:

Los 10 tratamientos se pueden separar en 5 grupos de acuerdo con la diferencia significativa entre ellos.

Grupo	Tratamiento
a	6, 4, 7, 5, 3
b	5, 3, 2
c	3, 2, 1
d	1, 8
e	8, 9, 10

El grupo de tratamientos con mayor producción en cuanto a valores absolutos (kg de fruta/árbol) es el "a" y el de menor producción es el "e".

Dentro de cada grupo mencionado, el primer tratamiento que se indica es el de mayor producción y le siguen los otros en orden decreciente respectivamente.

Todos los tratamientos del grupo "a" fueron fertilizados por aspersion foliar con los tres macroelementos primarios N, P, K, y el macroelemento secundario Mg, excepto el tratamiento número

no 3 en donde solo se aplicaron los macrelementos K y Mg. La otra diferencia entre éstos tratamientos son las aplicaciones de microelementos Mn y Zn. como se puede apreciar en éste mismo -- grupo, el tratamiento 6 con mayor producción de fruto, contenía los elementos N, P, K, Mn y Zn, mientras que el tratamiento 3 -- con menor producción sólo contenía K, Mg y Mn.

Los tratamientos del grupo "b" fueron fertilizados por aspersión foliar, pero entre ellos existe mayor diferencia en cuanto al tipo de elementos nutritivos que se aplicaron, en el tratamiento 2, sólo se aplicó K y Mg, en el 3 se aplicaron K, Mg y Mn mientras que en el 5 se aplicaron N, P, K, Mg y Mn.

Los tratamientos del grupo "c" formado por los tratamientos 3, 2, 1 son estadísticamente iguales al testigo sin fertilizar, aunque en valores absolutos son ligeramente mayores que aquel. Los tratamientos 3 y 2 se describieron en el grupo anterior y el número 1 es el testigo.

En el grupo "d" el tratamiento 8 recibió una aplicación de N, P, K directamente en el suelo más una aplicación foliar de Mg estadísticamente su producción es similar a la del testigo número 1 aunque numericamente resultó ligeramente menor que éste.

Entre los tratameintos que forman el grupo "e" de menor producción de fruto, figuran los números 8, 8, 10; el primero se -- describió en el grupo anterior, en el número 9 solamente se aplicó Azúfre directamente en el suelo y en el 10 se aplicó Azúfre y estiércol. La producción en éstos fué menor que en el testigo.



C U A D R O 10  
 RESULTADOS DEL ANALISIS FOLIAR POST-TRATAMIENTO E INTERPRETACION

Elemento	N(%)	P(%)	K(%)	Ca(%)	Mg(%)	S(%)	Na(%)	B ppm	Cu ppm	Feppm	Mnppm	Znppm
Testigo	2.24 B.	0.15 O.	1.35 A.	7.20 E.	0.28 O.	0.21 O.	0.06 B.	38 O.	23 E.	300 E.	42 O.	110 A.
	2.82 E.	0.15 C.	1.18 A.	7.11 E.	0.34 C.	0.30 E.	0.23 C.	11 E.	16 C.	323 E.	41 O.	43 O.
	2.82 E.	0.10 B.	0.91 O.	6.15 A.	0.37 O.	0.220 A.	13 O.	13 D.	13 O.	277 E.	41 O.	26 O.
	2.71 A.	0.10 B.	0.95 O.	6.23 A.	0.37 O.	0.210 A.	0.17 B.	10 D.	15 O.	320 E.	37 O.	34 O.
	2.30 E.	0.10 E.	1.17 A.	6.41 A.	0.36 C.	0.290 E.	0.16 E.	24 E.	11 C.	327 E.	30 O.	24 B.
	2.56 O.	0.11 B.	1.08 O.	6.89 A.	0.31 O.	0.230 A.	0.20 D.	15 O.	11 E.	333 O.	36 O.	23 B.
	3.04 E.	0.11 E.	1.06 O.	5.69 A.	0.40 O.	0.225 A.	0.16 B.	10 D.	9 O.	276 E.	38 O.	28 O.
	3.07 E.	0.12 O.	1.13 A.	5.95 A.	0.38 C.	0.222 A.	0.27 E.	10 E.	11 O.	256 E.	35 O.	29 C.
	2.00 C.	0.12 C.	1.69 A.	5.29 C.	0.47 C.	0.261 E.	0.17 E.	13 E.	8 C.	323 E.	43 O.	22 B.
	2.56 O.	0.11 B.	1.11 A.	3.57 O.	0.42 O.	0.257 E.	0.17 B.	15 E.	12 O.	370 E.	34 O.	21 B.

- I. exceso  
 A. Alto  
 O. Optimo  
 B. Bajo  
 D. deficiente

C U A D R O 1.1

RESULTADOS DEL ANALISIS FOLIAR POST-TRATAMIENTO EXPRESADO EN PROPORCIONES (EQUILIBRIO FISIOLÓGICO)

%N : %10P : %K			%Ca : %V : %Mg			%Fe : %Mn : %Zn		
1	44 : 30 : 26	Optimo Optimo Optimo	82 : 15 : 3	Optimo Optimo Optimo	67 : 9 : 24	Alto Bajo Optimo		
2	51 : 27 : 22	Optimo Optimo Optimo	82 : 14 : 4	Optimo Optimo Optimo	79 : 10 : 11	Alto Bajo Optimo		
3	60 : 21 : 19	Optimo Optimo Optimo	93 : 12 : 5	Optimo Optimo Optimo	89 : 12 : 8	Alto Bajo Bajo		
4	58 : 22 : 20	Optimo Optimo Optimo	82 : 13 : 5	Optimo Optimo Optimo	82 : 9 : 9	Alto Bajo Bajo		
5	52 : 24 : 26	Optimo Optimo Optimo	81 : 15 : 4	Optimo Optimo Optimo	96 : 9 : 6	Alto Bajo Bajo		
6	54 : 23 : 23	Optimo Optimo Optimo	82 : 13 : 4	Exceso Bajo Bajo	85 : 9 : 6	Alto Bajo Bajo		
7	59 : 21 : 20	Optimo Optimo Optimo	80 : 15 : 4	Optimo Optimo Optimo	81 : 11 : 8	Alto Bajo Bajo		
8	57 : 22 : 21	Optimo Optimo Optimo	90 : 15 : 5	Optimo Optimo Optimo	87 : 11 : 9	Alto Bajo Bajo		
9	41 : 24 : 35	Optimo Optimo Exceso	71 : 23 : 6	Optimo Optimo Optimo	84 : 11 : 5	Alto Bajo Bajo		
10	54 : 23 : 22	Optimo Optimo Optimo	70 : 22 : 8	Optimo Optimo Optimo	87 : 9 : 5	Alto Bajo Bajo		
	50 : 20 : 20+		70 : 20 : 8+		50 : 30 : 20+			

\* Valores considerados normales (expresados en porcentaje) del Equilibrio Fisiológico tomando en cuenta el  $\pm 10\%$  de error para cada porcentaje.

## VII.- CONCLUSIONES

- 1.- Los objetivos propuestos para este estudio, fueron cubiertos satisfactoriamente.
- 2.- Todos los tratamientos en los cuales la aplicación de los elementos nutritivos fue directa (foliar) respondieron positivamente.
- 3.- Numericamente el mejor tratamiento en el que se observó un mejor rendimiento fue el tratamiento número 6, con una fertilización completa de N, P, K, Mn y Zn, aunque estadísticamente igual que los tratamientos 4, 7, 5 y 3 3n donde se aplicaron menos nutrimentos.
- 4.- Se debe de tomar muy en cuenta el tratamiento número 9, -- azúfre en el suelo, ya que puede dar buenos resultados a largo plazo, puesto que baja el exceso de Ca que es el -- principal problema por su antagonismo con otros elementos y disminuye el pH del suelo.
- 5.- Algo muy importante que se debe considerar junto con los análisis foliares, son los antagonismos de los elementos,-

ya que el análisis foliar nos revela las cantidades de los elementos en las hojas del árbol, pero no la disponibilidad de éstos para el árbol mismo. Es por esto que en los análisis foliares se obtienen cantidades óptimas de los elementos, pero estando en el campo se pueden observar claramente las deficiencias de un elemento, por lo que es muy importante también tomar en cuenta las observaciones de campo.

- 6.- Es de mucha importancia tomar en cuenta el análisis foliar, análisis del suelo, equilibrio fisiológico, valores críticos y detección de deficiencias en forma visual, ya que en conjunto nos permite conocer y saber cuales son las posibles deficiencias que puede presentar un huerto cítrico, cuales son sus posibles efectos y que se puede hacer para evitarlos.
- 7.- Hacer aplicaciones foliares en cada flujo de crecimiento de: Mg, Mn y Zn, en esta zona además de la aplicación normal de los elementos primarios, con el fin de evitar deficiencias.

## 7.1.- RECOMENDACIONES

- Es importante proporcionar a los huertos de cítricos todas las prácticas culturales que requieran.
- Efectuar análisis foliares cuando menos una vez al año - para saber en que condiciones nutricionales se encuentra el cultivo.
- Auxiliarse con un análisis de suelo para una mejor interpretación de resultados.
- Marcar los árboles en donde se toman las muestras foliares para que cada vez que se necesiten se tomen del mismo árbol y así poder llevar un control a lo largo de toda la vida productiva del huerto.
- Convendría construir tablas patrón basados en un intensivo sobre las cantidades óptimas de nutrientes en naranja para las zonas productoras del país, ya que al no contar con éstas se tiene que recurrir a tablas hechas en otros países con condiciones diferentes.

- Se debe de tomar muy en cuenta las características del suelo, con el fin de calibrar y utilizar los métodos más adecuados para los análisis de cada tipo de suelo.

## VIII.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- Aldrich, D.G. y Haas, A.R.C. (1949) " Response of lemon -- trees to phosphorus and potassium ". Calif. Citrog. 35 (5) 21-24.
- 2.- Anderson, C.A. and Leonar, C.D. (1982) Comparision of Seve-- ral zinc foliar treatments for correction of zinc deficien-- cy in citrus trees. Institute of Food and Agricultural - - Sciences (FAS) University of Florida.
- 3.- Bouma, D. (1956) " Studies in citrus nutrition. II. Phos-- phorus deficiency and fruit quality ". Austr. J. Agric. -- Res. 7 (4), 261.
- 4.- Burke, J.H. (1967) The commercial Citrus Regions of the -- World; en Reuther W. et. al. The Citrus Industry. History-- World Distribution, Botany and Varieties. A. Cetennial Pu-- blication of the University of California. Vol. I. pp 40-- 62.
- 5.- Chapman, H.D. (1949) Citrus leaf analysis. Nutrient defi-- ciencies, excesses and fertilizer requirements of soil in-- dicated by diagnostic. Calif. Agr. 3, 10, 12, 14.

- 6.- Chapman, H.D. and Brown, S.M. (1950) Analysis of orange -- leaves for diagnosing nutrient status, with reference to -- potassium. Hilgardia 19, 501-540.
  
- 7.- De la Teja, Angeles, C.O. (1983) Guía para los análisis de Suelos y su Interpretación Agronómica. En mimeógrafo. -- F.E.S.-Cuautitlán, Departamento de Ciencias Agrícolas, -- U.N.A.M.
  
- 8.- De la Teja, Angeles, C.O. (1983) Guía para diagnosticar - deficiencias nutricionales en plantas de cultivo mediante - el Equilibrio Fisiológico de los elementos. En mimeógrafo F.E.S.- Cuautitlán, Departamento de Ciencias Agrícolas. U.N.A.M.
  
- 9.- Del Rivero J.M. (1968) Los estados de carencia de los - - Agrios. 2da. Edición. Editorial Mundi-Prensa, Madrid España p.p. 70-209.
  
- 10.- Esteban, Velasco, E. (1975) El Equilibrio Fisiológico como Índice para el Diagnóstico de Deficiencias Nutritivas. Publicado en Anales de Edafología y Agrobiología, tomo - - XXXIV, Nums. 7,8 Madrid.



- 11.- García, E. (1970) Los climas del Estado de Veracruz. Anales del Instituto de Biología. U.N.A.M. Serie Botánica - -  
4 (1) : 3-42.
- 12.- Jackson, M.C. (1965) Química de suelos. Análisis Omega. -  
Barcelona, España.
- 13.- Klots, J.L. (1958) Color, Hand Book of Citrus Diseases. Division of Agricultural Sciences. University of California.
- 14.- Lillileland, O. (1932). " Experiments in K and P deficiencies with fruit trees in the field ". Proc. Amer. Soc. - -  
Hort. Sci. 24, 272, 276.
- 15.- Mann, M.S. and Takkar, P.N. (1983). Antagonism of micronutrient cations on sweet orange leaves. Department of - -  
Soils, Punjab Agricultural University, Ludhiana, Punjab, -  
India.
- 16.- Norman Franklin Childers (1966) Nutrition of Fruit Crops, Tropical Sub-Tropical, Temperate tree and Small Fruits. -  
New Brunswick, New Jersey.

- 17.- Marloth, R. H. (1955) Citrus and Sub-tropical research" -- Farming in S. Africa, 30 (348), 160.
- 18.- Mortveit, J.J. Giordano, P, Lindsay, W. L. (1983), Micro-nutrientes en la agricultura. Ed. AGY. S. A. México.
- 19.- Palacios, Jaime; Aguilar, Villalvilla, A. y Esteban, Velasco E., (1978) Estudio previo sobre la Nutrición de Aguacate por Análisis Foliar. Anales de Edafología y agrobiología, tomo XXX VIII, Nums. 9-10 Madrid.
- 20.- Parker, E.R.; Jones, W. (1950). Orange fruit sizes in relation to Potassium fertilization in a long-term. Experiment in California, Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 55, 101-113.
- 21.- Piojoan Pascual, J. (1977) Estudios sobre la fisiología de la nutrición en árboles frutales. Manzano (datos no publicados ) C.I.N.V.E. Caldas de Malavella, Ceroná.
- 22.- Praloran, J.C. (1977) Técnicas Agrícolas y Producciones -- Tropicales " Los Agrios ", Editorial Blume, Barcelona.
- 23.- Pratt, R. M. (1974). Guía de Florida sobre Insectos, Enfermedades y trastornos de la Nutrición en los frutos Cítri--

cos. Editorial Limusa.

- 24.- Reclade. L. Esteban, E. (1960) Nutritious Equilibrium of -  
Olive Crops, studied, Through leaf analysis Agroquímica X  
371-385.
- 25.- Reitz, H. J., Leonhard, C.D., Sites, W.F., Stewart, J.; --  
Wonder J.W. (1954). " Recommended Fertilizers and Nutricion  
al Sprays for Citrus " University of Florida Agric. Exp.  
Sta. Bull. 536.
- 26.- Reyes, Castañeda, Pedro (1978) Diseño de Experimentos Aplica  
dos Editorial Trillas. México.
- 27.- Jacob, A. y V. Vexküll, H. (1973) Fertilización Nutrición-  
y abonados de los cultivos tropicales y subtropicales. - -  
Cuarta Ed. EURAM México.
- 28.- 1977. Manual de Conservación del Suelo y del Agua. Cole--  
gio de Postgraduados. Chapingo, S.A.R.H. SPP. México.

## IX. ANEXOS.

## A N E X O I

## DISEÑO EXPERIMENTAL

		Bloques al azar				
		( Rendimiento Kg.&árbol)				
		R e p e t i c i o n e s				
		I	II	III	Y.J.	$\bar{X}$
T r a t a m i e n t o s	1	12.100	11.600	11.300	35.000	11.666
	2	12.200	12.300	11.900	36.900	12.300
	3	13.100	12.700	12.900	38.700	12.900
	4	14.200	14.100	13.800	42.100	14.033
	5	14.200	13.900	12.500	40.600	13.533
	6	14.200	14.600	13.700	42.500	14.166
	7	13.700	14.000	13.900	41.600	13.866
	8	10.200	10.500	10.900	31.600	10.533
	9	10.000	11.300	8.900	30.200	10.066
	10	9.800	10.000	10.100	29.900	9.966

Factor de Corrección: 4 541.160

Suma de Cuadrado totales: 80.52

Suma de Cuadrado de Tratamientos 74.33

Suma de Cuadrado de Bloques: 1.634

## ANEXO 2

## A N D E V A

FV.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.t.(0.05)	F.t.(0.01)
Tratamientos	9	74.330	8.258	32.64+	2.47	3.632
Bloques	2	1.634	.817	3.22	3.566	6.054
Error	18	4.556	.253			
Total	29	80.520				

Si F.C.  $F.t. \geq (0.05)$  se dice que existen diferencias significativas entre -  
tratamientos.

Al encontrarse diferencias significativas, se procedió a -  
efectuar las pruebas de la significación, entre las diferencias  
de los tratameintos, mediante comparaciones múltiples.

## PRUEBA DE T U K E Y

Tukey:  $q(\alpha, \text{G.L.E.}, \frac{\text{C.M.E.}}{\text{No. repeticiones}})$

donde:

$\alpha$  = probabilidad

t = No. de tratamientos

G.L.E. = Grados de libertad del error.

$$q(0.05, 10, 18) = 5.07$$

$$q(0.01, 10, 18) = 6.20$$

$$\text{D.H.S.} = 5.07 \frac{.253}{3}$$

$$\text{D.H.S.} = 6.20 \frac{.253}{3}$$

$$\text{D.H.S.} = (5.07)(.2904)$$

$$\text{D.H.S.} = \underline{1.801}$$

$$\text{D.H.S.} = \underline{1.472}$$

## ANEXO 3

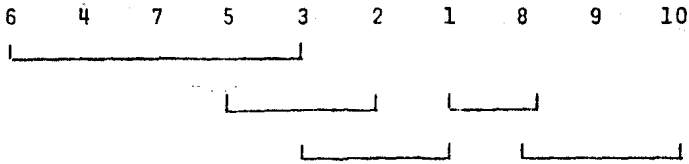
COMPARACION DE TRATAMIENTOS	DIFERENCIA $\bar{X}_i - \bar{X}_j$	SIGNIFICANCIA
6---4	0.132	n.s.
6---7	0.300	n.s.
6---5	0.633	n.s.
6---3	1.266	n.s.
6---2	1.866	6>2
6---1	2.5	6>1
6---8	3.633	6>8
6---9	4.1	6>9
6---10	4.2	6>10
4---7	0.167	n.s.
4---5	0.5	n.s.
4---3	1.133	n.s.
4---2	1.733	4>2
4---1	1.367	4>1
4---8	3.5	3>5
4---9	3.967	4>9
4---10	4.07	4>10
7---5	0.333	n.s.
7---3	0.966	n.s.
7---2	1.566	7>2
7---1	2.2	7>1
7---8	3.333	7>8
7---9	3.8	7>9
7---10	3.9	7>10
5---3	0.633	n.s.
5---2	1.233	n.s.
5---1	1.267	5>1

## A N E X O 3

COMPARACION DE TRATAMIENTOS	DIFERENCIA $\bar{X}_i - \bar{X}_j$	SIGNIFICANCIA
5---9	3.000	5>8
5---9	3.467	5>9
5---10	3.567	5>10
3---2	0.6	n.s.
3---1	1.234	n.s.
3---8	2.367	3>8
3---9	2.834	3>9
3---10	2.934	3>10
2---1	0.634	n.s.
2---8	1.767	2>8
2---9	2.234	2>9
2---10	2.34	2>10
1---8	1.6	1>9
1---10	1.7	1>10
8---9	0.457	n.s.
8---10	0.567	n.s.
9---10	0.1	n.s.



## ANEXO 5



NOTA: Cualquier par de medias subrayadas por la misma línea, -  
son iguales o la diferencia entre ellas no es significa-  
tiva.

Cuando dos medias no están subrayadas por la misma línea  
la diferencia entre ellas es significativa.