



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

ESTUDIO DEL EQUILIBRIO FISIOLÓGICO DE LOS
ELEMENTOS NUTRITIVOS EN LOS TEJIDOS FOLIARES
DEL CULTIVO DE NARANJA VALENCIA (CITRUS
SINENSIS L. OSBECK) COMO UN METODO PARA
EL DIAGNOSTICO DE DEFICIENCIAS.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A N :
JULIA LETICIA MENES NAVA
ALBERTO CARBAJAL AYALA

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



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 I N D I C E

Pág.

II	INTRODUCCION	1
III	OBJETIVOS	3
IV	REVISION DE LITERATURA	4
	4.1. Características del Cultivo	4
	4.1.1. Clasificación y descripción botánica	4
	4.1.2. Origen y distribución de los cítricos....	4
	4.1.3. Importancia de los cítricos	7
	4.2. Características climáticas y edáficas propicias para el desarrollo de los cítricos.....	11
	4.2.1. Clima	11
	4.2.1. a. Temperatura	11
	4.2.1. b. Disponibilidad de agua	13
	4.2.1. c. Humedad Relativa (H. R.)	13
	4.2.1. d. Intensidad luminosa	13
	4.2.1. e. Vientos	14
	4.2.1. f. Altitud	14
	4.2.1. g. Topografía	14
	4.2.2. Condiciones Edáficas	15
	4.3. Elementos nutritivos de los cítricos.....	16
	4.3.1. Funciones de: N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn y Zn	16
	4.3.1. a. Nitrógeno	16
	4.3.1. b. Fósforo.....	19
	4.3.1. c. Potasio.....	20

	Pág.
4.3.1. d. Calcio.....	22
4.3.1. e Magnesio	23
4.3.1. f. Metales pesados: Fe, Mn y Zn.....	25
4.3.2. Mecanismos de absorción de los elemen- tos.....	29
4.3.3. Interrelación entre los elementos.....	32
4.3.4. Concentración de los elementos en cítricos.....	42
4.4. Diagnóstico de deficiencias.....	45
4.4.1. Síntomas visuales para el diagnóstico de deficiencias.....	45
4.4.2. Análisis foliares y sus interpretacio- nes.....	47
4.4.2. a. Parámetros de muestreo de hojas.....	47
4.4.2. b. Valores críticos.....	47
4.4.2. c. Equilibrio Fisiológico.....	52
V. MATERIALES Y METODOS.....	55
5.1. Datos generales de la zona de estudios.....	55
5.2. Muestreo y análisis físico-químico del suelo..	58
5.2.1. Muestreo.....	58
5.2.2. Análisis físico-químicos de los suelos de la zona de estudios.....	58
5.3. Muestreo y Análisis foliares.....	60
5.4. Interpretación del análisis foliar.....	63

5.4.1. Cálculo del Equilibrio Fisiológico de los elementos nutritivos.....	63
5.4.2. Cálculo de la correlación entre los elementos nutritivos.....	63
5.4.2.1. Correlación de los elementos nutritivos contra fecha de mues- treo.....	63
5.4.2.2. Correlaciones de las interaccio- nes entre los elementos.....	64

VI RESULTADOS

Y DISCUSION.....	66
6.1. Características físico-químicas de los suelos..	66
6.1.1. Análisis de fertilidad de los suelos....	66
6.2. Resultados de los análisis foliares.....	69
6.2.1. Evolución de la concentración de los elementos.....	69
6.3. Discusión de los resultados de las proporciones obtenidas para N:10P:K, Ca:K:Mg, y Fe:Mn:Zn, en naranja Valencia y tangerina "Dancy".....	89
6.3.1. Discusión de resultados de las proporcio- nes obtenidas para naranja Valencia.....	89
6.3.2. Discusión de resultados de las proporcio- nes obtenidas para tangerina "Dancy"....	96
6.3.3. Discusión de los resultados de la media de medias en naranja Valencia y tangeri- na "Dancy".....	103

6.4.	Comparación entre los valores expresados en forma absoluta contra las proporciones.....	105
6.5.	Correlación de las interacciones entre los e- lementos en las hojas, expresados como valores absolutos y como proporciones en Naranja Valen- cia y tangerina "Dancy".....	108
6.6.	Comparación entre la proporción de elementos nutritivos y la producción media por árbol en naranja Valencia.....	125
VII	CONCLUSIONES.....	127
VIII	BIBLIOGRAFIA.....	129
IX	APENDICE.....	133

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Pág.
1	Temperaturas en °C que regulan la actividad vegetativa en diferentes especies de agrinos..	12
1 Bis	Efecto del incremento en el nivel de nutrientes en las concentraciones de cítricos, entre los elementos.....	41
2	Función de los elementos: N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, y Zn.....	27
2 Bis	Alimentación global y Equilibrio Fisiológico según los niveles críticos en hoja de cítricos.....	44
3	Rol de los síntomas visuales para el diagnóstico de deficiencias.....	46
4	Resultado de los análisis físicos y químicos en los suelos del Rancho "San Antonio", Mtz. de la Torre, Ver., y tres huertos de comparación de la misma zona.....	67
5	Resultados de los análisis de elementos en los suelos.....	68
6	Resultados obtenidos en análisis foliares realizados en naranja Valencia, durante el ciclo productivo 83-84 (% de materia seca)...	74
7	Resultados obtenidos en análisis foliares en tangerina "Dancy", durante el ciclo productivo 83-84 (% de materia seca).....	83
8	Proporciones entre los elementos N:10P:K en naranja Valencia.....	90
9	Proporciones entre los elementos Ca:K:Mg en naranja Valencia.....	92

Cuadro No.	Pág.
10	Proporciones entre los elementos Fe:Mn:Zn en naranja Valencia..... 94
11	Proporciones entre los elementos N:10P:K en tangerina "Dancy"..... 97
12	Proporciones entre los elementos Ca:K:Mg en tangerina "Dancy"..... 99
13	Proporciones entre los elementos Fe:Mn:Zn en tangerina "Dancy"..... 101
14	Media de medias obtenida de los valores de las proporciones de los elementos, durante el ciclo productivo de naranja Valencia y tangerina "Dancy"..... 104
15	Comparación de correlaciones de las concentraciones de elementos con la época de muestreo expresadas en % de materia seca, y en proporciones entre elementos. Naranja Valencia..... 106
16	Comparación de correlaciones de las concentraciones de elementos con la época de muestreo expresadas en % de materia seca, y en proporciones entre elementos..... 107
17	Comparación entre los diferentes valores de correlación (r), resultantes de las interrelaciones entre los elementos y los Equilibrios Fisiológicos..... 109
18	Comparación entre los diferentes valores de correlación (r) resultantes de las interacciones entre los elementos y proporciones entre los elementos N:10P:K, Ca:K:Mg; Fe:Mn:Zn..... 115

Cuadro No.

Pág.

19	Proporciones entre los elementos en hojas de naranja Valencia, obtenidas en las fechas correspondientes a floración, en el Rancho "San Antonio", en comparación con los Huertos "A", "B" y Ejido.....	126
----	---	-----

INDICE DE FIGURAS

Figura No.		Pág.
1 A	Superficies cosechadas por Estados, año de 1978, en cultivo de naranja.....	9
1	Evolución de los elementos N, 10P, K, durante el ciclo productivo de naranja Valencia	76
2	Evolución de los elementos Ca, K, Mg, durante el ciclo productivo de naranja Valencia	78
3	Evolución de los elementos Fe, Mn, Zn, durante el ciclo productivo de naranja Valencia	80
4	Evolución de los elementos N, 10P, K, durante el ciclo productivo de tangerina "Dancy".....	84
5	Evolución de los elementos Ca, K, Mg, durante el ciclo productivo de tangerina "Dancy".....	86
6	Evolución de los elementos Fe, Mn, Zn, durante el ciclo productivo de tangerina "Dancy"..	88
7	Proporción entre los elementos N:10P:K, en naranja Valencia.....	91
8	Proporción entre los elementos Ca:K:Mg en naranja Valencia.....	93
9	Proporción entre los elementos Fe:Mn:Zn en naranja Valencia.....	95
10	Proporción entre los elementos N:10P:K, en tangerina "Dancy".....	98
11	Proporción entre los elementos Ca:K:Mg, en tangerina "Dancy".....	100

Figura No.	Pág
12	Proporción entre los elementos Fe:Mn:Zn, en tangerina "Dancy"..... 102
13	Correlaciones entre los elementos N:10P:K, durante el ciclo productivo de naranja Valencia. 110
14	Correlaciones entre los valores de las proporciones entre los elementos N:10P:K, durante el ciclo productivo de naranja Valencia..... 111
15	Correlaciones entre los elementos Ca:K:Mg, durante el ciclo productivo de naranja Valencia. 112
16	Correlaciones entre los valores de proporciones entre los elementos Ca:K:Mg, durante el ciclo productivo de naranja Valencia..... 113
17	Correlaciones entre los elementos Fe:Mn:Zn, durante el ciclo productivo de naranja Valencia. 116
18	Correlaciones entre las proporciones entre los elementos Fe:Mn:Zn, durante el ciclo productivo de naranja Valencia.....117
19	Correlaciones entre los elementos N:10P:K, durante el ciclo productivo de tangerina "Dancy"..... 118
20	Correlaciones de las proporciones entre los elementos N:10P:K, en el ciclo productivo de tangerina "Dancy"..... 119
21	Correlaciones entre los elementos Ca:K:Mg, durante el ciclo productivo de tangerina "Dancy"..... 120
22	Correlaciones entre las proporciones entre los elementos Ca:K:Mg, durante el ciclo productivo de tangerina "Dancy"..... 121

Figura No.

Pág.

23	Correlaciones entre los elementos Fe:Mn:Zn durante el ciclo productivo de tangerina "Dancy".....	123
24	Correlaciones entre las proporciones de los elementos Fe:Mn:Zn, durante el ciclo productivo de tangerina "Dancy".....	124

APENDICE

No.		Pág.
1	Guía de Analisis foliares para el diagnós- tico del estado nutritivo de naranja Valen- cia y Navel.....	134
2	Tabla de Indices de contenidos de nutrientes en los suelos.....	135

II INTRODUCCION

Cuando se sale al campo se vislumbran los problemas de la producción desde un punto de vista diferente al que se maneja en el salón de clases, y nace la inquietud si no de resolver, cuando menos tratar de hacer más efectivo ese complejo proceso productivo, haciendo uso del conocimiento adquirido. A nuestro juicio es primordial considerar el aspecto relacionado con los alimentos.

Es por eso que al iniciar el estudio de un cultivo como la naranja cuya producción en el país es importante, tanto por el lugar que ocupa en el consumo, así como por su importancia en la nutrición, y por la extensión de sus cultivares, nuestra preocupación radicó en la forma en que se manejan los insumos para mejorar su calidad. Hablamos, principalmente de la utilización de fertilizantes, los que a su vez influyen en la constitución del suelo, modificándolo la cuando se usan sin medida ni control. Es así como enfocamos este trabajo en un importante método de análisis, que tiene como objeto la utilización correcta y moderada de los elementos que se incorporan al suelo en forma de fertilizantes, este método denominado "Determinación del Equilibrio Fisiológico de Nutrientes", fué propuesto por Esteban V. (1974), y se basa en el uso de análisis foliares, cuyos resultados para los elementos: Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Hierro (Fe), Manganeso y Zinc (Zn), se combinan en tres Equilibrios Fisiológicos: N:10P:K; Ca:K:Mg; Fe:Mn:Zn; que existen en relaciones más o menos constantes a través de todo el ciclo productivo, y que por lo tanto si se determinan en cualquier momento de la producción, se puede saber cual de los elementos, al salirse de la proporción, está en mayor o menor concentración, al parecer independientemente de la especie vegetal y de las condiciones ambientales.

Otra de las condiciones a cumplir por los elementos en los Equilibrios Fisiológicos es que la concentración del primer elemento del equilibrio deber ser mayor al que le sigue:

$$N > 10P > K$$
$$Ca > K > Mg$$
$$Fe > Mn > Zn$$

Al romperse esta condición el equilibrio desaparece.

Para poder comprender el comportamiento de los nutrientes durante el ciclo productivo, es decir su evolución, es necesario conocer su función específica dentro de la planta, así como las interrelaciones que llevan a cabo entre sí. Así mismo se requiere en tender los mecanismos de absorción por las raíces para cada nutriente, su vía y forma de conducción para llegar a ser asimilados, y su movilidad general en la planta bajo cada etapa fonológica de su desarrollo.

III OBJETIVOS

En el presente trabajo de investigación se han establecido los siguientes objetivos:

- Determinar y comparar la evolución en la concentración de los elementos nutritivos de las hojas de Naranja Valencia (Citrus sinensis L. Osbeck), y Tangerina "Dancy" (Citrus reticulata), durante un ciclo productivo.
- Conocer los índices del Equilibrio Fisiológico de los elementos N:10P:K, Ca:K:Mg, y Fe:Mn:Zn, en los tejidos foliares de naranja Valencia y tangerina "Dancy".
- Identificar la relación entre los Equilibrios Fisiológicos, la fertilidad del suelo y el rendimiento o productividad del cultivo de naranja Valencia.

IV REVISION DE LITERATURA

4.1. CARACTERISTICAS DEL CULTIVO

4.1.1. Clasificación y descripción botánica (Gravina, 1982)

La Naranja dulce (Citrus sinensis L. Osbeck) pertenece a la familia de las Rutáceas, subfamilia Aurancioides, subtribu Citrinas, Género Citrus, subgénero Eucitrus, especie sinensis.

Sus características son:

Arboles pequeños de hojas perennes, con las ramas jóvenes provistas de espinas solitarias situadas en las axilas de las hojas, pero las ramas viejas normalmente carecen de espinas, sus hojas son de tamaño mediano, con ápice puntiagudo y base redondeada, en cuyo limbo tienen glándulas oleíferas de aceites esenciales que se manifiestan en forma de puntos translúcidos, los peciolos tienen a las estrechas y articuladas, tanto en la inserción con el tallo como con el limbo. Las hojas son unifoliadas. En cuanto a las flores se encuentran en racimos pequeños o solitarios en las axilas de las hojas, cáliz con cinco lóbulos, cinco pétalos blancos imbricados, provistos de glándulas oleíferas con veinte a veinticinco estambres soldados en hacesillos, y ovario con diez a trece lóculos, con estilo delgado bien delimitado y que cae muy pronto. El fruto es un hesperidio con número variable de gajos, los cuales contienen las semillas, que pueden faltar, en el ángulo interior de los mismos, estando el resto del espacio del gajo ocupado por una masa pulposa constituida por vesículas o tricomas llenos de jugo agrídulce, mesocarpo blanco de consistencia fungosa; el epicarpio es más delgado y coloreado de amarillo, estando provisto de abundantes glándulas oleíferas de aceites esenciales. Las semillas suelen ser ovoides y oblongas, con la cubierta externa apergaminada, y contienen uno o varios embriones de color amarillo, o blanco.

4.1.2. Origen y Distribución de los Cítricos.

La naranja Valencia tardía (Citrus sinensis L. Osbeck)

que es el cultivo de que se ocupa el presente trabajo, pertenece a un amplio grupo de frutos denominados Cítricos, que incluye a los naranjos, mandarinos, limones, pomelos, kumquat, etc., pertenecientes a los géneros *Citrus*, *Fortunella*, y *Poncirus*, de la familia de las Rutáceas, subfamilia Aurancioides (Gravina, 1982).

El centro de origen de los cítricos es el Sudeste de Asia, regiones tropicales y subtropicales, y el Archipiélago Malayo; de acuerdo a Swingle (citado por Gravina, 1982), se extendería su hábitat nativo desde el noroeste de la India y centro norte de China, hasta Nueva Guinea, Archipiélago Bismarck, noroeste de Australia y Nueva Caledonia.

Según Tanaka (citado por Gravina, 1982) se ha subdividido el hábitat natural en diferentes zonas como son: el sudeste del Himalaya, Assam y la parte norte de Birmania, encontrándose especies como *Citrus médica*, *C. aurantifolia*, *C. aurantium*, *C. sinensis* y *C. grandis*. A partir del centro principal se efectuó la dispersión hacia el oeste, a lo largo de la vertiente del Himalaya, hasta el Punjab, en donde se cree se originó otra especie, *C. limón*. Hacia el sur de China e Indochina se encuentra el centro de los géneros *Poncirus* y *Fortunella*. Otros dos centros secundarios serían los formados por la zona costera del sur de China, conjuntamente con Formosa y Sur de Japón, y el Archipiélago Malayo.

El naranjo dulce por su parte se origina en China, Birmania y parte de la India al sur del Himalaya, no se conoce con precisión el camino seguido por el naranjo hasta llegar a Europa, aunque se atribuye gran importancia en su difusión a los portugueses, aproximadamente en el siglo XV.

Las tres vías más importantes de distribución de los cítricos según Gravina (1982) fueron las siguientes:

- (1) Vía Árabe, por toda la costa litoral este de Africa, hasta Mozambique.
- (2) El segundo viaje de Colón los trajo hasta Haití, en 1493.

(3) Llegan a Cabo, por intermedio de los Ingleses y Holandeses.

En América las primeras semillas de cítricos llegan a México aproximadamente en 1518, a Brasil en 1540, Perú en 1609, y Florida en 1565. De Brasil llegan a Australia en el año de 1788.

4.1.3. Importancia de los Cítricos

Producción Mundial de Cítricos

La producción de cítricos en el mundo alcanzó en el año de 1978 51 millones de toneladas, de las cuales las naranjas aportaron el mayor porcentaje, aproximadamente un 67%, las mandarinas un 15%, limones y limas un 10%, y pomelos y toronjas un 8%. (Gravina, 1982).

En cuanto a tonelaje los cítricos constituyen el 32% en el comercio mundial de fruta, se encuentra en segundo lugar superado sólo por el plátano con un 33%. En términos de valor comercial es la producción más importante del mundo. (V. Hernando, 1979).

Además de su importancia como fruta fresca, los cítricos presentan una amplia gama de productos industrializados, especialmente aceites esenciales, pectinas, jugos, etc., lo que aumenta aún más su importancia económica.

Los Cítricos en México

Los cítricos fueron introducidos a México por Juan de Grijalba en el año de 1518; el fruto es no climactérico, tiene un período de madurez amplio y se puede conservar en el árbol sin perder sus buenas características de calidad. La naranja es también la especie frutícola más importante de México; el grupo de cítricos representa un 35 % de la superficie total cultivada con frutales del país, con una superficie actual de 230,000 Hectáreas, y una producción de 2.53 millones de toneladas. Las principales especies y variedades de cítricos cultivadas en México son: naranjas de maduración temprana ("Hamlin", "Pineapple", "Parson Brown" y "Marras"), que se cosechan de septiembre a fines de enero; la naranja tardía o "Valencia", objeto de estudio del presente trabajo, que se cosecha de enero a junio; las toronjas blanca y roja, que se cosechan de septiembre a junio; la Tangerina "Dancy" utilizada en este estudio como punto de comparación, que se cosecha de septiembre a enero, y el limón mexicano que produce todo el año.

La naranja, toronja, y mandarina se producen principalmente en los Estados de Veracruz, Nueyo León, San Luis Potosí, y Tamaulipas, y el limón en Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca. El principal estado productor de naranja es Veracruz, y debido a su cercanía con la Ciudad de México y al fácil acceso, se escogió dicho estado para realizar el presente estudio. (Figura No. 1 A).

Importancia Nutricional de la Naranja y Tangerina.

En cuanto a la importancia nutricional de la naranja y la tangerina, que son los cítricos a que se enfoca este estudio, puede ser valorada por su composición química, que es la que sigue:

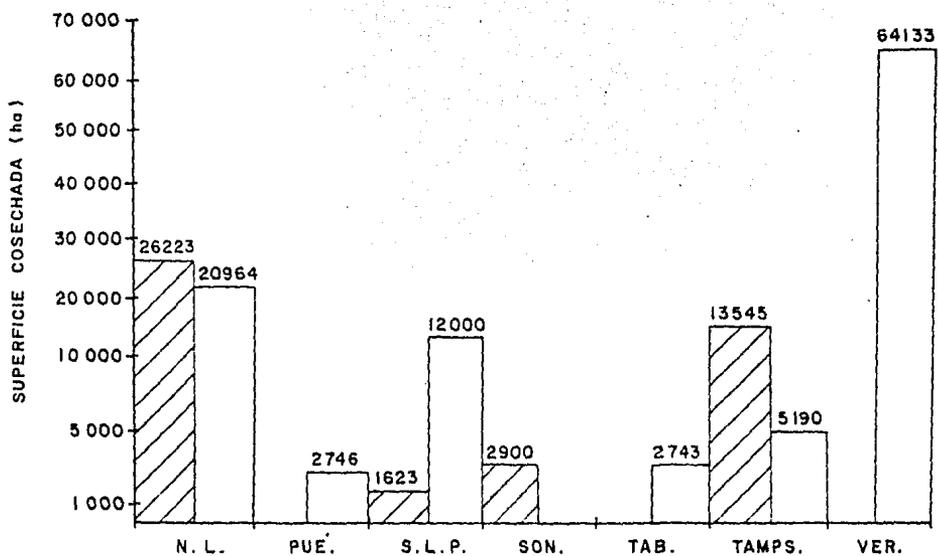
Las hojas dan la esencia llamada de petitgrain, más abundante en las naranjitas jóvenes, que a menudo se desprenden solas del árbol. Esta esencia se compone de d-limoneno, l-linalol y acetato de linalilo, con geraniol, acetato de geraniol, etc.,. En las hojas se forma también un alcaloide, la l-estaquidrina, muy soluble en agua y de sabor amargo. En las flores se halla hesperidina y de 1 a 1.5 g. de esencia de azahar por Kg., la cual tiene composición muy compleja y grátísimo olor. La corteza de los frutos maduros da hasta 1.5 g. de esencia por cada Kg., y esta formada principalmente de d-limoneno y una pequeña cantidad, alrededor de 1% de aldehído decílico. Los frutos ya hechos pero no del todo maduros tienen mayores cantidades de esencia en la corteza, de modo que su rendimiento puede llegar a 7g./Kg.

En la carne y el jugo de su fruto que es dulce, contiene grandes cantidades de azúcares (sacarosa o azúcar de caña, dextrosa y levulosa) en total más del 7%; contiene también el glúcido hesperidina, así como las vitaminas A, B, y C.

En cuanto a la composición química de la tangerina es básicamente la misma. En una evaluación de calidad del fruto para naranja y tangerina, se encontró lo siguiente:

SUPERFICIES COSECHADAS POR ESTADOS. AÑO 1978

NARANJA



FUENTE: DGEA - SARH
AGT.

 RIEGO

 TEMPORAL

FIG. No. IA

Evaluación de calidad del fruto de Naranja y Tangerina:

Fruto	% Jugo	% Acidez	% sólidos solubles	Mgrs. ácido ascór- bico/100 ml.
NARANJA	52.40	0.94	10.53	44.41
TANGERINA	52.42	0.89	10.31	44.71

Gravina, 1982.

4.2. CARACTERISTICAS CLIMATICAS Y EDAFICAS PROPICIAS PARA EL DESARROLLO DE LOS CITRICOS.

4.2.1. Clima.

Para determinar la instalación de un cultivar de cítricos en una zona, el factor primordial a considerar es el clima, ya que sin el conocimiento de sus factores (temperatura, pluviosidad, humedad relativa, intensidad luminosa, vientos, altitud, y topografía), no se puede establecer si el cultivar será o no factible de explotación.

4.2.1. a. Temperatura.

Los requerimientos de temperatura dependen de: época de crecimiento de que se trate, períodos críticos y de su duración, pero en general se puede decir que los límites tolerables, mínimo y máximo, son de 10 a 35°C respectivamente, y el óptimo es de 20 a 30°C, según V. Hernando (1979). Gravina (1982) menciona que tomando en cuenta la actividad vegetativa y productiva de los cítricos, diversos investigadores han llegado a la conclusión de que el rango comprendido entre 23 y 34°C es el óptimo para el crecimiento. (Cuadro No. 1).

Otro punto importante con respecto a la temperatura, se refiere a la cantidad de "grados calor" que requieren los cítricos para alcanzar la completa madurez de sus frutos, se considera bajo el término "grados calor" a las temperaturas superiores al cero biológico, que para los agrios se ha ubicado en 12.8 °C; para el presente trabajo se puede apuntar que la tangerina requiere de 1450 a 1600 grados calor, mientras que la naranja tardía requiere de 2000 a 2200. También la temperatura influye en la calidad de las frutas, ya que a mayor temperatura disminuye el contenido de ácido en naranjas y tangerinas.

Según un informe de la F. A. O. (1975), su cultivo se limita a sitios con temperaturas superiores a los 10°C durante los meses de más calor. El mismo informe marca que los cítricos se cultivan en las latitudes 20°- 40° hacia el norte y sur del Ecuador.

Cuadro No. 1

TEMPERATURAS °C QUE REGULAN LA ACTIVIDAD VEGETATIVA EN DIFERENTES ESPECIES DE AGRIOS

<u>INVESTIGADOR</u>	<u>NARANJO AMARGO</u>			<u>NARANJO DULCE</u>			<u>ROUGH LEMON</u>		
	MINIMA	OPTIMA	MAXIMA	MINIMA	OPTIMA	MAXIMA	MINIMA	OPTIMA	MAXIMA
Fawcett.	12.8	23 a 26	38.9	12.8	23 a 29	38.9	-----	-----	-----
Camp, Mowry, y Loucks	14.7	32 a 34	---	14.7	31 a 33	38.1	17.6	34	38.6
Girton	13	27 a 34	39	---	-----	-----	-----	-----	-----

FUENTE: Gravina, A. 1982. Curso de Citricultura, Ed. Universidad Autónoma de Chapingo, México.

4.2.1, b. Disponibilidad del Agua,

Según V. Hernando (1979), para evitar la restricción del crecimiento y el rendimiento del fruto, la humedad del suelo no debería estar abajo de 60 a 70% de su capacidad de campo. El total de agua requerida varía de un máximo de 1900 a 2400 mm/año, a un mínimo de 1210 mm/año. Ackerman, (1975) evalúa el óptimo entre 1900 - a 2400 mm/año y el mínimo en 1270 mm/año.

Gravina (1982), marca requerimientos de 900 a 1200 mm/año. Reuther, (citado por Gravina, 1982) dice que existe un rango más amplio que varía de 1000 a 2000 mm/año para mantener un suelo en óptimas condiciones para el cultivo de cítricos.

4.2.1. c. Humedad Relativa (H.R.)

Este factor parece no tener una influencia determinante en el desarrollo y comportamiento de los cítricos, ya que éstos pueden crecer correctamente en zonas con distinta humedad relativa, desde 38% hasta 80%. En cuanto a la calidad del fruto, la H. R. tiene gran importancia debido a que, a mayor humedad los frutos tienen la piel más delgada y suave así como mayor cantidad y calidad de jugo. Se ha encontrado que, aún en el mismo árbol, los frutos que se encuentran en el interior de la copa, son mejores que los de la periferia. Weber, (citado por Gravina, 1982) ha encontrado una correlación importante entre la baja H.R. y la caída de frutos recién amarrados, es decir que a menor H. R. mayor caída de frutos. Desafortunadamente, los niveles altos de humedades relativas favorecen la incidencia de enfermedades fungosas especialmente del género Phytophthora.

4.2.1. d. Intensidad Luminosa.

Este factor no se puede considerar determinante para el desarrollo de cítricos, pero si importante y en general una excesiva intensidad luminosa, durante períodos prolongados puede causar efectos negativos, especialmente si va asociada con altas temperaturas y baja humedad (Gravina, 1982).

4.2.1. e. Vientos,

En el cultivo de los cítricos, este factor está determinado por tres elementos: velocidad, temperatura y humedad. El primero causa daños mecánicos al follaje, flores, frutos, ramas, etc., por ejemplo el rozamiento puede provocar lesiones en la cáscara trayendo consigo pérdida de aceites esenciales y necrosis de la corteza, lo cual baja su calidad desde el punto de vista comercial y no así internamente. El mandarino es la especie más sensible a la acción del viento, siguiéndole en este orden el naranjo, y por último el más resistente el limón.

En cuanto a temperatura y humedad se puede decir que los vientos secos y cálidos son los que tienen los efectos más graves, como son: quemaduras de corteza, desecación de yemas, de brotes, flores y frutos jóvenes, debido a que provocan una excesiva evapotranspiración. Si es frío el viento reduce la influencia del flujo de energía radiante de/o hacia los tejidos.

4.2.1. f. Altitud.

El efecto que tiene la altitud sobre los cítricos se relaciona con la temperatura, ya que según Miller, (citado por Gravina, 1982) por cada 160m que se asciende la temperatura desciende 1°C, mientras que algunos otros autores citan que cada 180m, que se produce este descenso, por lo que su óptimo en cuestión de altitud es desde el nivel del mar hasta los 700m, aunque se puede cultivar desde las regiones tropicales hasta los 1800 metros sobre el nivel del mar.

4.2.1. g. Topografía.

Este aspecto es importante sobre todo para saber en que forma se va a manejar el huerto, ya que hay que defenderlo en base a los relieves del terreno, de accidentes meteorológicos, como granizadas, vientos, heladas, etc.,.

4.2.2. Condiciones Edáficas.

Según investigaciones de la F.A.O., (1975), las plantas de cítricos tienen un sistema de raíces poco profundas, y por lo tanto tienen una capacidad de absorción de nutrientes preferentemente baja debido a su limitado número de pelos absorbentes. Necesitan suelos ricos y bien aireados, no siendo recomendables pesados pues dificultan la llegada de las altas demandas de oxígeno.

Los principales cultivares de cítricos se sitúan en suelos profundos-arenosos bien drenados, limo-arenosos, margosos, arcillolimosos. Los arenosos, y limo-arenosos con buenas propiedades físicas son los preferidos.

Según Gravina (1982) los cítricos se adaptan a una gran variedad de suelos por lo que este factor no se considera una limitante, aunque se deben tomar en cuenta sus propiedades físicas especialmente textura y estructura, que son las que determinan la porosidad del suelo y establecen el movimiento de agua y aire. Se tienen por óptimos los suelos francos debido al vigor y calidad que llegan a tener los árboles

En los suelos arcillosos se dan árboles de menor porte ya que hay más dificultad para el desarrollo del sistema radicular y los frutos son más chicos, de piel más gruesa, menos jugosos, la relación azúcar/ácido tarda más en alcanzarse y son más tardíos.

En suelos arenosos, las raíces se desarrollan más y los árboles tienen mayor porte, los frutos son más grandes, con cáscara delgada y la relación azúcar/ácido se alcanza más rápidamente.

En cuanto al pH, los cítricos crecen en rangos de 4-9. En suelos arenosos con baja capacidad amortiguadora, los nutrientes de las plantas parecen estar más disponibles a pH entre 5.5 a 6 (Von Uexkull citado por Gravina, 1982).

Según Gravina(1982) el pH óptimo se encuentra entre 6 y 7, tomando en cuenta que los valores de pH extremos limitan la absor-

ción de elementos minerales,

Se necesitan suelos con una profundidad de 1-1,5m para un mejor anclaje del árbol.

El óptimo de permeabilidad es de 10-30 cm/hr. Con velocidades de 5 cm/hr, o arriba de 40 cm/hr, no se recomienda el cultivo de cítricos.

En cuanto a su sensibilidad al aire, el mínimo aceptable es de 8% a suelo saturado de agua.

Por lo que respecta a la composición o propiedades químicas del suelo se hará referencia al contenido de elementos minerales (macro o micro) en su forma asimilable o no, en el capítulo de nutrición vegetal.

Hay que recalcar la susceptibilidad de los cítricos al exceso de sales, en especial a los cloruros, que dañan el follaje y disminuyen la producción, así como a los sulfatos ante los cuales la susceptibilidad es menor. Los limones presentan mayor resistencia al exceso de sales siguiéndoles los naranjos y mandarinas.

4.3. ELEMENTOS NUTRITIVOS EN LOS CITRICOS.

4.3.1. Funciones del Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Hierro, Manganeseo y Zinc.

4.3.1. a. Nitrógeno (N) (Gomez y Mellado, 1981)

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 trascendental papel en la conservación y transmisión de la información genética en el DNA y RNA, los nucleótidos-polifosfato (ATP-CTP, etc.,) intervienen activamente en la economía energética de la materia viva.

c) El núcleo de la piridina del cual es un derivado el ácido nicotínico está contenido en las moléculas del NAD (nicotin-amidodifosfato) y NADP (nicotin-amida-trifosfato) ambos importantes cofactores en fenómenos de oxidación-reducción. Contienen también un anillo de purina. El primero actúa como aceptor primario de electrones en la cadena respiratoria de las mitocondrias. El segundo, como dador en la reducción fotosintética del aldehído. Otro derivado de la piridina es el piridoxal presente en la coenzima de las transaminasas.

d) El núcleo del porfirano se asocia en ciclos de cuatro (tetrapirrol=porfirano) dentro de moléculas como la clorofila, los citocromos de la cadena respiratoria y algunas enzimas. Un porfirano abierto constituye la parte no protéica del fitocromo que participa en la inducción floral.

e) El núcleo de tiazol asociado al de purina entra en la coenzima de varias descarboxilasas (tiamina).

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

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

h) La coenzima A se forma por asociación de un anillo purínico con el ácido pantótenico que tiene dos aminas secundarias en su

Un estudio de dos años hecho por Wallace (citado por Smith, 1966) mostró que en California, utilizando grandes cantidades de N, éste se translocó en los árboles de naranja, hacia frutos, flores y la producción de hojas, aunque el Ca y el K también fueron utilizados en cantidades casi tan grandes como el N. En otros estudios se ha podido ver que el N es absorbido durante todo el año pero las tasas máximas de consumo se presentan en los meses más calientes. Hilgeman, (citado por Smith, 1966) en estudios de campo, mostró que una respuesta visible del árbol puede ocurrir a los pocos días de la adición del N, esto fué cierto para aplicaciones de amoniaco y nitrato en otoño. En estas pruebas de períodos cortos también son absorbidas cantidades apreciables de urea.

Efecto del Nitrógeno sobre otros elementos.

El estado del N sobre los árboles de cítricos afecta la absorción o distribución de prácticamente todos los elementos. El intercambio entre N y P ha sido reconocido (Smith, 1966). De hecho el estado del P en el árbol es a menudo más fácilmente afectado por el cambio en la proporción del N. El ión amonio compite por absorción con K, Ca y Mg, sin embargo bajo condiciones de campo las asociaciones en la composición de la hoja pueden ser diferentes por variaciones.

4.3.1. b. Fósforo (P)

Funciones: Es un macroelemento 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. (Gomez y Mellado, 1981)

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 nucleótididos). (Gomez y Mellado, 1981)

Otras moléculas que contienen fósforo: NAD y NADP, coenzima A, tiamina, etc., además de los fosfolípidos de la membrana plasmática.

Efecto del Fósforo sobre otros elementos.

El nivel del P en el suelo a menudo tiene algún efecto sobre la incorporación a la planta de Fe, Mn, y Zn. La clorosis férrica (Chapman et. al, 1939, citado por Smith, 1966), la deficiencia de Zn (Reuther y Crawford, 1936, citados por Smith, 1966) y la deficiencia de Cu, están asociadas con fertilizaciones pesadas de P. El mecanismo por medio del cual se llevan a cabo estos cambios en los estados nutritivos no se comprende totalmente.

Incrementando la fertilización de P algunas veces produce un incremento de Mn en la hoja y un decremento en el contenido de Cu. (Smith, 1966)

4.3.1. c. POTASIO (K)

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

Su carencia se traduce en alteraciones del metabolismo nitrogenado, en el sentido de que las plantas pasan a contener más nitrógeno inorgánico u orgánico soluble, como aminoácidos o amidas. Esto puede ser efecto de una inhibición de la proteosíntesis o de una estimulación de la proteólisis. (Gomez y Mellado, 1981)

Requerimientos de Potasio por Cítricos

Chapman et al., (citado por Smith, 1966) cultivaron naranja Valencia y Navel durante seis años en cámaras con soluciones nutritivas variando las tasas de suministro de K. Este experimento mostró que no existe una línea divisoria tácita entre deficiencia y cantidad adecuada de K en las plantas. Además algunas determinaciones de

porcentajes de materia seca en varias fracciones del árbol mostraron que el N y el K afectan el contenido de agua en los tejidos.

Estudios posteriores en donde se sustituyó al K, Ca, y Mg como acarreadores de un suministro fijo de nitrato, mostraron que había una ligera reducción en el crecimiento cuando el K estuvo cerca de 0.5% en hoja seca. El crecimiento se redujo más bajo un 0.36% pero los árboles todavía parecían normales.

Se notó que las altas concentraciones de Ca beneficiaron a los árboles crecidos bajo condiciones de ligeras deficiencias de K (Smith, 1966).

Los efectos de la baja concentración de K sobre la producción, tamaño de fruto, y calidad del mismo, preceden una respuesta vegetativa muy marcada. Debido a esto, es posible la detección temprana de las deficiencias. Observaciones de otros estudios indican que los árboles bajo considerable "stress" de K, florecen y fructifican normalmente pero tiran mucha fruta antes de que ésta madure.

Las variedades de maduración temprana, en las que el fruto puede estar en el árbol por un período de 6 a 8 meses, son menos sensibles a bajos niveles de K que las variedades de maduración tardía quienes mantienen los frutos en el árbol durante 12 a 18 meses.

La naranja Valencia parece ser más sensible a los bajos niveles de K que otras variedades, y el tamaño del fruto se puede incrementar aún con niveles foliares superiores al 2%. (Smith, 1966).

Efecto del Potasio sobre otros elementos.

El K compite principalmente con otros elementos base. Existe un fuerte antagonismo natural entre K y Ca, y parece imposible detectar niveles altos de ambos, simultáneamente, 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. (Smith, 1966)

El K parece tener un pequeño efecto sobre la absorción de metales pesados.

4.3.1. d. CALCIO (Ca)

Funciones: Es un macroelemento esencial. Compite con otros metales alcalino-térreos. Su movimiento en la planta es marcadamente 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 laminillas 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. Hace falta por lo menos una concentración de 10^{-6} M para que se produzca la división nuclear, y 10 veces más para que la célula alcance su tamaño normal. Esta influencia se pone especialmente de manifiesto cuando se estudia sobre las raíces. (GOMEZ Y MELLADO, 1981)

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 proteínasas, es mucho menos importante a este respecto que el magnesio. (Gomez y Mellado, 1981).

Requerimientos de Calcio por Cítricos.

Resultados de algunos experimentos revisados por Chapman y Kelly, 1943 (citados por Smith, 1966), muestran que los cítricos contienen más Ca que cualquier otro elemento mineral.

Algunos estudios muestran que el Ca es virtualmente no móvil en la planta, y un tejido puede sufrir deficiencia de Ca aún cuando otro tejido lo tiene en grandes cantidades. Esta inmovilidad también ha sido probada por análisis foliares en cítricos, que han mos

trado que no existe una pérdida neta de Ca a lo largo de la vida de la hoja. De hecho el aumento de Ca en la hoja es gradual y continuo. La porción de Ca fisiológicamente activa es más bien pequeña, ya que cerca del 80% se encuentra en las partes leñosas del árbol. (Smith, 1966).

Efectos del Calcio sobre otros elementos.

El Ca puede competir y mostrar efectos depresivos recíprocos con la mayoría de los cationes como el amoniaco, K, Mg y Na.

4.3.1. e. MAGNESIO (Mg)

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 esta molécula en los tejidos verdes. Los síntomas de deficiencia aparecen sin embargo independientemente y mucho antes de que dicha reducción se pueda poner de manifiesto. Está demostrado, en *Chlorella* por ejemplo, que la fotosíntesis se inhibe en mucha mayor proporción que la formación de clorofila.

Es difícil separar en factores simples las perturbaciones producidas por la ausencia de Mg, ya que este elemento es el activador más eficaz de un amplio complejo de reacciones enzimáticas. Ejemplos importantes son las descarboxilaciones oxidativas del ácido pirúvico, y del α -ceto-glutárico, diversas fosforilaciones en el metabolismo de los hidratos de carbono, formación de enoles durante la glicolisis e hidrólisis de péptidos para formar aminoácidos.

Además una cierta concentración de Mg es necesaria para la estabilidad de los ribosomas. Igualmente se requiere su presencia para que ocurra normalmente la división celular. (Gomez y Mellado, 1981).

Requerimientos de Magnesio por Cítricos.

En cítricos, como en todas las plantas, una deficiencia de Mg

resulta en una inadecuada pigmentación verde y un acentuado desarrollo de clorosis, esto se presenta en hojas viejas; aún bajo severas condiciones de deficiencia las hojas aparecen normales durante los primeros meses, en los siguientes meses se presenta un color amarilloso llamado "bronceado", lo cual sucede cuando algo de Mg se transloca de las hojas al fruto en desarrollo; la acentuación de los síntomas puede ocurrir también en conjunción con el subsecuente desarrollo vegetativo. (Gomez y Mellado, 1981).

Otros síntomas por deficiencia de Mg son: defoliación prematura, susceptibilidad extrema a daños por frío, delgadez de ramas, crecimiento raquítrico de raíces, reducción de rendimiento y baja calidad de la fruta. De hecho, los efectos detrimentales de una severa deficiencia están asociados con la pérdida en la capacidad fotosintética, por la clorosis y defoliación que ocurren en el árbol. (Smith, 1966).

Fudge, (citado por Smith, 1966) encontró que en árboles de toronja con deficiencia de Mg, éste fué translocado desde las hojas maduras hacia las hojas jóvenes, volviéndose las primeras cloróticas durante el proceso. En otros estudios con árboles adecuadamente suministrados con Mg no se encontró ninguna transferencia del elemento a partir de las hojas maduras hacia las jóvenes.

Efecto del Magnesio sobre otros elementos.

Por medio de análisis foliares se ha llegado a la conclusión que el Mg es un débil antagonista de otros cationes. Un incremento en la concentración de Mg en la solución nutritiva da lugar a una leve reducción del K en la hoja y prácticamente no existe ninguna respuesta con respecto al Ca. (Smith, 1966)

Por razones que aún no se conocen, el Mg tiene un efecto de sinergismo con el Zn, de modo que el incremento del Mg mejora la acumulación de los metales pesados en hojas de cítricos. Algunas observaciones de campo muestran que las deficiencias de Mg acentúan las de Zn y Mn, pudiéndose corregir todas ellas con aplicaciones de Mg. (Smith, 1966).

4.3.1. f. METALES PESADOS: FIERRO (Fe), MANGANESO (Mn), ZINC (Zn).

Funciones del Hierro (Fe):

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 ci tocromos, la catalasa, al peroxidasa y la hemoglobina. Su distri bución 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 al guna reacción de fotosíntesis, pero su papel en la síntesis de clo rofila esta todavía sin resolver, aunque se ha encontrado que exis te una correlación entre el contenido de clorofila en las hojas y su contenido de Fe. Puede considerarse que el Fe es moderadamente móvil en las plantas. (Gomez y Mellado, 1981)

Funciones del Manganeso (Mn):

Es esencial para la fotosíntesis y actúa como un a gente catalítico en la reducción del nitrato, donde puede ser reem plazado por el Fe. Es un constituyente de algunas enzimas respira torias y de otras enzimas responsables de la síntesis de proteínas. Como activador en los sistemas enzimáticos del ciclo del ácido car boxílico y del mecanismo de los carbohidratos, puede ser reemplaza do por el Mg. (Gomez y Mellado, 1981)

Funciones del Zinc (Zn):

Actúa en las plantas en gran parte como activador metálico de las enzimas. Entre las más importantes se cuenta como cofactor de la enzima Trpsintetasa que interviene en la síntesis de AIA, fitohormona responsable del alargamiento celular e impor tante en el crecimiento. La deficiencia de Zn produce cambios en la morfología de las hojas y en la histología de las células.

(Gomez y Mellado, 1981).

Requerimientos de Hierro, Manganeso y Zinc por Cítricos.

Las deficiencias de cualquiera de estos elementos dentro del árbol provocan síntomas distintivos en el follaje. No hay evidencia de que el árbol se beneficie con cantidades mayores que las necesarias para impedir síntomas visibles de deficiencias. Una deficiencia moderada de Mn tiene algún efecto sobre el rendimiento y la calidad de la fruta, mientras que correcciones moderadas en deficiencia de Zn virtualmente no tuvieron efectos.

Estos elementos difieren con respecto a su movimiento en el árbol. El Zn, en algunos estudios, indica que no es altamente móvil; aparentemente el Fe y el Mn son casi no-móviles bajo las mismas condiciones. Se encontraron pequeñas pero apreciables cantidades de Zn y Mn, translocadas de las hojas donde fueron rociados los elementos, hacia hojas jóvenes. (Smith, 1966)

En el Cuadro No. 2 se resumen la función de los elementos en la planta, la forma en que se encuentra en el suelo, su disponibilidad, captación por la planta, y su incorporación en ella.

4.2.1. FUNCION DE LOS ELEMENTOS. N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, y Zn.

Bioelementos	Compuesto en que se encuentra en el suelo.	Disponibilidad en el suelo.	Captación como	Incorporación a la planta.	Función en la planta
N	Compuestos orgánicos, ácido nítrico.	Suministros por descomposición microbiana. NH_4^+ adsorbido a minerales de arcilla y humus, NO_3^- en disolución.	NO_3^- NH_4^+ (urea)	Libre como ión NO_3^- (vacuolas), en compuestos orgánicos, en proteínas ácidos nucleicos, metabolitos secundarios.	Componente importante del protoplasma y de las enzimas.
P	Compuestos orgánicos, fosfatos de Ca, Fe, y AL.	Como $\text{PO}_4^{3-}/\text{HPO}_4^{2-}$ es poco soluble, adsorbido y formando quelatos, suministro bajo por microorganismos.	$\text{HPO}_4^{2-}/\text{HPO}_4^-$	Como ión libre en unión primaria, nucleótidos, fosfátidos, fitina.	Metabolismo energético y síntesis (fosforilación)
K	Feldespato, mica y arcilla.	Adsorbido disuelto	K^+	Disuelto como ión (sobre todo en las vacuolas) y adsorbido.	Efectos coloido-químicos (requiere hidratación), sinergismo con NH_4^+ Na, antagonismo con Ca^{2+} . - Activación enzimática (Fotosíntesis).
Ca	Carbonatos, yeso fosfatos, silicatos (feldespatos, augita).	Adsorbido disuelto, Ca^{2+} deficiencia en suelos muy ácidos.		Como ión, como sal disuelta, cristalizado e incrustado, como quelato en unión orgánica con pectanas.	Regulación de la hidratación (antagonismo con K^+ , Mg) activador enzimático.

Bioelementos	Compuesto en que se encuentra en el suelo.	Disponibilidad en el suelo.	Captación como	Incorporación a la planta.	Función en la planta
Mg	Carbonatos (dolomita), silicatos (augita, anfíboles, olivina, sulfatos, cloruros).	Soluble adsorbido, deficiencia en suelos ácidos.	Mg ²⁺	Como ión disuelto y adsorbido formando complejos, en forma orgánica con la clorofila y pectinas, componente de enzimas.	Regulación de la hidratación (antagonismo con Ca ⁺) metabolismo energético, fotosíntesis, transferencia de fosfatos) sinergismo con Mn y Zn.
Fe	Sulfuros, óxidos, fosfatos, silicatos (augita, anfíboles, biotita)	Adsorbido móvil, fijado en suelos calcáreos.	Fe ²⁺ , quelatos de Fe (II)	En uniones metalo-orgánicas, componente de enzimas.	Metabolismo energético (oxidoreducción) y metabolismo del N.
Mn	Oxidos amorfos (pirulosita), carbonatos, en silicatos.	Adsorbido soluble, mejores disponibilidades en suelos ácidos. Enriquecimiento en condiciones reductoras.	Mn ²⁺ quelatos de Mn.	En compuestos órgano-metálicos y complejos, componente de enzimas.	Metabolismo energético (oxidasa, fotosíntesis, transferencia de fosfatos), metabolismo del N; sinergismo con Mg, Zn.
Zn	Fosfatos, carbonatos, sulfuros, óxidos, en silicatos.	Adsorbido disuelto movilización en condiciones ácidas -- básicas.	Zn ⁺⁺ quelatos de Zn.	Formación de complejos.	Activador enzimático, metabolismo energético, (deshidrogenadas), síntesis proteica, formación de compuestos para el crecimiento.

FUENTE: GRAJALES, O y E. Martínez (1982), Apuntes de Fisiología vegetal, FES-CUAUTITLÁN, México.

4.3.2. Mecanismos de Absorción de los Elementos (Gomez y Mellado, 1981).

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

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

El transporte activo implica el atravesar la membrana plasmática activamente, es decir, con gasto de energía metabólica ATP y en contra del gradiente de concentración, siendo además un proceso altamente selectivo. Este comportamiento se ha tratado de explicar con diversas teorías. La que tiene un mayor apoyo experimental en la actualidad es la de los portadores. Según ella, el proceso completo puede descomponerse de la siguiente manera:

- El ión se combina con una sustancia orgánica, el portador que radica en la misma membrana.
- El complejo, ión - portador, atraviesa la membrana.
- En la cara interior, el ión queda libre.
- El portador regenerado, vuelve al punto de partida dispuesto a actuar de nuevo.

La primera reacción transcurre con rapidez y sin gasto de energía, de modo que en fracciones de segundo se satura todo el portador existente. Debido a este efecto de saturación el transporte activo es en gran parte independiente de la concentración externa del ión. La velocidad la marca más bien la tercera reacción (regeneración del portador) que es la limitante. La energía metabólica podría ser aplicada en cualquiera de las tres últimas reacciones. Aún no se sabe sin embargo, la naturaleza química del portador y el detalle íntimo de como actúa.

Como posibles portadores se han sugerido proteínas, péptidos, aminoácidos, RNA, ATP, fosfátidos, azúcares fosforilados, ácidos orgánicos, piridoxal, citocromos, agentes quelatantes. En los últimos años se ha llegado a establecer con seguridad que ciertas proteínas enzimáticas, las permeasas, juegan un papel importante en la absorción de sustancias a través de las membranas celulares. Inhibidores de la transcripción (p. ej. la actinomicina) o de la traducción (p. ej. la puromicina) pueden bloquear la síntesis de estas enzimas, con netos efectos negativos sobre la capacidad transportadora de la membrana.

La selectividad del proceso debe atribuirse a la existencia para cada ión de un portador específico, una permeasa específica, o quizá ambas. En aquellos casos donde la especificidad no es completa, surgen fenómenos de competencia entre iones similares.

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.

Cuando dos soluciones a distinta concentración se ponen en contacto directo, se alcanza el equilibrio después de cierto tiempo como consecuencia del movimiento al azar de las moléculas del soluto. Hay una difusión que debe entenderse neta, esto es, como diferencia entre las que tienen lugar en ambas direcciones. La Ley de Fick establece que la velocidad de difusión es proporcional a la superficie de contacto entre las disoluciones y también al gradiente de concentración. También depende de la temperatura. La difusión supone una disipación de energía libre y un aumento de entropía. Experimentalmente se puede observar y medir con sustancias coloreadas y con isótopos.

El caso especial que ahora nos interesa es la difusión a través de membranas, llamada ósmosis. Las membranas pueden ser más o menos permeables, pero en ningún caso lo son absolutamente. Suponen ciertas barreras de energía que los solutos han de atravesar, necesitando sus moléculas ir dotadas de energías de activación in-

dividuales más altas y realizándose por tanto el proceso total con una mayor lentitud. Las membranas biológicas son bastante impermeables, debido sobre todo a los lípidos que contienen. Solamente aquellas moléculas neutras que tienen cierto grado de liposolubilidad pueden penetrar pasivamente en la célula de un modo apreciable por este procedimiento.

El proceso anterior puede verse favorecido cuando el soluto puede combinarse reversiblemente con sustancias determinadas de modo que el complejo resulte ser suficientemente liposoluble. Esta difusión facilitada presenta algunas características comunes con el transporte activo (especificidad, competencias, y efectos de saturación) pero siempre ocurre a favor del gradiente de concentración y no hay gasto de energía metabólica.

Los poros de una membrana ofrecen otro tipo de oportunidad para el paso de sustancias. A través de ellos puede establecerse el flujo de masa que comprende tanto moléculas del soluto como del disolvente. En la velocidad del paso influyen un gradiente de presión mecánica, la viscosidad del fluido y, en gran proporción (su cuarta potencia), el radio del poro. Hay por tanto dos factores principales que condicionan la posibilidad del transporte pasivo de moléculas neutras a través de las membranas biológicas: Un tamaño molecular pequeño y una liposolubilidad alta.

Los iones pueden atravesar la membrana por electroósmosis, que es un flujo de masa a través de los poros, estimulado, no por una diferencia de presión mecánica, sino por una diferencia de potencial eléctrico entre ambos lados.

La verdadera difusión, en el caso de los iones, está condicionada al mantenimiento del equilibrio eléctrico.

4.3.3. Interrelación entre los elementos.

Según Olsen (1983), para poder comprender las interacciones de los micronutrientes o macronutrientes que se llevan a cabo dentro de la planta y en el suelo, se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

- El promedio de absorción de nutrientes.
- La distribución de nutrientes a sitios funcionales.
- La movilidad del nutriente dentro de la planta.

4.3.3. a. Interrelación Fósforo-Zinc.

La primera interrelación a la que se hará referencia es la llevada a cabo entre el Fósforo y el Zinc. De resultado de experimentos anteriores realizados por diversos autores, se ha visto que cuando existe mucho P disponible o por la aplicación de grandes cantidades de fertilizante con P, se produce escasez de Zn en la planta, disminuyendo la producción de fruto o grano. Cuando sucede esto se recurre a aplicaciones de Zn al suelo en dosis de 3-5 ppm.

Las causas posibles de esta reacción son:

a.1. Interacción P-Zn en el suelo.

Se creía que se presentaba la formación del compuesto insoluble $Zn_3(PO_4)_2$ en el suelo, pero se ha visto que es soluble a pH 6.7 a 7.2, en diferentes tipos de suelos, y en diferentes dosis. Esta evidencia indica que la precipitación de $Zn_3(PO_4)_2$ no está relacionada con la deficiencia de P en la planta.

También se cree que el H_2PO_4 reduce la conducción de Cu y Zn por algún proceso ajeno al crecimiento de la planta en el suelo.

a.2 Tasa lenta de translocación del Zn de las raíces a las partes superiores.

Muchos trabajos han reportado que la aplicación de P indu-

ce o acentúa síntomas de deficiencia de Zn en la planta (Loneragan, 1952; Thorne, 1957; Burlison et al., 1961; Brown & Tiffin, 1962; Langin et al., 1969; Milikan, 1963; Sharma et al., 1968; Brown et al., 1970; citados por Olsen, 1983) planteándose la posibilidad de un antagonismo P-Zn dentro de las raíces, es decir, que el P puede inducir la deficiencia de Zn, por translocación y utilización del Zn.

- a.3. El efecto de dilución sobre la concentración de Zn en las partes aéreas debido a la creciente respuesta del P.

Cuando la tasa de crecimiento de la planta excede la tasa de conducción de un nutriente en particular, la concentración de ese nutriente en el tejido decrece o se diluye, en el tejido de la planta.

La tasa de crecimiento se ve incrementada por la aplicación de P, pero la tasa de conducción de Zn no se incrementa lo suficientemente rápido como para mantener una concentración suficiente de Zn en las partes aéreas.

- a.4. Desorden metabólico dentro de las células de la planta relacionado con un desbalance entre P y Zn.

Una excesiva concentración de P interfiere con las funciones metabólicas del Zn, es decir que la concentración de Zn en sí no es la causa directa del aumento del desorden.

La explicación de los procesos antes mencionados es la siguiente:

Distribución del Zn entre raíces y partes aéreas de la planta.

En el caso del Zn opera un principio bien conocido; la parte más cercana de la planta a la fuente de suministro obtiene primero el nutriente requerido, antes de que se lleve a cabo una trans-

locación significativa a las partes aéreas.

Stuckenholtz et al, (citados por Olsen, 1983) midieron la concentración y conducción del Zn por cosecha, considerando la tasa de incremento de P en caliza a un pH de 7.9, la concentración y conducción del Zn en las raíces se incrementó con la aplicación de P, mientras que la concentración y conducción en las hojas, nudos y entrenudos declinó. Burleson et al., (1961) sugirieron la posibilidad de un antagonismo P-Zn dentro de la raíz.

La baja movilidad del Zn dentro de la planta contribuye a mantener esta distribución en ella.

. Efectos Fisiológicos.

Algunos reportes sugieren que el P interfiere con la utilización del Zn por la planta pero no han sido probados mecanismos metabólicos o funcionales (Viets, 1966; Boawn & Brown, 1968).

Según experimentos de Milikan (1963) se sugiere que el Zn es esencial para la buena utilización de P por la planta.

4.3.3. b. Interrelación Zinc-Nitrógeno.

La relación entre la tasa de crecimiento y el P, que inducen deficiencias de Zn, sugieren que otros nutrientes que incrementan la tasa de crecimiento, cuando el suministro de Zinc es bajo, podrían también inducir deficiencias en éste. Se ha reportado que la aplicación de N es una posible causa de las deficiencias de Zn en cítricos (Olsen, 1983).

Ozanne (1955) observó un severo incremento en deficiencias de Zn en trébol subterráneo cuando se aumentó el suministro de N, sin considerar la fuente de N, estableció que el efecto se debió a un incremento en la tasa de crecimiento. Al mismo tiempo, encontró que la concentración de Zn en las raíces correlacionaba con el porcentaje de proteína. Sugiere entonces que el incremento en el suministro de N causa más retención de Zn en las raíces, puesto que se forma el compuesto proteína-Zinc. Esta retención a nivel de las raíces causa severas deficiencias de Zn en las partes aéreas. Dicho e

fecto se observó utilizando varias fuentes de N, y con pH fijo.

Otros experimentos han indicado que el efecto del N sobre la concentración del Zn en las plantas puede alterarse por el efecto de acarreo relacionado con el pH del suelo y las condiciones de desarrollo de la planta (Viets, Boawn & Crawford, citados por Olsen, 1983).

Viets et al., (citados por Olsen, 1983), separaron los efectos de estas dos variables utilizando coeficientes de regresión parcial y encontraron que el pH provoca un efecto mayor y más consistente sobre la concentración y conducción de Zn por las plantas, que las condiciones de desarrollo de la planta. Pero los datos para otras especies indican que no puede generalizarse a todas las plantas el efecto del N sobre la concentración del Zn.

Langin et al., (citados por Olsen, 1983), observaron que, en forma general, la fertilización con B realza la conducción del Zn, a pesar de la dilución sustancial que causa un incremento en la producción de N.

4.3.3. c. Interrelación Hierro-Fósforo.

Frecuentemente el fósforo se involucra con los aspectos de la nutrición de Fe. Se ha observado que el exceso de P inactiva la acción del Fe (Brown & Tiffin, citados por Olsen, 1983), y sugerido que el P compite con el Fe a nivel de raíces, o con agentes quelatantes.

El efecto de P es mejorado por Ca. Brown et al., (Citados por Olsen, 1983), indican que la clorosis inducida por cal puede en parte, estar relacionada con el efecto combinado de Ca y P. Otras plantas desarrollan una clorosis por Fe cuando existe una concentración relativamente alta de P en el suelo o en la solución nutritiva.

Algunos datos sugieren que la capacidad de la planta para absorber y retener Fe de una solución en donde se encuentre en forma disponible llega a ser menor cuando la concentración de P en la planta aumenta (Dekock, Brown et al., citados por Olsen, 1983). Algunos datos indican que el Fosfato de Fe precipita sobre o en las raíces.

El Fe asociado con el P es evidentemente menos móvil, de modo que, al parecer el P en exceso interfiere con el movimiento y las funciones metabólicas del Fe (Olsen, 1983).

Chaney, Brown y Tiffin (citados por Olsen, 1983), reportaron que las raíces de soya reducen $\text{Fe}^{+3}\text{EDTA}$, a Fe^{+2} antes de que ocurra la conducción de Fe. Al parecer este mecanismo opera en todas las plantas.

Algunos experimentos indican que el fosfato de Fe puede precipitar en la parte externa de las raíces (Biddulph, Ayed, citados por Olsen, 1983), pero la interacción de Fe y P provocan clorosis por Fe causada por una movilización interna del Fe, probablemente debida a la formación de fosfato de Fe.

Dekock, Hall y McDonald (citados por Olsen, 1983), encontraron evidencias de que la relación P/Fe es más importante en la presencia de clorosis férrica que la misma concentración de Fe.

Bentley, Dekock e Inkson (citados por Olsen, 1983), establecen que estos efectos han sido encontrados en diferentes especies que han mostrado clorosis debida a una gran variedad de causas, incluyendo: herencia, infección y deficiencias nutricionales.

Se han hecho intentos para relacionar los cambios en estas proporciones durante diferentes fases fenológicas de las plantas, analizando hojas cloróticas y normales.

Dekock, Hall y McDonald (citados por Olsen, 1983), discuten la relación del Fe con fosfo-proteínas en animales y plantas. No se ha esclarecido ésta en la forma Fe^{+3} o la forma Fe^{+2} , entonces la relación P/Fe indica el balance de Fe^{+3} a Fe^{+2} en la célula. La síntesis del grupo hemo depende de la presencia de Fe^{+2} y la síntesis de clorofila esta íntimamente correlacionada con el Fe total de la hoja, y el contenido de grupo Hemo.

4.3.3. d. Interrelación Cobre-Fósforo

Cuando se dan fertilizaciones fosfóricas pesadas y prolongadas se presentan severas deficiencias de Cu; en cítricos se indujeron tales deficiencias mediante aplicaciones de 180 ppm de P, pero se corrigen con aplicaciones de Cu, incrementándose el crecimiento en cítricos. (Olsen, 1983).

En algunos casos la aplicación de Cu ha llegado a ser tóxica para el crecimiento de cítricos, y las aplicaciones de P reducen dicha toxicidad (Olsen, 1983).

4.3.3. e. Interrelación Fósforo-Molibdeno.

El P mejora la absorción y translocación de Mo en las plantas de tomate. La explicación para este efecto debe buscarse en los procesos bioquímicos en los que están involucrados los iones de los dos elementos. Se ha sugerido que el P asume un papel dominante en la liberación del Mo de las células de las raíces para ser translocado.

Bershad (citado por Olsen, 1983), sugirió que el P estimula la conducción del Mo por la formación de un complejo fosfomolibdato y, en forma de anión, es incorporado rápidamente por la planta.

4.3.3. f. Interrelación Calcio-Boro

Tanto el Ca como el K, acentúan los síntomas de deficiencia de B (Reeve y Shive, citados por Olsen, 1983), y su toxicidad decrece marcadamente al incrementar la concentración de Ca, pero en el caso del K el efecto fué opuesto.

En suelos o sustratos que contienen B en exceso a la cantidad requerida para un óptimo de crecimiento, los efectos tóxicos pueden ser reducidos, o prevenidos, por adiciones de Ca.

Las plantas crecen normalmente sólo cuando existe en el interior cierto balance de Ca y B.

Jones y Scarsegh (citados por Olsen, 1983), encontraron que el balance ideal Ca y B era: 1200 para tabaco, 500 para frijol y 100 para caña de azúcar, proporción expresada en pesos equivalentes de los dos elementos.

La combinación de efecto de pH y alta concentración de Ca reduce el contenido de B en las plantas en un 50%. El B puede ser aplicado en grandes cantidades sobre suelos alcalinos o calcáreos sin causar ningún daño o efecto de toxicidad, a diferencia de cuando se agrega a suelos ácidos.

4.3.3. g. Interrelación Hierro-Zinc.

Las funciones metabólicas del Fe en las plantas están conectadas de alguna manera con el suministro de Zn.

Rosell y Ulrich (citados por Olsen, 1983), reportaron 917 ppm de Fe en hojas de caña de azúcar con baja concentración de Zn. La adición de 0 a 12 ppm de Zn, bajó el contenido de Fe en las hojas hasta 94 ppm. La conducción y concentración del Fe en plantas de maíz no fué disminuída por el Zn.

Watanabe et al., (citados por Olsen, 1983), encontraron que la producción de maíz bajó cuando el nivel de Zn fué incrementado de 0.75 a 2.25 M. Cuando el nivel de Fe fué de 40 M, como Fe EDTA y el nivel de Zn en la solución nutricional fué alto, las plantas sufrieron clorosis por Fe, en distintos niveles de P, pero los síntomas de deficiencia desaparecieron cuando el nivel de Fe se incrementó a 80 M. Estos datos indican que es esencial un balance nutricional favorable para un buen crecimiento, pero los datos no muestran que mecanismos involucran al Fe y al Zn.

Si el Fe^{+2} es formado en el proceso de conducción, el Zn^{+2} no parece competir con el citrato de Fe (Olsen, 1983).

Warnock (citado por Olsen, 1983), midió la relación entre el P como inductor de deficiencias de Zn en maíz, y las concentraciones, y movilidad del Fe y Mn dentro de la planta. Las concentraciones de

Fe fueron altas en la hoja y apareció deficiencia de Zn en maíz. El Mn fué afectado en la misma forma pero en menor grado. La relativa movilidad del Fe y el Mn se relacionó inversamente con la movilidad del Zn. Lingle et al., (citados por Olsen, 1983), encontraron que el Zn interfiere más con Mn, Cu, Ca, Mg, y K, que con la absorción del Fe, como Fe EDTA, y la translocación a las partes aéreas en variedades de plantas de soya.

En otro experimento, el Zn redujo la conducción del Fe en un 15 %, cuando estuvo presente en una solución nutritiva a $5 \times 10^{-8} M$. Sin embargo la reducción de Fe^{+3} a Fe^{+2} no fué afectada por el Zn.

Se ha visto que adicionando P, se acentúan las deficiencias por Fe y Zn (Olsen, 1983).

Jackson, Hay y Moore (citados por Olsen, 1983), encontraron que cuando se cubrieron las necesidades de P en maíz, las deficiencias de Zn llegan a ser dominantes y las plantas presentan niveles altos de Fe.

La adición de Zn incrementa el crecimiento y se nota una marcada reducción en la concentración de Fe en las plantas. Cuando se presentaron otros factores limitantes del crecimiento, tales como una alta concentración de P y el pH, los niveles de Fe en la planta generalmente no fueron altos y la adición de Zn tuvo un efecto mínimo sobre el contenido de Fe.

4.3.3. h. Interrelación Hierro-Manganeso

En suelos ácidos con altos contenidos de Mn se han observado plantas cloróticas (Somers y Shivin, citados por Olsen - 1983), tal clorosis fué eliminada con aspersiones de Fe.

En plantas de soya crecidas en soluciones nutritivas, se observaron clorosis típicas debidas a deficiencias de Fe en sustratos con altas concentraciones de Mn. Algunos experimentos indican que el Fe y el Mn se interrelacionan en sus funciones metabólicas y que la efectividad de uno esta determinada por la presencia proporcional del otro.

Grasmanis y Leeper (citados por Olsen, 1983), redujeron la toxicidad del Mn en las hojas de manzana desde 100 hasta 35 ppm de Mn mediante la inyección de citrato de Fe al árbol o por la aplicación de FeEDTA al suelo.

Wallihan y Miller (citados por Olsen, 1983), indujeron síntomas de deficiencia de Mn en árboles de aguacate por aplicación a éstos de FeEDTA, en proporciones de 50 a 100 g.

Epstein y Stout (citados por Olsen, 1983), sugirieron que el Mn interfiere con el transporte de Fe de las raíces a los dardos. La absorción de Fe por las raíces se incrementa en suspensiones arcillosas al aumentar la concentración de Mn.

Kuezck y Greinert (citados por Olsen, 1983), aplicaron Fe y Mn en formas inorgánica y de quelatos a un estiércol deficiente de Mn, a pH 6.5. La aplicación de FeEDTA, MnEDTA o ambos, decrecen el crecimiento y la conducción de Mn e incrementan la relación Mn/Fe en frijoles Navy. La adición de Mn EDTA o FeEDTA intensificó los síntomas visuales de Mn deficiente. Estos datos indican que el Mn fué rápidamente desplazado de MnEDTA por el Fe y que la liberación del Mn fué inactivada como un complejo por la parte orgánica del suelo. En suelos orgánicos la aplicación de $MnSO_4$ corrigió la deficiencia de Mn en las plantas.

Bradfort y Harding (1957) estudiaron los micronutrientes en las hojas de naranja Valencia y encontraron que el B, Fe y Mn, tendían a incrementar con la edad de la hoja y el Cu a disminuir.

Labanauskas, Jones y Embleton (1959), también encontraron incrementos estacionales en Fe, B y Mn, con disminuciones de Fe y Zn en hojas de naranja Washington Navel.

En el Cuadro No. 1 BIS, se pueden ver los efectos de interacción entre los elementos en hojas de cítricos, cuando alguno de ellos se ve incrementado.

Cuadro 1 Bis.

EFEECTO DEL INCREMENTO EN EL NIVEL DE NUTRIENTES DE LAS CONCENTRACIONES EN LAS HOJAS DE
CITRICOS ENTRE LOS ELEMENTOS.

? desconocido o incierto + Incremento - Reducción 0 Nulo
* Diferencia significativa (Smith 1966)

Elemento	Efecto sobre la concentración																
	Incrementado	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo	Cl	Na	Li	As
N	+	-	-	*+	+	-	-*	0	0*	0*	0*	?	?	?	?	?	?
P	-*	+	-	+	+*	?	-*	0	+	-*	-	?	?	0	?	?	?
K	-	0	+	-	-	?	+*	?	-*	0	0	?	?	?	?	?	?
Ca	+	0	-	+	-	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Mg	0	0	-	-	+	?	0	?	+	+	-	?	?	?	?	?	?
S	-	-	-	+	-	+	?	?	?	?	?	?	?	?	-	?	?
B	0	-	+	+	?	?	?	+	-	0	0	?	?	?	?	?	?
Fe	?	-	+	+	?	?	?	+	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Mn	0	0	0*	0	-	?	0	0	+	0	-	?	?	?	?	?	?
Zn	0	0	+	+	-	?	0	0	0*	+	-	?	?	?	?	?	?
Cu	0	0	+	0	0	?	0	?	-	-	+	?	?	?	?	?	?

4.3.4. Concentración de los Elementos en Cítricos.

Nutrición de cítricos según F.A.O. (1975)

Los árboles de cítricos requieren para su crecimiento grandes cantidades de nutrientes minerales que son encontrados parcialmente en los suelos. Tales cantidades de nutrientes deben ser aplicadas para mantener el nivel de fertilidad del suelo y permitir una continua cosecha de grandes producciones. La forma más eficiente para lograr este propósito es la aplicación de fertilizantes minerales que, en contraste con el abono orgánico, suministran nutrientes minerales en forma concentrada y fácilmente asimilable.

Consultando varias fuentes se encontró que una tonelada de naranjas extraería diferentes cantidades de elementos nutritivos, como se indica a continuación:

Nutrientes extraídos en Kg por Tonelada de frutos de cítricos.

Autor	N	P	K	Ca	Mg	
Chapman y Kelly (1948)	1.18	.27	2.61	1.04	.19	
Smith y Reuther (1953)	1.29	.20	1.87	.36	.18	
Labanauskas y Hardy	(1972)	1.85	.17	1.79	.78	.17

Proporción promedio: $N : P_2O_5 : K_2O = 3:1:5$

El Ca es el constituyente más importante de las partes vegetativas, mientras que el K es el constituyente que domina en frutos. Además las cantidades de N y K se incrementan continuamente en el fruto hasta la maduración.

En cuanto a la concentración de nutrientes en las hojas, hay que tomar en cuenta que recientemente se ha pedido que éstas reúnan ciertas características para que los resultados obtenidos puedan aparecer en tablas tipo de diversos autores.

En el Cuadro 2 BIS se indican los contenidos de N, P y K en hojas de cítricos, según diversos autores, en plantas sanas de altos rendimientos expresados en % de materia seca, y la proporción que guardan entre sí los elementos, según recopilación de Esteban V. (1971).

ALIMENTACION GLOBAL Y EQUILIBRIO FISIOLÓGICO SEGUN LOS NIVELES CRITICOS
EN HOJA DE CITRICOS

Autor	Cultivo :	Variiedad	N%	10P%	K%	Total	Proporción
Chapman & Brown	Naranja	--	2.20	1.20	1.00	4.40	50:27:23
Chapman & Brown	Naranja	--	2.45	1.50	1.25	5.30	46:28:26
Reuter y col.	Naranja	--	2.50	1.40	1.20	5.10	49:27:24
Smith, P. F.	Naranja	--	2.50	1.00	1.20	5.30	47:30:23
Smith, P. F.	Naranja	--	2.70	1.60	1.20	5.50	49:29:22
Sakamoto & Oluch	Naranja	Satsuma	2.77	1.31	1.13	5.21	53:25:22
Sakamoto & Oluch	Naranja	Satsuma	3.49	2.03	1.90	7.42	47:27:26
Carpena y col.	Limón	Verna	2.54	1.24	0.88	4.66	55:26:19
Carpena y col.	Limón	Verna	2.52	1.22	0.89	4.63	54:26:19
Gonzalez Sicilia	Naranja	--	2.45	1.30	0.71	4.46	55:29:16
Carpena y col.	Limón	Verna	2.49	1.25	0.84	4.58	55:27:18
Carpena y col.	Limón	Verna	2.50	1.24	0.85	4.59	54:27:19
Carpena y col.	Limón	Verna	2.33	1.20	1.12	4.65	50:26:24
Carpena y col.	Limón	Verna	2.59	1.34	1.24	5.07	50:26:24
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	4.66	45:30:25
Carpena y col.	Naranja	Verna	2.34	1.37	0.98	4.09	50:29:21
Carpena y col.	Naranja	Verna	2.94	1.78	1.09	5.81	50:31:19
Carpena y col.	Limón	Verna	2.54	1.24	0.88	4.66	54:27:19
Carpena y col.	Naranja	Verna	2.48	1.29	1.04	4.81	52:27:21
Carpena y col.	Naranja	Verna	2.75	1.41	0.97	5.08	54:27:19
Carpena y col.	Limón	Primofiore	2.24	1.12	1.06	4.42	51:25:24
Carpena y col.	Limón	Primofiore	2.65	1.22	1.01	4.88	54:25:21
Carpena y col.	Naranja	Salusiano	2.85	1.30	1.14	5.29	54:25:21

4.4. DIAGNOSTICO DE DEFICIENCIAS

4.4.1. Síntomas visuales para el diagnóstico de deficiencias.

Las plantas generalmente responden a un suministro inadecuado de elementos esenciales mediante síntomas característicos visibles. Estos síntomas son importantes pues ayudan a determinar la función del elemento en la planta e indican al agricultor como y cuando aplicar fertilizante a sus cultivos. Esto requiere de mucha experiencia pues se podría confundir una deficiencia con un ataque de plagas aunque este último resulta a veces, en la disminución de cualquier nutriente.

Los síntomas de deficiencia de cualquier elemento dependen principalmente de dos factores:

- 1) Sus funciones:
 - 1.1. En la estructura de las macromoléculas.
 - 1.2. Como cofactor indispensable en la actividad de alguna enzima.
- 2) Su movilidad:
 - 2.1. Elementos móviles: N, P, K, Mg, Na, Cl y S. (de los cuales los cuatro primeros fueron elementos de estudio en este trabajo).
 - 2.2. Elementos poco móviles: Zn, Mn, Cu, Mo. (de los cuales los dos primeros fueron elementos de estudio en este trabajo).
 - 2.3. Elementos inmóviles: Fe, Ca y B. (Este último elemento se excluye como elemento de estudio en este trabajo).

Si el elemento es móvil, los síntomas aparecen más temprano y en forma muy pronunciada en hojas viejas, mientras que en los inmóviles, los síntomas aparecen primero en las hojas jóvenes. En el cuadro No. 3 se resume el papel de los síntomas visuales para el diagnóstico de deficiencias.

Cuadro No. 3

4.3.1. ROL DE LOS SINTOMAS VISUALES PARA EL DIAGNOSTICO DE DEFICIENCIAS

Bioelementos	Enriquecimiento Preferencial.	Posibilidad de distribución.	Síntomas de Deficiencia
N	Brotos jóvenes, yemas semillas, órganos de reserva.	Buena sobre todo en forma orgánica.	Crecimiento raquítico ó enano, rigidez esclerosis. Relación vástago raíz, a favor de la raíz, amarilleo temprano de las hojas.
P	En órganos reproductores más que en vegetativos. (granos de polen).	Buena en forma orgánica.	Dificultades en los procesos reproductores. (retraso en la floración); rigidez, coloración bronce violeta de hojas y tallo.
K	Zonas de división, tejidos jóvenes, parénquima cortical, lugares con metabolismo activo.	Buena	Dificultades en la economía hídrica (sequía), raquitismo en las hojas, marchitéz.
Ca	Hojas, cortezas de árboles.	Muy mala	Crecimiento en división dañado, (células pequeñas).
Mg	Hojas	Buena en parte	Rigidez, clorosis intercostales en hojas adultas.
Fe	Hojas	Mala	Clorosis intercostales, hasta coloración blanca de las hojas jóvenes (nerviación verde en las hojas).
Mn	Hojas	Mal en parte	Inhibición del crecimiento, necrosis.
Zn	Raíz, vástago	Mala	Inhibición del crecimiento, coloración del follaje, dificultades en la fructificación.

4.4.2. Análisis foliares y sus interpretaciones.

4.4.2. a. Parámetros de muestreo de hojas.

Para dar validez a los análisis foliares en los trabajos de investigación, diversos autores se han dado a la tarea de unificar los criterios de muestreo, tomando en cuenta que la edad y la posición de la hoja pueden ser determinantes para su concentración de nutrientes, si ésta se toma en valores absolutos.

Chapman (1960), nos dice que las hojas que deben utilizarse para los análisis foliares deben ser las terminales de los brotes de primavera, de una edad de 4 a 10 meses, y que tengan fruta.

Según Hernando V. (1979), la edad ideal para el muestreo de hojas es de 5 a 7 meses después de su aparición.

La F. A. O. (1975), recomienda muestrear las hojas al azar de los brotes de primavera, de una edad de 4 a 7 meses, situadas de 0.80 a 1 m, así mismo menciona que la posición de las hojas sobre el árbol, y especialmente su orientación, tienen una marcada influencia sobre el contenido mineral de la hoja. Reuther et al., (1962), recomiendan muestrear las hojas de los brotes terminales de las ramas vegetativas en el ciclo de primavera de 5 a 7 meses de edad.

Según F. A. O. (1975), en los Estados Unidos de Norteamérica los muestreos se han hecho alrededor de los árboles, mientras que en Israel y Morocco, se seleccionaron hojas de un solo lado del árbol (norte).

4.4.2. b. Valores críticos.

Senigagliesi (1972), señala que el análisis foliar de las plantas es útil para: diagnósticar o confirmar diagnósticos visuales; identificar deficiencias de nutrientes que, a menudo, no producen síntomas específicos; localizar áreas con deficiencias incipientes; indicar cuando y en qué cantidad penetran los nutrientes en la planta;

indicar interacciones y antagonismos entre nutrientes, y como guía para entender funciones internas de la planta.

Ulrich y Hills (1967), dicen que puede considerarse al análisis foliar, como el estudio de la relación entre el contenido de nutriente en la hoja y el crecimiento o rendimiento de la planta.

Bould (1979) señala que los objetivos del análisis foliar pueden resumirse de la siguiente forma:

1.- Sirve para establecer niveles de nutrimentos por debajo de los cuales las plantas muestran síntomas de deficiencia (niveles críticos).

2.- Para establecer valores nutrimentales asociados con crecimiento óptimo.

Igualmente Bates (1971), dice que el diagnóstico de las deficiencias nutrimentales y la predicción de las necesidades de fertilizantes se basa en la concentración crítica de un nutriente o fracción del mismo en la hoja, por debajo del cual el crecimiento o rendimiento de la planta, se ve restringido.

El concepto de concentración crítica está basado en la función que expresa la relación entre concentración nutrimental y rendimiento. Esta función curva puede dividirse en varias zonas.

Macy (citado por Smith, 1966), establece cuatro zonas:

1.- Sección o zona de deficiencia, que se caracteriza porque a pequeños incrementos de nutrientes en la hoja, corresponde un aumento considerable del rendimiento.

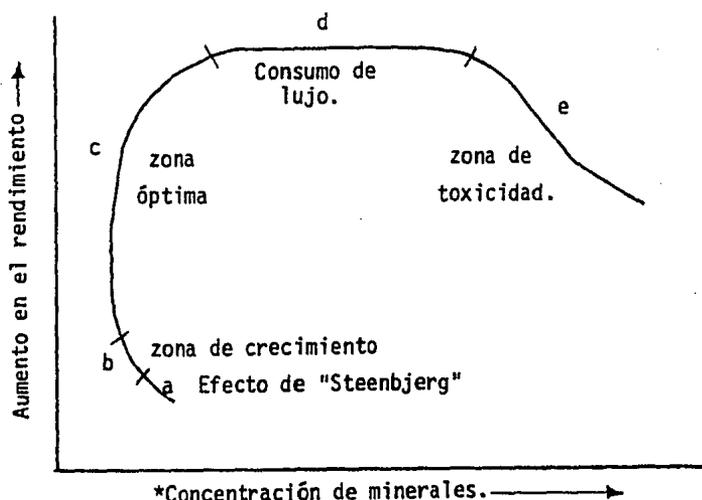
2.- Sección de deficiencia latente, en donde los incrementos del nutriente son proporcionales a los incrementos del rendimiento o a un mejoramiento en la calidad de los productos a cosechar.

3.- En esta zona los aumentos en los nutrientes no están acompañados por incrementos en el rendimiento y corresponde a la llamada zona de suficiencia.

4.- Zona de toxicidad, es donde se reduce el rendimiento al aumentar excesivamente la concentración nutrimental.

Smith (1966), dice que el principio básico de los análisis foliares, o cualquier otra técnica de diagnóstico, se basa en la "Ley del Mínimo" de Liebig, que fué subsecuentemente elaborada dentro de la "Ley Cíclica de Disminuciones" por Mitscherlich, deduciéndose de este principio que una respuesta a un tratamiento correctivo deberá esperarse únicamente cuando la concentración de un nutriente en la hoja indica un suministro subóptimo.

El siguiente diagrama de Smith (1966), muestra la variedad de posibles respuestas:



Zona a: Muestra la posibilidad de un decremento en la concentración actual de las hojas, siguiendo la aplicación de un elemento deficiente, y al mismo tiempo algún incremento en crecimiento. Este

es el llamado efecto de "Steenbjerg" después de que se describió en 1951,

Zona b: Ilustra una posible respuesta de crecimiento con poco o ningún cambio en la concentración de la hoja del elemento deficiente.

Zona c: El incremento simultáneo en crecimiento y concentración de la hoja ocurre hasta que es alcanzado el punto óptimo o nivel crítico. Esta parte de la curva representa la curva de respuesta de crecimiento de Mitscherlich. Actualmente la curva llega a ser asintótica hasta la cresta superior y el nivel crítico es una designación arbitraria del punto debajo del cual está asociado un largo incremento en la concentración de la hoja con un pequeño incremento, insignificante, en rendimiento. El nivel crítico no es un punto fijo, pero actualmente existen tablas con estándares de las concentraciones de la hoja designando "rangos óptimos" o alguna terminología similar.

Zona d: Es el área real de "disminuciones cíclicas", en donde la ganancia en crecimiento, aún bajo condiciones ideales, es insignificante. La zona es algunas veces llamada el rango de "consumo de lujo".

Zona e: Representa el área donde la toxicidad interrumpe la curva asintótica.

Smith (1966), señala que los análisis foliares han sido útiles en muchos casos. Ayudan a identificar deficiencias de nutrientes en forma visual, y son útiles especialmente en casos de deficiencias simultáneas múltiples, o cuando dos elementos causan patrones de deficiencias, similares; por ejemplo K y Mg, cuyos síntomas visuales se confunden, y que son fácilmente reconocidas en base a análisis foliares. También pueden revelar problemas nutricionales en donde no se esperaban, debido a la ausencia de síntomas marcados de decaimiento. Una de sus grandes aplicaciones es la prevención de deficiencias, siempre preferible a su corrección después de que se han presentado. Según este autor los estudios y tablas de valo-

res estándares son requeridos para cada cultivo por las innatas diferencias en requerimientos minerales y capacidades de absorción

Lundergardh (1951), describe la base fisiológica de los análisis foliares como dependiente de dos procesos generales:

- a) La absorción y distribución de minerales por las plantas.
- b) Una relación cuantitativa entre la absorción de nutrientes y el crecimiento.

Malavolta (1961) menciona que el diagnóstico foliar se debe considerar como un método para evaluar la fertilidad del suelo, basándose en las correlaciones existentes entre la dosis de fertilizante, y el rendimiento en forma separada y conjunta, con el nivel correspondiente del elemento en las hojas.

Debajo del nivel crítico del elemento en la hoja el crecimiento es limitado, mientras que por encima del mismo el uso de fertilizante no es económicamente redituable.

Para hacer estos cálculos se utiliza la ecuación de Mitscherlich para el cálculo del rendimiento:

$$Y = A (1 - 10^{-c(x+b)})$$

donde:

Y = rendimiento

x = La cantidad aplicada del elemento.

b = La aportación del suelo

c = Coeficiente de eficiencia de carga.

A = Máximo rendimiento.

Cary (1961) realizó un experimento factorial en cítricos con una deficiencia inherente de P en el suelo, agravada por la acidez del suelo, causada por aplicaciones hechas durante los años 1947-'65, y dice que al realizar los análisis foliares, el único dato que aportaron fué la deficiencia de P.

Waard (1961) propone el uso de la diagn6s^{is} foliar para determinar las cantidades necesarias para asegurar la concentraci6n de minerales en la zona de las ra^{ic}es, sobre todo en suelos que son f^{is}icamente y qu^{im}icamente pobres, y hace una generalizaci6n directa de los valores de referencia determinados para siembra de tiestos bajo condiciones de invernadero para que la producci6n de plantas sea permisible. En particular su experimento muestra que dado un fertilizante suministrado regularmente, las condiciones vegetativas satisfactorias y la alta producci6n tiende a corresponder con valores de referencia de tratamientos nutrimentales. En forma similar, bajos valores de concentraci6n de nutrientes en hojas pueden estar generalmente relacionados con producciones bajas y apariencia poco vigorosa. Algunos resultados tienden a probar estas hip6tesis, indicando que es posible simplificar el diagn6stico y el control nutricional de los cultivos.

Moller (1961), realiz6 un trabajo para la diagn6s^{is} y control de des6rdenes nutricionales en cereales, bas6ndose en an6lisis foliares. Hizo experimentos de invernadero y ensayos en campo para evaluar el estado nutricional de las plantas durante diferentes etapas fenol6gicas, y para formular una relaci6n entre la producci6n y la concentraci6n de nutrientes a diferentes niveles nutricionales.

4.4.2. c. Equilibrio Fisiol6gico.

Otra forma de interpretar los resultados de an6lisis foliares, es estudiando las proporciones que guardan entre sⁱ diferentes grupos de elementos nutritivos. Esteban (1974), indica que el estado nutritivo de las plantas ha sido poco estudiado desde el punto de vista del Equilibrio Fisiol6gico de los Elementos. En un estudio realizado por el mismo autor, afirma que el balance fisiol6gico se puede expresar en la relaci6n: $N:10P:K$, y calcula los valores para algunos 6rboles frutales como: aguacate, manzano, olivo, melocotonero y algunas hortalizas como papa y chile, bas6ndose en datos de niveles cr^{it}icos reportados por diversos investigadores. En lo encontrado por 6l se observa que el balance fisiol6gico entre estos tres elementos, es el mismo para los diferentes cultivos estudia

dos, y se expresa con los valores de: $N=50\%:10P=30\%:K=20\%$, independientemente de la variedad del cultivo y las condiciones ecológicas. Esteban y Recalde (1966), obtuvieron resultados semejantes para el equilibrio $N:10P:K$ en Olivo.

En cítricos la nutrición de los árboles ha sido muy estudiada pero basándose en los niveles críticos, esto es, diferentes valores dependiendo de las variedades, y además se presentan errores de muestreo por la edad de las hojas, lo que no hace muy confiable los resultados.

El estudio del Equilibrio $N:10P:K$ se justifica al considerar que estos elementos de acuerdo a su contenido, regulan en la planta, por antagonismo o sinergismo, los niveles del resto de macronutrientes. Esteban (1974), ha establecido que la condición fisiológica es $N>10P>K$, y que la inversión de valores de alguna de las parejas que pueden formarse indicaría un desequilibrio que afectará fundamentalmente cosecha, rendimiento o ambos. Como ejemplo cita lo que con frecuencia se encuentra en muchos frutales: $N<K$, cuyas consecuencias son: disminución del crecimiento, pérdida de cosecha y fruto de baja calidad. (Mazuelos, Prieto, Linaj, y Esteban, 1979).

En los cítricos, estudiado por Esteban (1974), se encontró un Equilibrio Fisiológico muy parecido, además no parecen existir diferencias entre variedades, condiciones del suelo y métodos de cultivo, ya que la concordancia entre los resultados obtenidos, en muy diferentes condiciones, es muy alta.

Lo que concluyó Esteban (1978), es que el Equilibrio Fisiológico, $N:10P:K$, bajo el punto de vista agronómico parece ser el mismo para el Olivo, cítricos, melocotonero y manzano, y que puede presentarse en general en la proporción $N=50\%:10P=30\%:K=20\%$, siendo esta relación independiente de las condiciones ecológicas y de cultivo, representando la máxima cosecha en cantidad y calidad en el lugar considerado. Corresponde posiblemente a una constante fisiológica.

Estudiando la evolución del Equilibrio $N:10P:K$ en dos variedades de aguacate Palacios (1978), encontró que los valores permanecen

más o menos constantes durante el año. Observó además una relación de equilibrio entre los elementos Ca:K:Mg, siendo la condición: $Ca > K > Mg$. Así mismo encontró que la condición de equilibrio entre los elementos Fe:Mn:Zn fué $Fe > Mn > Zn$.

En cuanto al valor diagnóstico de los Equilibrios Fisiológicos, estos apuntan que el tipo de la hoja muestreada, además de reflejar el metabolismo de la planta, muestra la estabilidad de los equilibrios nutritivos durante el ciclo de estudio, y deducen que solo existe efecto de variedad en el desfase de floración y en la época de cambio de hoja (crecimiento de verano). Los coeficientes de correlación entre la evolución de los elementos y el tiempo de toma de muestra no son significativos. La pendiente de la ecuación de regresión no es significativa por lo que el valor de equilibrio pue de ser definido por la ordenada en el origen.

Es posible entonces diagnosticar deficiencias nutricionales de los árboles, en cualquier momento de su ciclo, aunque en el caso de los caducifolios se exceptúa el momento de cambio de hoja.

V MATERIALES Y METODOS

5.1. Datos generales de la zona de estudios.

Se escogió para la realización de este trabajo, una zona del Estado de Veracruz con alta producción cítrica, como es el Municipio de Martínez de la Torre.

Este Municipio está situado en el cruce del paralelo 20°07' latitud norte, y el meridiano 95°55' W de Greenwich.

Clima: El clima de la región es cálido húmedo. Según datos obtenidos de la Dirección de Hidrología, Departamento de cálculo Hidrométrico y Climatológico, de la S. A. R. H., estación Martínez de la Torre, Ver., en datos de 1955 a 1983, indican que las precipitaciones pluviales en la zona van desde 996.3 mm, la más baja registrada en 1963, hasta 2243.5 mm, registrada en 1969. Para los años mencionados la temperatura máxima en °C fué de 36°C (1956, '62, '76), la temperatura media anual fué desde 23.9 °C a 25.8 °C, y la temperatura mínima de 2.5 °C a 10.5 °C. La evaporación detectada en mm osciló entre 996.9 a 1,761.6.

Geología: Las rocas que afloran en esta región son en su mayor parte todas volcánicas (igneas), del tipo de basaltos y rocas graníticas.

Suelos: Son en general arenosos.

Hidrología: Le cruza el Río Bobos que tiene tres afluentes en la zona: El Río Chapachapa, San Pedro y Martínez de la Torre.

El área de estudio comprende el Rancho "San Antonio", y tres Huertos nombrados: "A", "B" y Ejido.

El primero cuenta con una extensión de 40 Has. y se muestreó durante todo el ciclo productivo; en los otros tres huertos solo se muestreó en floración.

Las características de manejo de Huerto, en el que se realizaron los muestreos, son muy importantes para dar validez a los resultados encontrados, ya que un buen manejo lleva a la no modificación de la nutrición adecuada del árbol.

El Rancho "San Antonio" cuenta con una explotación intensiva de 4,500 árboles de naranja Valencia de 14 años de edad, y 5,000 tangerinos de la variedad "Dancy", también de 14 años.

Calendarización de actividades en el huerto del Rancho:

Enero: Año con año se realiza un control de malezas, siendo las más importantes el zacate Guínea, y malas hierbas suculentas.

Una vez terminada la limpieza se fertiliza a los tangerinos con 2Kg. de la fórmula 18-12-6 por árbol.

Febrero: Fertilización de naranja Valencia con 2Kg./árbol de la fórmula 18-12-6.

Control químico de la antracnosis Colletorichum gloeosporioides Penz. Se realiza con dos fumigaciones con intervalo de tiempo de 3 semanas, utilizando el producto Maneb emulsificable en dosis de 3-4 l./Ha., y Malathion 1000, 2 l./Ha.

Marzo: Cosecha de Naranja Valencia.

Abril: Poda de Naranjos y Tangerinos.

Mayo: Control del ácaro Phyllocoptura oleivora conocido como "negrilla", y se realiza con Fulthiona, 3l./Ha.

Fertilización foliar, a naranjos y tangerinos, a base de Mn, Zn, y N.

Junio-

Julio: Fertilización al suelo nuevamente a base de la fórmula compuesta 18-12-6, o a base de un producto Nitrogenado.

Julio: Limpieza manual de malas hierbas.

Agosto: Se utilizan nuevamente los productos acaricidas, Zineb 80%, 3g./l de agua., Busation M-20, 1.20 cm³ /l de a-

gua con su adherente ADP a $3 \text{ cm}^3/\text{l.}$ de agua.

Septiembre: Control de malezas con el herbicida Faena a dosis de 1.5 l./200 l. de agua.

La forma en que se realizó la plantación de naranja Valencia tardía (Citrus sinensis L. Osbeck), y tangerina "Dancy" (C. reticulata) en el Rancho "San Antonio" fué la siguiente:

Semillero: Para implantarlo se utilizó semilla de naranjo agrio cosechada en los meses de marzo y abril de naranjos de la zona, haciéndose los semilleros de una longitud de 10 m, con una base menor de 1 m; se sembró en hileras de 10 cm. una de otra, y la distancia entre semillas fué de 1 a 2 cm. aproximadamente; la profundidad a que se colocó la semilla es de 1 cm. y después se cubrió a ésta con zacate, dejándose de 30 a 45 días; se quitó el zacate para que la plántula emergiera después de 2 a 3 meses.

Vivero: Ya con esa edad, se pasaron a un tubo de polietileno para convertirse esto en vivero, que al año más o menos, cuando tiene 9 mm de grueso el tronco, se injertaron; el injerto que se utilizó fué el de T invertida o Escudete, y a los tres meses se pasó a su lugar definitivo.

Tipo de Diseño de la plantación:

El diseño que se utilizó es el llamado Marco Real, colocando los árboles a una distancia de 7 x 7 ó 6 x 6, de acuerdo al tipo de suelo y la topografía del lugar.

Cosecha: Esta se empieza a obtener del cuarto al quinto año de la plantación, y se realiza después de 10 a 12 meses de la floración, recordando que existen dos floraciones en el año:

febrero-marzo: Es la primer floración y se llama "de tiempo", el fruto que se obtiene de esta floración tiene más calidad, concentración de nutrientes, y puede ser debido a que tienen más: agua, intensidad luminosa etc.,.

mayo-junio: Segunda floración, y se llama "mayera".

5.2. Muestreo y análisis físico-químico del suelo.

5.2.1. Muestreo.

Para los análisis de suelos de cultivos con sistemas radiculares profundos (1m. o más), como los frutales, y en este caso cítricos, se deben tomar las muestras hasta el nivel en donde se encuentra la zona de absorción de las raíces.

El número de pozos realizados dependió de la extensión y uniformidad del terreno, en el caso de este estudio el número de pozos fué de tres para el Rancho "San Antonio", hasta una profundidad de 1.20m, tomándose muestras cada 40 cm. en orden ascendente para evitar la contaminación de las muestras inferiores. Se tomaron 2 Kg. de muestra de cada profundidad, suficientes para el análisis de rutina.(Croquis).

Para poder hacer comparaciones con otros huertos de la zona se realizaron otros tres pozos, cada uno en diferentes plantaciones, siguiendo el mismo método que en el Rancho "San Antonio", y los designamos como Huerto "A", "B" y Ejido.

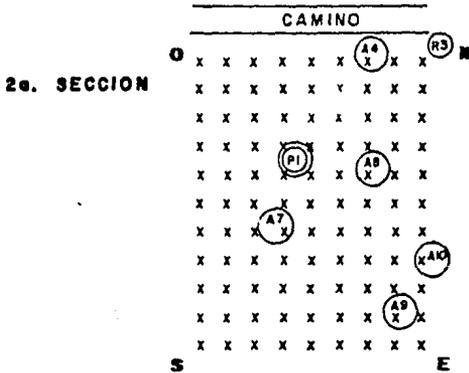
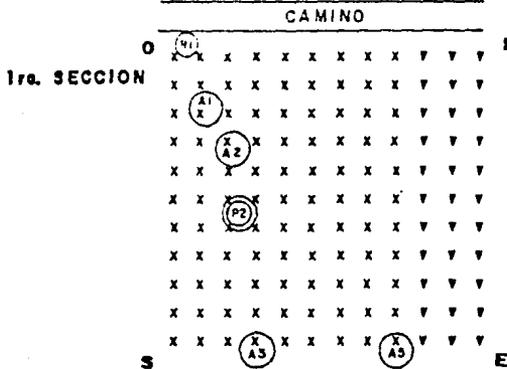
Cada pozo se hizo por fuera del perímetro del crecimiento del follaje de los árboles, área que generalmente indica la extensión de su sistema radicular, para en esta forma evitar daño en las raíces.

5.2.2. Análisis físico-químicos de los suelos de la zona de estudios.

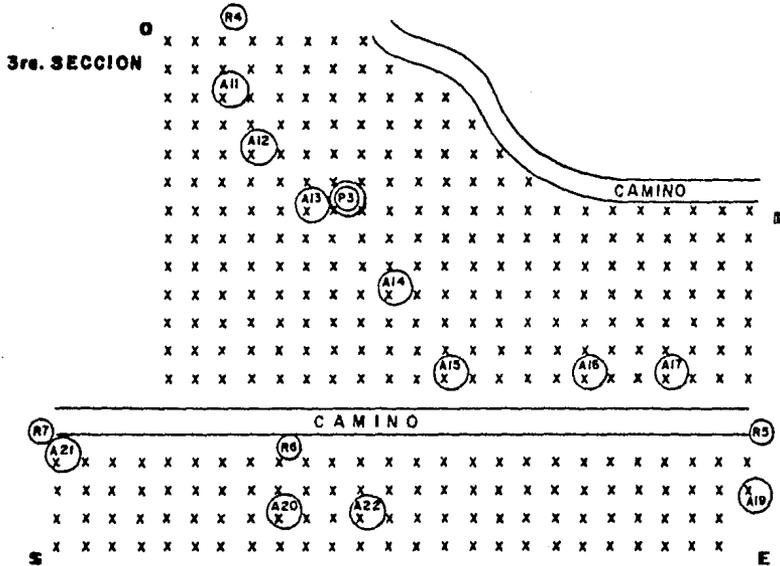
Los análisis de suelos se efectuaron en el Laboratorio L-211 del Departamento de Ciencias Agrícolas de la F. E. S. Cuautitlán, UNAM, y fueron los siguientes:

- 1.- Textura por el Método simplificado del Hidrometro de Bouyucos.
- 2.- pH del suelo por el método potenciométrico con agua, en relación suelo:agua de 1:2.5.

RANCHO SAN ANTONIO
Diseño Marco Real.



- (R) REFERENCIA
- (P) POZO
- (A) No. ARBOL
- V MILPA



- 3.- Materia Orgánica.- Para determinar la materia orgánica en el suelo se siguió el Método de Walkley-Black, que analiza el carbono orgánico oxidable y de esta manera se determina indirectamente la materia orgánica.
- 4.- Conductividad eléctrica.- Para determinar la posible concentración de sales solubles se determinó la conductividad eléctrica en un extracto del suelo-agua en relación 1:5, con un puente de conductividad, a los 25°C.
- 5.2.3. Análisis de los elementos nutritivos en los suelos.

La determinación de elementos nutritivos disponibles en los suelos se hizo de la siguiente manera:

- a) Nitratos solubles en agua (NO_3^-), por el Método de Colorimetría con Brucina.
- b) Fósforo fácilmente aprovechable, por el Método de Olsen.
- c) Potasio intercambiable, por extracción con acetato de amonio 1 N, de pH 7, y cuantificación por Flamometría.
- d) Hierro, Manganeso, Zinc, Calcio, y Magnesio, por extracción con ácidos diluidos según Walsh (1971), y cuantificación por absorción atómica.

5.3. Muestreo y Análisis foliares.

Las características del muestreo foliar dependen en gran parte de la especie vegetal que se va a estudiar, y de los objetivos del análisis. En este trabajo se siguieron los criterios de muestreo señalados por Esteban (1976), y según lo reportado por Mortvedt et al., (1983), como sigue:

- 1.- Tomar hojas que presenten aspecto sano y vigoroso.

- 2.- Las hojas deberán ser medianamente desarrolladas, es decir, ni muy jóvenes, ni demasiado viejas.
- 3.- La posición de las hojas en el árbol, deberá ser en las ramas vegetativas centrales.
- 4.- Deberán tomarse hojas orientadas hacia los cuatro puntos cardinales (por efectos de iluminación) en la totalidad del cultivo o huerto estudiado. En el caso de este estudio se tomaron hojas de los cuatro puntos cardinales para cada árbol, con el fin de minimizar el efecto de iluminación.
- 5.- La cantidad de plantas muestreadas en una plantación o un huerto dependerá de la extensión del mismo y de su uniformidad en cuanto a condiciones de desarrollo.
- 6.- La cantidad de hojas que se tome dependerá del tamaño de las mismas y deberá tomarse en consideración que al secarlas y molerlas sea una cantidad suficiente para las determinaciones. En este caso se tomaron 20 hojas por árbol, 5 de cada punto cardinal.
- 7.- La ubicación de los árboles muestreados se encuentra señalada en el Croquis del terreno del Rancho "San Antonio".

Para determinar la evolución de las concentraciones de los elementos nutritivos en las hojas de naranja Valencia durante un ciclo, se tomaron las muestras de 18 árboles en el Rancho ya mencionado, con una frecuencia de 30 días a partir del 23 de abril de 1984, al 23 de marzo de 1985, siendo un total de once muestras.

Para relacionar el contenido de elementos nutritivos en las hojas, con el rendimiento (producción de fruto), se tomaron muestras de once árboles de los huertos "A", "B", y Ejido. Este muestreo se realizó en el mes de enero cuando se encontraban en floración.

Para comparar la evolución de las concentraciones de los elementos nutritivos de la naranja Valencia con la Tangerina, se tomaron muestras de cuatro árboles de tangerina "Dancy" en el Rancho "San Antonio" también con un intervalo de 30 días como en el caso de la

naranja.

Los datos de producción de fruto en los sitios de muestreo fueron proporcionados por el Ing. Raúl Berdeja Parra.

Para el transporte de las muestras de hojas, se pusieron en bolsas de papel, cuidando de poner una clave de identificación. Para su preparación antes de secar, las hojas se lavaron a chorro de agua corriente y se enjuagaron posteriormente con agua destilada, el proceso de secado se efectuó durante 24 horas en un horno de aire forzado, a 55°C.

El material foliar seco se molió utilizando un molino con cuchillas de acero inoxidable, para evitar contaminación con elementos (Fe, Al, Cu, etc.,). El material molido se paso a través de un tamiz del No. 40, e inmediatamente se colocó en bolsas de polietileno grueso, marcadas con datos de muestreo, fecha, procedencia, etc.,.

Se limpió perfectamente el equipo de molido y tamizado después de cada muestra, esto con el fin de evitar contaminación.

Una vez preparadas las muestras foliares se realizaron los siguientes análisis: (TEJA, 1983)

- a) Nitrógeno Total. La determinación de Nitrógeno total en hojas se realizó por el Método de Kjeldahl.
- b) Fósforo Total.- Se realizó por el Método de Oxidación Húmeda con una mezcla triácida y cuantificación por colorimetría con Molibdato-Vanadato.
- c) Potasio.- Se realizó por el Método de acenización y Flamometría.
- d) Los elementos Ca, Mg, Fe, Mn y Zn, se determinaron por el Método de acenización y absorción atómica; esta última lectura se realizó con la ayuda del Laboratorio de Fertimex de Cuautitlán de Romero Rubio, a cargo del Ing. Eduardo Villalobos Gallardo, Jefe del Departamento de Edafología.

5.4. Interpretación del Análisis Foliar.

Los datos obtenidos del análisis foliar fueron procesados para calcular los Equilibrios Fisiológicos entre los elementos, y la correlación entre los elementos nutritivos.

5.4.1. Cálculo del Equilibrio Fisiológico de los Elementos Nutritivos.

Para realizar este cálculo se sigue el siguiente procedimiento:

1.- Los valores de cada elemento deberán estar expresados en % con respecto al peso de la materia seca.

2.- Multiplicar por 10 los valores de % de fósforo para que queden expresados como 10P.

3.- Sumar los % de N+10P+K, la suma representa el 100%.

4.- Calcular la proporción que guarda cada uno de los elementos: N, 10P, y K con respecto a la suma total, para obtener la proporción en el equilibrio N:10P:K.

5.- Realizar las mismas operaciones para calcular los equilibrios de los grupos de elementos: Ca:K:Mg y Fe:Mn:Zn, tomando las sumas respectivas como 100%.

5.4.2. Cálculo de la correlación entre los elementos nutritivos.

5.4.2.1. Correlación de los elementos nutritivos contra fechas de muestreo.

La recta de regresión correspondiente a una serie de puntos, es aquella en que la suma de los cuadrados de las distancias verticales de cada punto a la línea, tiene el valor mínimo.

La ecuación general de la recta es: $y = mx + b$

donde b= Valor de y en la gráfica cuando x vale 0.

m= Pendiente o tangente del ángulo que la línea forma con el eje de las abscisas.

Los términos b y m se calculan para una serie de puntos cuyos valores \underline{x} e \underline{y} se conozcan.

Los valores de y (y corregida), para la recta de regresión se calculan mediante la ecuación siguiente: $y = mx + b$.

Para el caso de las rectas de regresión calculadas para este trabajo se tomaron como \underline{x} el tiempo de muestreo de 0 a 300 días, cada 30 días; y las \underline{y} a las concentraciones de los elementos. Estas rectas de regresión aparecen en las figuras correspondientes a las gráficas, sin corregir, de la evolución de nutrientes.

El siguiente paso es calcular el coeficiente de correlación (r) que es una medida que permite estimar qué tan estrechamente se encuentran relacionadas entre sí las dos variables \underline{x} e \underline{y} , y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$r^2 = \frac{\sum xy - \left(\frac{\sum x \cdot \sum y}{n} \right)^2}{\left(\sum x^2 - \frac{\sum x^2}{n} \right) \left(\sum y^2 - \frac{\sum y^2}{n} \right)}$$

Para calcular la $r = \sqrt{r^2}$

Si la correlación entre las dos variables \underline{x} e \underline{y} es perfecta y ninguno de los puntos se desvía de la recta de regresión, el coeficiente de correlación (r) alcanza su valor máximo que es 1, positivo o negativo.

Si el valor del coeficiente de correlación es cero, significa ausencia total de correlación.

5.4.2.2. Correlaciones de las interacciones entre los elementos.

Para este cálculo se tomaron en cuenta como variables \underline{x} e \underline{y} , los valores de las concentraciones absolutas de las interacciones a tratar, y los valores de las proporciones de las mismas.

Por ejemplo, N:10P, primero con sus valores de concentraciones absolutas, y después esas mismas x e y pero sus valores como proporciones, esto con el fin de comparar sus coeficientes de correlación.

VI RESULTADOS Y DISCUSION.

6.1. Características físico-químicas de los suelos.

Los resultados obtenidos de los análisis de los suelos se presentan resumidos en el Cuadro No. 4.

En el Rancho "San Antonio" los suelos en general son de textura media con mayor % de arcilla en la superficie, y más arenosos a mayor profundidad, con buen drenaje y aireación.

Son suelos ácidos cuyos valores de pH oscilan entre 4.6-6.6. Son suelos pobres en materia orgánica, encontrándose el mayor contenido en las capas superficiales y disminuyendo notablemente con la profundidad. Los valores oscilan entre 2.6 y 0.2%.

Se trata de suelos normales sin problemas de salinidad, por los valores de conductividad eléctrica encontrados, que varían entre 0.022 y 0.220 mmhos/ cm, a 25 °C.

Los suelos de los Huertos "A", "B" y Ejido, presentan características muy semejantes a los del Rancho "San Antonio", con textura media entre franco arcillosos y franco-arenosos, pH ácidos de 5.2-6.8. Los suelos de los huertos "A" y "B", son pobres en materia orgánica cuyos valores oscilan entre 1.1 y 3.1% correspondiendo los valores más altos a las capas superiores, mientras que el suelo del Ejido es rico en materia orgánica en los primeros 15 cm, con un valor de 5.1% disminuyendo esta concentración con la profundidad a 1.2%, hasta los 120 cm. Estos tres suelos tampoco presentan problemas de salinidad ya que los valores de conductividad eléctrica (C.E.) son menores de 1 mmhos/cm a 25 °C.

6.1.1. Análisis de Fertilidad de los Suelos.

Los análisis de fertilidad de los suelos estudiados, que se pueden observar en el Cuadro No. 5, indican lo siguiente:

Los suelos del Rancho "San Antonio" son en general pobres

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DE LOS SUELOS EN EL RANCHO
" SAN ANTONIO ", Mtz. de la Torre, Ver., Y TRES HUERTOS DE COMPARACION EN
LA MISMA ZONA.

Pozo No.	Profundidad	% Arcilla	% Lúmo	% Arena	T e x t u r a	PH	% M.O	C.E. (mmhos/cm)
						Agua 1:2.5		
1	0-40	20	27	53	FRANCO-ARCILLO-ARENOSO	5.6	2.2	0.034
	40-60	16	26.20	57.80	FRANCO-ARENOSO	5.6	2.6	0.024
	60-120	12.40	23.56	64.04	FRANCO-ARENOSO	5.6	0.6	0.028
2	0-20	16.40	23.56	60.04	FRANCO-ARENOSO	5.4	2.4	0.220
	20-50	9.40	26.56	64.04	FRANCO-ARENOSO	6.6.	1.4	0.022
	50-120	8.40	25.60	66.00	FRANCO-ARENOSO	6.5	0.2	0.160
3	0-60	40.40	33.56	26.04	ARCILLOSO	4.6	1.4	0.220
	60-100	21.80	33	45.2	FRANCO-ARCILLOSO	5.5	0.9	0.054
	100-120	23.60	24.76	51.64	FRANCO-ARCILLOSO-ARENOSO	5.6	0.6	0.048
4	0-40	29.40	36.60	34.00	FRANCO-ARCILLOSO	5.3	1.9	0.060
	40-80	29.20	34	36.80	FRANCO-ARCILLOSO	5.5.	1.7	0.060
	80-120	24.40	34.56	41.04	FRANCO	5.2	1.2	0.054
5	0-20	18.49	11.91	69.60	FRANCO-ARENOSO	5.3	3.1	0.048
	20-60	12.40	21.4	66.20	FRANCO-ARENOSO	5.7	1.6	0.020
	60-120	6.40	7.2	86.40	ARENO-FRANCO	6.8	1.1	0.024
6	0-15	18.20	28.20	53.60	FRANCO-ARENOSO	5.3	5.1	0.580
	15-75	12.40	25.20	62.40	FRANCO-ARENOSO	5.7	1.5	0.034
	75-120	8.40	19.60	72	FRANCO-ARENOSO	6.8	1.2	0.030

RANCHO "SAN ANTONIO"

HUERTO
"A"

EJIDO

HUERTO
"B"

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LOS ELEMENTOS EN LOS SUELOS

Pozo No.	Profundidad	NO ₃ ⁻ Kg/Ha	P Kg/Ha	K Kg/Ha	Ca Kg/Ha	Mg Kg/Ha	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	
RANCHO "SAN ANTONIO"	1	0 - 40	50	27.12	240	570	346	15.8	26.1	13.9
		40 - 60	190	29.2	125	1044	173	20.7	19.6	10.8
		60 - 120	125	61.25	155	475	288	31.5	8.6	19.1
	2	0 - 20	15	45.5	235	950	346	10.9	23.6	5.9
		20 - 50	5	14.87	192.5	760	126	19.5	5.4	9.2
		50 - 120	*Tra- zas.	7.87	239.5	285	173	20.9	3.9	9.3
	3	0 - 60	*Tra- zas.	7.87	845	437	265	29.1	56.1	12.9
		60 - 100	*Tra- zas.	11.37	225	760	288	31.3	5.2	3.9
		100 - 120	*Tra- zas.	27.12	335	760	288	25.1	2.2	6.7
HUERTO "A"	4	0 - 40	185	4.37	200	665	173	22.2	87.4	15.9
		40 - 80	90	7.87	162.5	190	100	24.9	29.6	11.1
		80 - 120	130	22.75	192.5	1234.0	173	23.6	14.2	7.8
HUERTO "B"	5	0 - 20	275	29.75	140	380	230	25.6	20.1	6.9
		20 - 60	Trazas	49	140	190	115	72.1	6.4	10.4
		60 - 120	Trazas	70	130	285	173	31.8	3.4	5.1
6	0 - 15	275	42	460	1330	346	18.3	97.0	8.2	
	15 - 75	75	7.87	120	664	346	34.3	17.2	4.4	
	75 - 120	5	61.25	180	950	382	41.3	10.4	6.3	

(Rangos para interpretación de los resultados en el Apéndice No. 2)

en Nitrógeno en forma de NO_3^- solubles, en los pozos 1 y 2, los valores oscilan de 190 Kg/Ha en las capas superiores, a trazas en las capas más profundas, mientras que en el pozo 3 se encuentran trazas de este elemento en todo el perfil.

Los pozos 1 y 2 tienen un contenido medio de P disponible mientras que el pozo 3 es muy pobre en este elemento. Los valores encontrados varían de 7.87 a 61.25 Kg/Ha.

De manera general los tres pozos presentan un contenido medio de K, son muy pobres en Ca y ricos en Mg. En cuanto a su contenido de elementos menores, en los tres pozos se encuentran altas concentraciones de Fe, Mn y Zn, principalmente en las capas superficiales, disminuyendo ligeramente con la profundidad.

Con respecto a los suelos de los huertos "A", "B", y Ejido, como se observa en el mismo cuadro No.5, son en general medios en su contenido en forma de NO_3^- solubles, excepto en el Ejido que es muy rico en N, en los primeros 40 cm disminuyendo notablemente su contenido con la profundidad.

El suelo del Huerto "A" es pobre en P disponible, mientras que el "B" y Ejido tienen un contenido medio.

En promedio estos 3 suelos son pobres en K excepto en la capa superficial del Huerto "B", cuyos valores se interpretan como extra-ricos, son pobres en Ca y ricos en Mg.

Los tres suelos presentan altas concentraciones de Fe, Mn y Zn.

6.2. Resultados de los Análisis Foliares.

6.2.1. Evolución de las concentraciones de los elementos.

En el Cuadro No. 6 se resumen las concentraciones de los elementos nutritivos y se interpretan en las hojas de Naranja Valencia de acuerdo con su época de muestreo. Estas concentraciones son valores absolutos expresados en % de materia seca. La interpretación de estos datos se realizó en base a la guía para el

Diagnóstico de Análisis Foliare de Hernando (1979), que se encuentra en el Apéndice No. 1, y que se refiere a hojas de 4 a 7 meses de edad.

Para observar más claramente la evolución de la concentración de estos elementos, los datos se presentan en forma de gráfica en las figuras No. 1, 2 y 3, para naranja y 4, 5, y 6 para tangerina.

Otra observación importante que se debe tomar en cuenta, es la forma en que varían los nutrientes en las diferentes etapas fenológicas del cultivo, y que se pueden interpretar de la siguiente manera tanto en naranja como en tangerina:

- El papel de los nutrientes en:

Aparición de nuevas hojas: Al haber división celular la planta necesita de todos los elementos minerales. El potencial de crecimiento de una yema, determinado por los nutrientes almacenados, el suministro de agua, los nutrientes minerales y las hormonas, interaccionan con varias condiciones inhibitorias para dar lugar a un crecimiento neto, que refleja el equilibrio de fuerzas opuestas.

Poda: El momento de la poda en el naranjo y el tangerino que son perennifolios, se lleva a cabo después de la cosecha y la floración; al quitar ramas, se quitan también nuevas hojas, que aunque fueran lugares de fotosíntesis son también fuente de demanda, al eliminarlas los nutrientes se repartirán en las fuentes ya existentes: hojas de otras ramas, y llenado de fruto.

Fructificación: Desde un punto de vista fisiológico, el fruto puede definirse como la entidad estructural que resulta del desarrollo de los tejidos que soportan los óvulos de una planta.

Durante la maduración de las frutas los fenómenos más obvios

que tienen lugar son los cambios de color, textura y sabor de los mismos. Estos fenómenos están fundamentados en cambios en los niveles hormonales, actividad respiratoria y organización celular.

En un buen número de frutos carnosos la maduración esta asociada a un incremento repentino en la actividad respiratoria, al que se ha designado subida climactérica o incremento climactérico. Según exista o no dicha subida climactérica se clasifican los frutos en climactéricos y no climactéricos; la naranja y la tangerina son no climactéricos.

Papel del etileno.-

Durante la maduración de los frutos se liberan al exterior cantidades de etileno. La biosíntesis de etileno se inicia antes del climacterio y sufre un incremento notable que no coincide necesariamente con aquél. El proceso esta regulado ya que la capacidad de producir etileno existe en el fruto en estados tempranos de desarrollo. La aplicación de inhibidores de la síntesis de proteínas antes de que se inicie la síntesis del etileno, inhibe ésta.

Los frutos no climactéricos son sensibles al etileno en cualquier momento; la respuesta consiste en un incremento respiratorio inmediato cuya intensidad es en función de la concentración de etileno añadida. La síntesis de etileno en plantas superiores se realiza fundamentalmente a partir de metionina, aunque puede ser precursor el ácido linoleico. El mecanismo del etileno no se conoce en forma precisa pero parece estar implicado en cambios de permeabilidad de la membrana durante la maduración.

Transformaciones bioquímicas.-

Pigmentos.- Durante la maduración los frutos pierden el color verde a consecuencia de la degradación de las clorofilas y consiguiente desmascaramiento de pigmentos subyacentes, apareciendo coloraciones amarillentas (carotenoides) o rojizas (antocianinas, licopeno, etc.,).

En frutos como la naranja la degradación de clorofilas transcurre durante la maduración.

Sustancias pécticas.- Durante la maduración, las paredes celulares de los frutos sufren importantes transformaciones. Aunque tanto el nivel de celulosa como de hemicelulosa decrecen en dicho período, son las sustancias pécticas las que experimentan cambios más drásticos.

Hidratos de carbono.- Generalmente durante la maduración de frutos, disminuye el contenido de polisacáridos de reserva, aumentando el de azúcares, a la vez que la acidez titulable decrece.

Durante el climacterio los hidratos de carbono son empleados como principal fuente de energía, aunque parte de anhídrido carbónico producido proviene del metabolismo de los ácidos. En la maduración y senescencia gran parte del almidón almacenado durante el desarrollo se degrada a azúcares tales como sacarosa, glucosa, fructuosa, etc.,.

En frutos como la naranja y mandarina que maduran en el árbol, estos cambios ocurren muy lentamente en función de las variaciones ambientales. Además en el caso de cítricos, cuyo contenido en almidón es muy bajo, los incrementos en azúcares se producen a expensas de los componentes de las paredes celulares, como pectinas y hemicelulosas. En estos mismos frutos en donde el ácido predominante es el cítrico, tienden a permanecer relativamente ácidos durante la maduración.

En muchos frutos se sintetiza activamente ácido ascórbico (vitamina C) a partir de glucosa durante esta fase. También en la maduración se observa una pérdida de astringencia (polimerización de taninos) y cambios en la composición de la compleja mezcla de compuestos volátiles (ésteres, alcoholes, aldehídos, terpenos, cetonas) responsables en gran parte del aroma del fruto maduro.

En cuanto a la oscilación en la concentración de nutrientes en la hoja que se presenta en los muestreos realizados durante el año, se puede observar que este comportamiento da las gráficas el carácter de periódicas, esto es debido a que la fuente de fotosintatos, la hoja, los produce para inmediatamente translocar a la demanda, el fruto, que se esta llenando durante todo el ciclo productivo (12 meses). Existe un momento de mayor competencia cuando en la aparición de los primordios florales el fruto esta ya casi listo para cosechar, y por lo tanto existen dos fuentes de demanda: los frutos, y los primordios florales; esto hace que la concentración de nutrientes baje en las hojas, por lo que necesita de fertilización para recuperar al árbol.

Cuadro No. 6

RESULTADOS OBTENIDOS EN ANALISIS FOLIARES REALIZADOS EN "NARANJA "VALENCIA"
(Citrus sinensis L. Osbeck), durante el ciclo productivo 83-84 (% en materia seca).

No. Muestra	DIAS	% NITROGENO	% FOSFORO	% POTASIO	% FIERRO	% MANGANESO	% ZINC	% CALCIO	% MAGNESIO
1	0	2.597 *	.1650 *	1.40 **	.0114 *	.0091 *	.0054 *	4.14 *	0.47 *
2	30	2.562 *	.1222 *	.83 *	.0186 **	.0118 *	.0062 *	13.64 ^{***}	0.54 *
3	60	2.563 *	.1009 (-)	1.24 **	.0172 **	.0111 *	.0058 *	5.76 ^{**}	0.58 *
4	90	2.506 *	.1540 *	1.04 *	.0136 **	.0079 *	.0045 *	4.76*	0.51 *
5	120	2.709 **	.1619 *	1.14 **	.0172 **	.0086 *	.0045 *	4.39*	0.50 *
6	150	2.954 ***	.1530 *	1.5 **	.0168 **	.0095 *	.0055 *	4.59*	0.51 *
7	180	2.758 **	.1402 *	1.07 *	.0225 ***	.0118 *	.0039 *	8.68 ^{**}	0.50 *
8	210	2.695 *	.1534 *	.85 *	.0113 *	.0077 *	.0041 *	3.33*	0.38 *
9	240	2.464 *	.1333 *	.82 *	.0139 **	.0082 *	.0036 *	4.59*	0.36 *
10	270	2.464 *	.1539 *	1.60 **	.0136 **	.0078 *	.0048 *	7.15 ^{***}	0.35 *
11	300	2.646 *	.1684 *	.84 *	.0125 *	.0077 *	.0047 *	6.62 ^{**}	0.51 *
NARANJA EJIDO	240	2.69 *	.1672 *	.85 *	.0100 *	.0033 *	.0043 *	4.67 *	0.60 *
NARANJA "A"	240	2.52 *	.1790 **	.83 *	.0115 *	.0034 *	.0081 *	4.41 *	0.46 *
NARANJA "B"	240	2.52 *	.1782 **	.83 *	.0125 *	.0027 *	.0072 *	4.52 *	0.39 *

Rangos: (--) Deficiente (-) Bajo * Optimo ** Alto *** Exceso.

(Apéndice 1)

Para analizar los resultados obtenidos a lo largo del ciclo productivo en Naranja Valencia, se observó la evolución de cada nutriente en cuanto a su concentración, que fué como sigue:

Nitrógeno: La Figura No. 1 muestra el comportamiento del N, y se puede observar que se comporta como función seno, aunque al obtener su correlación como función lineal esta fué baja ($r=0.054167$). Así mismo se puede observar que todos los valores de este elemento se encuentran dentro del rango considerado como óptimo para el cultivo, excepto el valor a los 150 días que se interpreta como excesivo y que corresponde a la cresta de la función seno. Hay que tomar en cuenta que los puntos de inicio y término de los muestreos en cuanto a su concentración son similares en valor, por lo que se pueda predecir un comportamiento similar para el siguiente ciclo.

Al comparar los resultados de los análisis foliares con los análisis de suelos puede observarse que a pesar de que los suelos presentan la característica de pobres en general, los resultados obtenidos en las hojas nos muestran rangos óptimos en su mayoría; esto se debe a las fertilizaciones realizadas al cultivo, tanto en forma foliar como al suelo, durante el ciclo productivo.

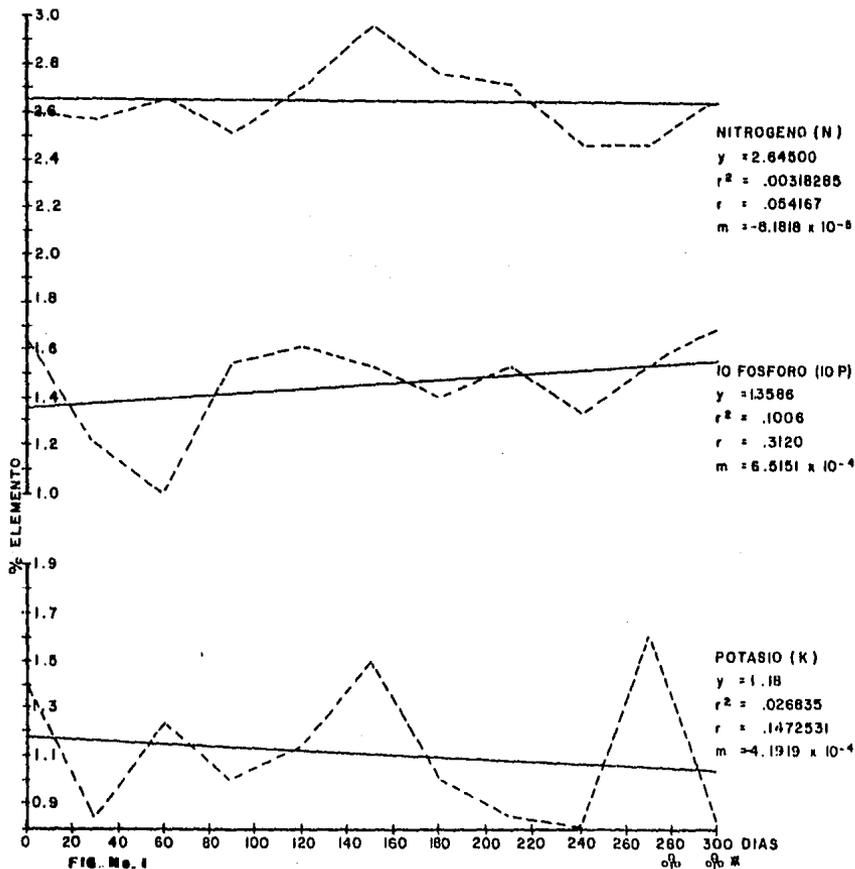
La pendiente (m) de la recta de regresión con valor negativo (-8.1818×10^{-5}) nos sugiere una ligera tendencia a disminuir durante el ciclo.

Fósforo: El comportamiento del Fósforo en la Figura No. 1 se presenta como una función periódica que en correlación lineal produce una $r=0.3120$, baja, aunque casi todos los valores excepto uno de ellos, en el muestreo a 60 días, fueron óptimos, lo que puede deberse a las fertilizaciones realizadas durante el ciclo productivo, así como a las etapas fenológicas del cultivo.

Durante el ciclo el fósforo muestra una ligera tendencia general a aumentar, como lo indica el valor de la pendiente $m=6.5151 \times 10^{-4}$.

Al igual que el elemento anterior, al correlacionar los resultados de suelos con los de análisis foliares, se pudo ver que los suelos son en general medios y pobres en fósforo disponible, y que sin embargo los resultados en las hojas son en general óptimos, lo que

**EVOLUCION DE LOS ELEMENTOS
NITROGENO, IO FOSFORO Y POTASIO DURANTE EL
CICLO PRODUCTIVO DE NARANJA VALENCIA**



DIAS	LABOR CULTURAL
0	PODA
30	FERTILIZACION FOLIAR Mn-Zn-N
60	FERTILIZACION AL SUELO (18-12-6)
90	DESHIERBE MECANICO
120	CONTROL DE "NEGRILLA" CON ZINCO
150	DESHIERBE QUIMICO (FAENA)
180	DESHIERBE
210	DESHIERBE
240	FERTILIZACION
☉	FLORACION
☿	COSECHA

se puede explicar por el efecto de las fertilizaciones, antes citadas.

Se puede observar una tendencia de la concentración del fósforo foliar a iniciar el ciclo productivo en el mismo punto donde se inicio el ciclo anterior, por lo que se podría predecir un comportamiento semejante con el mismo manejo.

Potasio: Este elemento presentó variaciones marcadas en las concentraciones durante el ciclo productivo, ya que hubo cinco fechas en las que se presentó en altas concentraciones: en los días: 0, 60, 120, 150, y 270; para las demás fechas de muestreo: 30, 90, 180, 210 y 300 días, las concentraciones fueron óptimas. El K de los suelos fué en general medio, por lo que se puede decir que correlaciona con los resultados de análisis foliares.

En la Figura No. 1 se puede observar la gráfica del elemento, como una función periódica, que al correlacionarla como función lineal nos muestra una $r = 0.401208$.

La tendencia general de este elemento durante el ciclo productivo fué a disminuir, como se observa en su pendiente $m = -4.1919 \times 10^{-4}$.

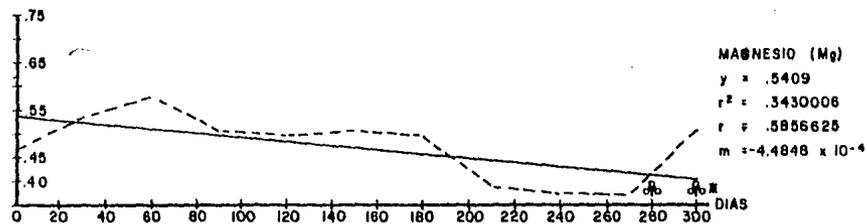
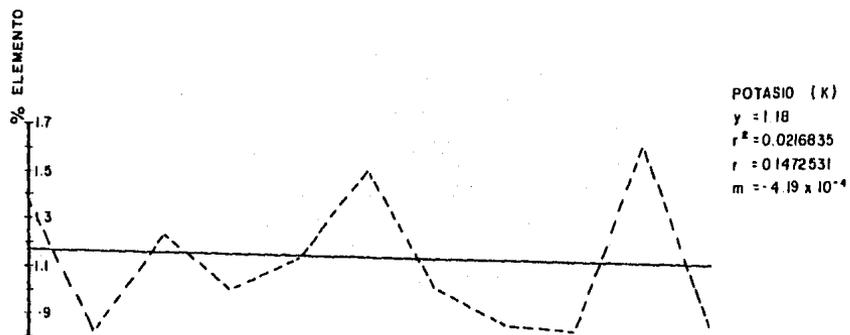
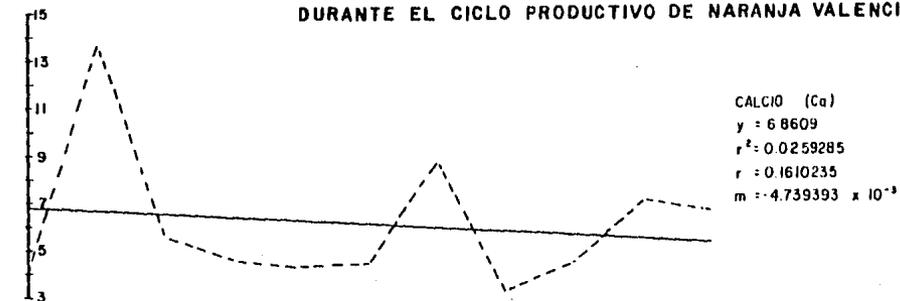
Calcio: El Ca tuvo variaciones muy marcadas durante el ciclo productivo, así se pueden observar valores óptimos a los 0, 90, 120, 150, 210, y 240 días; valores de concentración altos a los 60 y 300 días; y concentraciones excesivas a los 30, 180, y 270 días.

En su gráfica en la Figura No. 2, se puede ver que se comporta como una función periódica donde las crestas y valles tienen un valor menor a cada ciclo, como disminuyendo de intensidad. Al analizarse como función lineal su correlación fué baja: $r = 0.1610$

La tendencia general del Ca durante todo el ciclo fué a disminuir ligeramente, su pendiente $m = -4.7393 \times 10^{-3}$.

A pesar de que en los suelos en general la concentración de Ca que se encontró fué de medio pobre, los análisis foliares nos muestran que la planta pudo absorber y aprovechar estas cantidades.

EVOLUCION DE LOS ELEMENTOS CALCIO, POTASIO Y MAGNESIO
DURANTE EL CICLO PRODUCTIVO DE NARANJA VALENCIA



DIAS	LABOR CULTURAL
0	PODA
30	FERTILIZACION FOLIAR Mn-Zn-N
60	FERTILIZACION AL SUELO (18-12-6)
90	DESHIERBE MECANICO
120	CONTROL DE "NEGRILLA"
150	DESHIERBE QUIMICO (FAENA)
180	DESHIERBE
210	DESHIERBE
240	FERTILIZACION
270	FLORACION
300	COSECHA

FIG. No. 2

Magnesio: En este elemento no hubo mucha variación en sus concentraciones durante todo el ciclo productivo y se pudo observar que se mantuvo en el valor óptimo. Su gráfica muestra un comportamiento de función periódica, Figura No. 2, y su correlación lineal fué de $r = 0.5856$.

La tendencia general del Mg durante el ciclo fué de disminuir su concentración, pues la pendiente m tiene el valor de:
 $m = -4.48 \times 10^{-4}$.

Fierro: Las concentraciones del Fe en las hojas de naranja Valencia durante el ciclo productivo, fueron altas en la mayoría de las fechas, solo se encontraron concentraciones en exceso a los 180 días; los puntos óptimos se encontraron al inicio del ciclo, y a los 210 y 300 días, es decir al final del ciclo.

Estos resultados correlacionan en forma directa con los resultados obtenidos de suelos, ya que el Fe se encontró en general para todos los pozos del Rancho "San Antonio" en exceso, y es posible que a este elemento deban su característica de suelos ácidos.

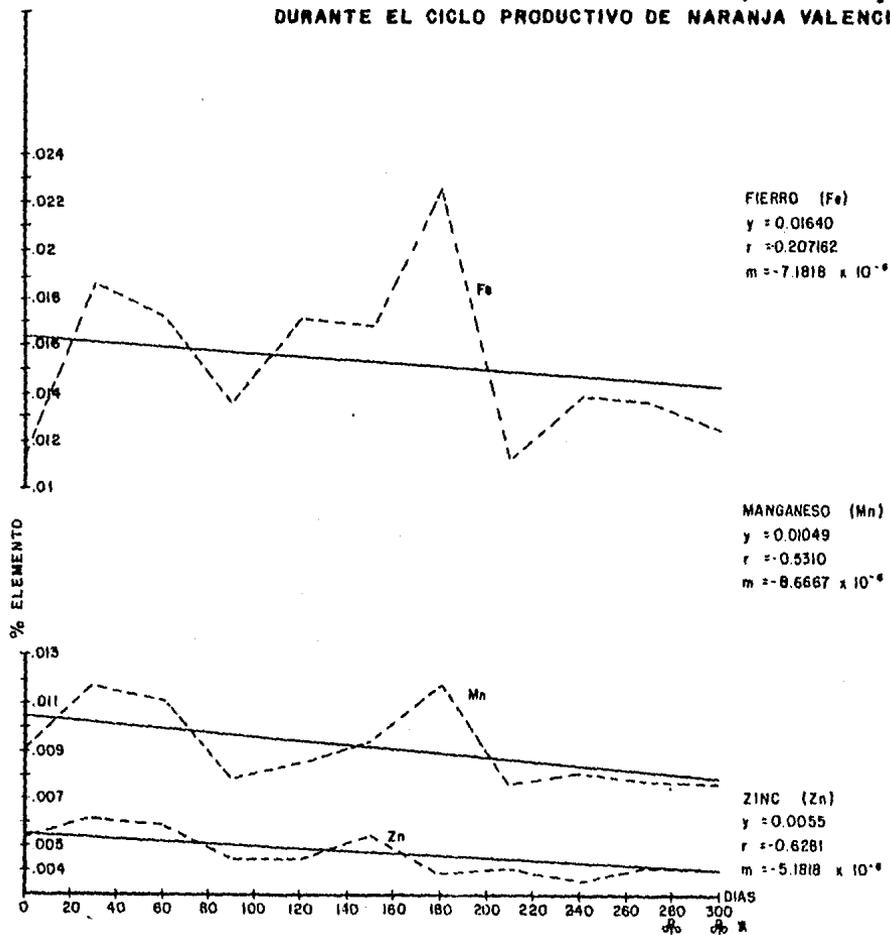
Cuando se correlacionaron los valores como función lineal su r fué de -0.2071 .

La tendencia general durante el ciclo fué a disminuir ligeramente como lo muestra su pendiente con un valor de $m = -7.1818 \times 10^{-6}$, como se puede observar en la Figura No. 3.

Manganeso: Las concentraciones del Mn son óptimas durante todo el ciclo productivo, a pesar de que se podría pensar que por las altas concentraciones de Fe este elemento iba a aparecer como deficiente, lo que nos indica que aunque los resultados de los análisis de suelos son importantes, no siempre correlacionan en forma directa con los resultados de análisis foliares.

En la gráfica del Mn en la Figura No. 3, se puede observar su comportamiento como función periódica, y al correlacionar los valores como función lineal se obtiene una $r = -0.5310$.

**EVOLUCION DE LOS ELEMENTOS FIERRO, MANGANESO, ZINC
DURANTE EL CICLO PRODUCTIVO DE NARANJA VALENCIA**



DIAS	LABOR CULTURAL
0	PODA
30	FERTILIZACION FOLIAR Mn-Zn-N
60	FERTILIZACION AL SUELO (16-12-6)
90	DESHIERBE MECANICO
120	CONTROL DE "NEGRILLA" CON ZINEB
150	DESHIERBE QUIMICO (FAENA)
180	DESHIERBE
210	DESHIERBE
240	FERTILIZACION
270	FLORACION
300	COSECHA

La tendencia general del Mn durante el ciclo productivo fué a disminuir, la pendiente obtenida tiene el valor de $m = -8.6667 \times 10^{-6}$.

Zinc: Las concentraciones foliares de Zn se mantienen dentro del rango considerado como óptimo durante todo el ciclo productivo.

En la gráfica de este elemento se observa un comportamiento, casi como función lineal, siendo su $r = -0.6281$. Lo mismo que para el Mn, los resultados del Zn no tuvieron prácticamente ninguna variación durante el ciclo productivo, a pesar de que las altas cantidades de Fe podían haber inhibido a este elemento. En los suelos el Zn en general fué excesivo y alto, por lo que correlaciona perfectamente con los resultados encontrados en los análisis foliares.

La tendencia general del Zn durante el ciclo productivo fué a disminuir ligeramente como se puede observar en la Figura No. 3. La pendiente fué de $m = -5.1818 \times 10^{-6}$.

Para analizar los resultados obtenidos a lo largo del ciclo productivo en tangerina "Dancy" que se resumen en el Cuadro No. 7, se observó la evolución de cada nutriente en cuanto a su concentración, que fué como sigue:

Nitrógeno: El N foliar se comportó como función seno, y cuando se correlacionó como función lineal, ésta fué baja: $r = 0.3734$. Se pudo observar a través del ciclo productivo que el N fué excesivo durante los 0, 90 y 300 días, y alto a los 30, 60 y 270 días de muestreo. Fué óptimo a los 120, 180, y 210 días. Los resultados de los análisis de suelos para este elemento nos muestran que en general es pobre, lo que no corresponde con los análisis foliares encontrados, debido a la serie de fertilizaciones tanto foliares como al suelo que eliminaron la posibilidad de una pobreza de N en hojas.

Hay que hacer notar que el ciclo se inició y terminó con exceso de N.

Se observó una tendencia a disminuir durante el ciclo, como se ve en la pendiente $m = -6.3333 \times 10^{-4}$, de la Figura No. 4.

Fósforo: El fósforo determinado en las hojas se comportó como una función periódica, que cuando se correlacionó como función lineal se obtuvo una $r = 0.5306$. A través de todo el ciclo productivo el fósforo se mantuvo prácticamente constante y dentro del rango óptimo, excepto durante la última fecha de muestreo en que se obtuvo un valor alto, como se puede ver en la Figura No. 4.

Se observó una tendencia del fósforo a aumentar durante el ciclo obteniéndose una pendiente $m = 1.8717 \times 10^{-3}$.

En cuanto a la cantidad de Fósforo encontrada en los suelos, ésta fué en general pobre, lo que no correlaciona con los resultados de P encontrados. Esto se debe al efecto de las fertilizaciones realizadas al cultivo.

Potasio: Las concentraciones de K en las hojas no tuvieron mucha variación durante el ciclo, los valores entran del rango óptimo para cítricos. Su gráfica en la función tiende a ser lineal, aunque

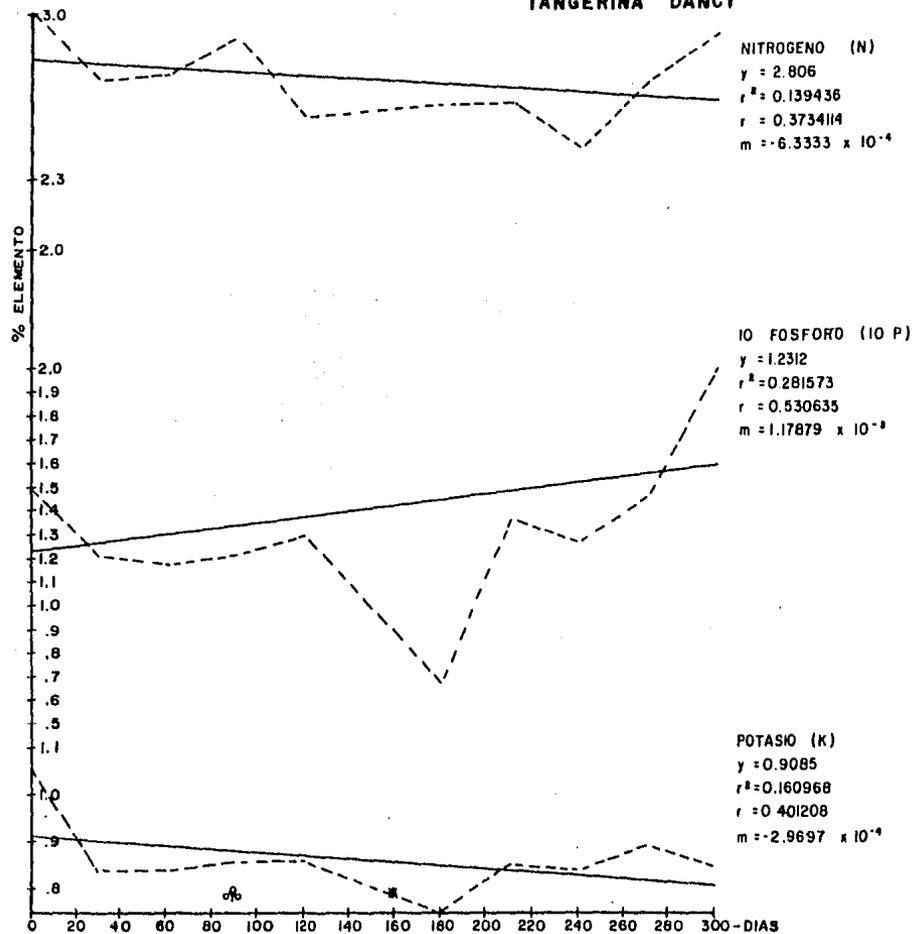
RESULTADOS OBTENIDOS EN ANALISIS FOLIARES REALIZADOS EN TANGERINA "DANCY"
DURANTE EL CICLO PRODUCTIVO 83-84 (% en materia seca)

Muestra No.	DIAS	% N	% 10P	% K	% Fe	% Mn	% Zn	% Ca	% Mg
1	0	3.00***	1.49*	1.06*	.0139 **	.0030 *	.0045 *	3.11 *	0.44 *
2	30	2.72**	1.21*	.84*	.0169 **	.0045 *	.0035 *	3.82 *	0.44 *
3	60	2.74**	1.17*	.84*	.0256 ***	.0058 *	.0051 *	4.18 *	0.52 *
4	90	2.89***	1.21*	.86*	.0156 **	.0044 *	.0075 *	4.76 *	0.46 *
5	120	2.54*	1.39*	.86*	.0145 **	.0058 *	.0044 *	3.58 *	0.49 *
6	150	---	---	---	.0111 *	.0010 (-)	.0042 *	2.10(-)	0.15 (-)
7	180	2.60 *	.679--	.75*	.0132 **	.0051 *	.0047 *	4.49 *	0.42 *
8	210	2.61 *	1.36*	.85*	.0148 **	.0054 *	.0036 *	4.33 *	0.44 *
9	240	2.42 *	1.26*	.84*	.0133 **	.0053 *	.0066 *	3.82 *	0.40 *
10	270	2.70 **	1.43*	.89*	.0120 *	.0039 *	.0063 *	3.37 *	0.31 *
11	300	2.89 ***	1.93**	.85*	.0131 **	.0037 *	.0074 *	3.10 *	0.38 *
ME	240	2.64 *	1.26*	1.24**	.0146 **	.0041 *	.0039 *	3.82 *	0.51 *

Rangos: (--) -Deficiente; (-) Bajo; *Optimo; ** Alto, *** Exceso
(Apêndice 1)

ME = Muestras tomadas en el Huerto denominado ETIDO.

EVOLUCION DE LOS ELEMENTOS NITROGENO, FOSFORO Y POTASIO DURANTE EL CICLO PRODUCTIVO DE TANGERINA "DANCY"



DIAS	LABOR CULTURAL
0	PODA
30	FERTILIZACION FOLIAR Mn-Zn-N
90	FLORACION
160	COSECHA
210	DESHIERBES
240	DESHIERBES
270	FERTILIZACION AL SUELO (18-12-6)
0%	FLORACION
1%	COSECHA
60	FERTILIZACION AL SUELO (18-12-6)

FIG. No. 4

su correlación como tal función fué baja: $r = 0.4012$, debido a los valores encontrados a los 0 y 180 días, que tienen una variación muy acentuada, lo que hace parecer a la función como periódica. En general, en cuanto a concentración de este nutriente, el suelo se encontró medio, por lo que correlaciona con los resultados de análisis foliares.

El K tuvo una ligera tendencia a disminuir durante el ciclo productivo, pues el valor de m es $= -2.9697 \times 10^{-4}$, como se observa en la Figura No. 4.

Calcio: El Ca en las hojas de tangerina tuvo también un comportamiento de óptimo durante todo el ciclo productivo a pesar de que los resultados de análisis de suelos nos indican que son muy pobres en este elemento. Su gráfica muestra el comportamiento de una función periódica, como se ve en la Figura No. 5, y se obtuvo una correlación como función lineal baja: $r = 0.1587$. Este elemento presenta durante el ciclo una tendencia a disminuir, pues el valor de su pendiente m es -0.87272×10^{-4} .

Se puede decir que ya absorbido el elemento por la planta, éste penetra y la misma planta se encarga de repartirlo según sus funciones específicas de la mejor manera, para evitar deficiencias en puntos clave.

Magnesio: El Mg se mantuvo óptimo para todas las fechas en que se analizaron las muestras de hojas, esto correlaciona con los análisis de suelos en los que se obtuvieron valores interpretados como muy ricos, en general.

Su gráfica se puede observar tendiendo a función lineal ya que su r como tal función es alta: $r = 0.7178$, como se observa en la Figura No. 5.

El Mg presenta una tendencia a disminuir durante el ciclo, el valor de $m = 3.8181 \times 10^{-4}$.

Hierro: El Fe se encontró alto para casi todos los valores del ciclo productivo, exceptuando a los 60 días, en que fué excesivo, y

EVOLUCION DE LOS ELEMENTOS CALCIO, POTASIO Y MAGNESIO DURANTE EL CICLO PRODUCTIVO DE TANGERINA "DANCY"

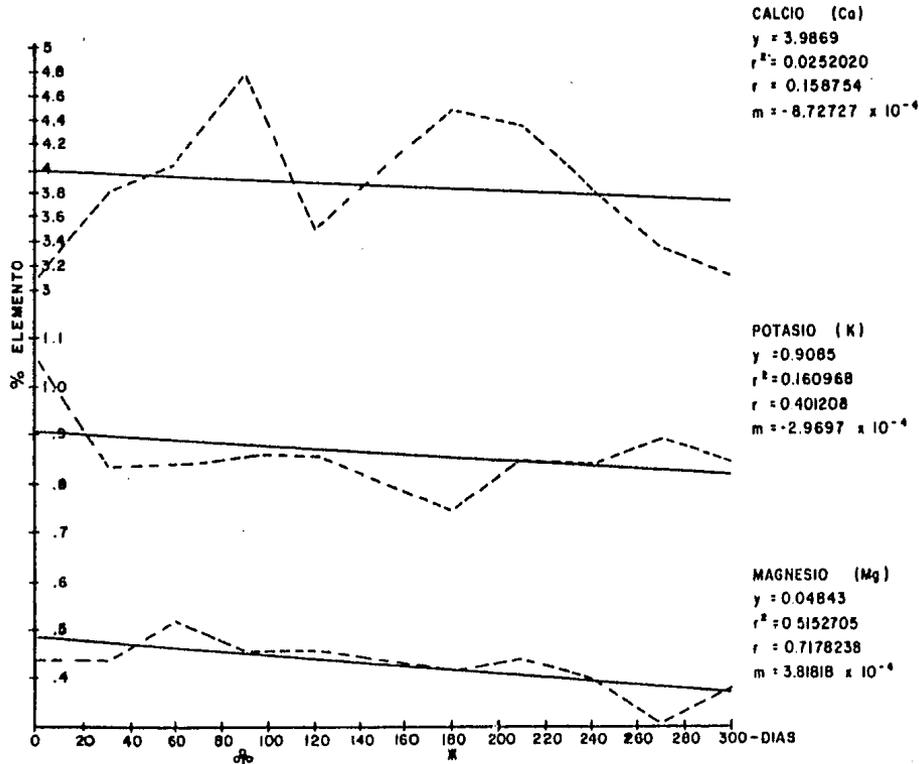


FIG. No. 5

a los 150 y 270 días en que se encontró óptimo.

Su gráfica presenta un comportamiento de función periódica, y cuando se correlacionó como función lineal se obtuvo una $r = 0.5188$.

El Fe en las hojas correlaciona en forma directa con los resultados de análisis de suelos en los que se encontraron valores excesivos de este elemento.

Durante el ciclo el Fe presenta una tendencia a aumentar su concentración, la pendiente tiene un valor de $m = 1.9212 \times 10^{-5}$, como se puede observar en la Figura No. 6.

Manganeso: A través de todo el ciclo productivo las concentraciones de Mn se mantuvieron dentro del rango óptimo, a pesar de que la concentración de Fe fué alta y se pensaba que lo pudiera inhibir.

Su gráfica se presenta como periódica, y cuando se correlacionó como función lineal se obtuvo una $r = 0.03171$, como se observa en la Figura No. 6.

Las concentraciones del elemento al inicio y al final del ciclo fueron casi las mismas, por lo que se puede decir que al iniciar en el mismo punto posiblemente evolucione de manera similar en el siguiente ciclo.

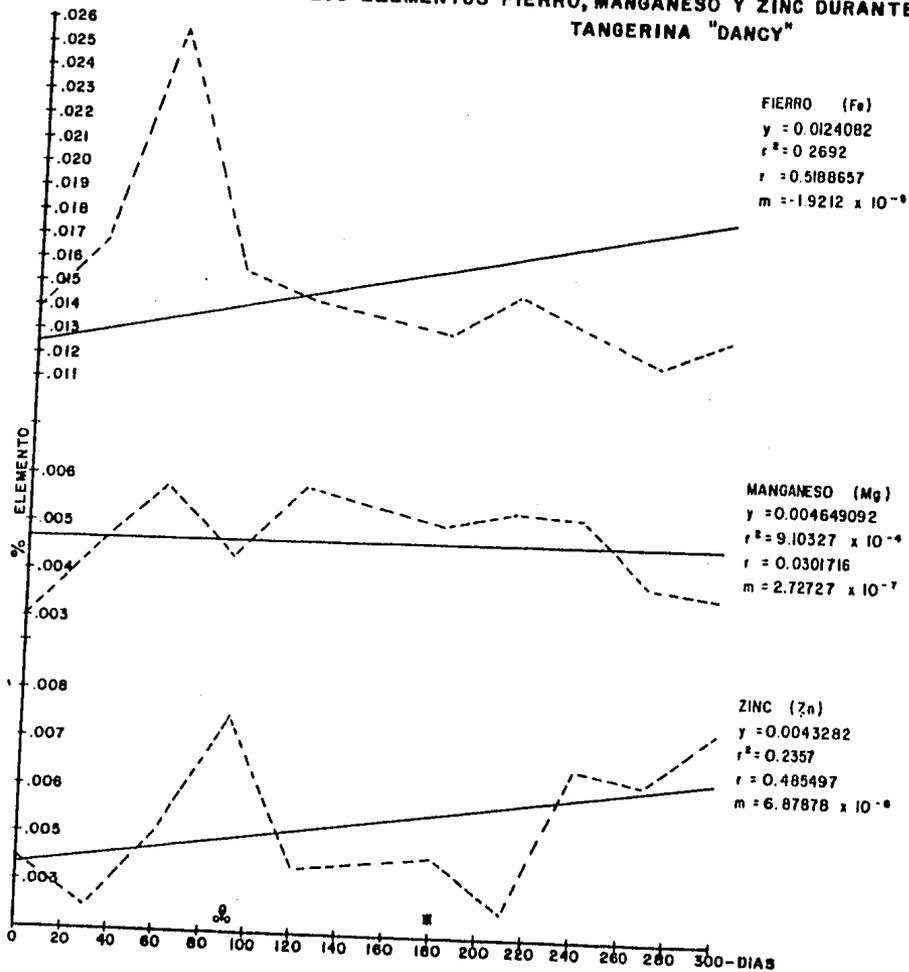
Durante todo el ciclo presentó una tendencia a aumentar de concentración, como se ve en su pendiente $m = 2.7272 \times 10^{-7}$.

Zinc: Las concentraciones de este elemento resultaron óptimas durante todo el ciclo productivo a pesar de las altas concentraciones de Fe, la gráfica de la función se presenta como periódica, Figura No. 6, y al correlacionar los valores como función lineal se obtiene una $r = 0.4855$.

En los análisis de suelos el Zn estuvo excesivo y alto. Al inicio del ciclo la concentración de Zn en las hojas fué más baja que al final del ciclo, aunque dentro de los límites del rango óptimo.

Durante el ciclo el Zn presentó una tendencia a aumentar de concentración como se ve en su valor de $m = 6.8787 \times 10^{-6}$.

EVOLUCION DE LOS ELEMENTOS FIERRO, MANGANESO Y ZINC DURANTE EL CICLO PRODUCTIVO DE TANGERINA "DANCY"



DIAS	LABOR CULTURAL
0	PODA
30	FERTILIZACION
	FOLIAR Mn-Zn-N
210	DESHIERBES
240	DESHIERBES
270	FERTILIZACION AL SUELO (18-12-6)
♣	FLORACION
■	COSECHA
60	FERTILIZACION AL SUELO (18-12-6)

FIG. No. 8

6.3. Discusión de resultados de las proporciones obtenidas para N:10P:K, Ca:K:Mg y Fe:Mn:Zn, en naranja Valencia y Tangerina "Dancy".

6.3.1. Discusión de resultados de las proporciones obtenidas para naranja Valencia.

Según los resultados obtenidos para la proporción N:10P:K, que se observan en el Cuadro No. 8, los valores permanecen más o menos constantes a lo largo del ciclo productivo, con una media de medias de 51:28:21 respectivamente. Para observar con mayor claridad la evolución de estas proporciones, los datos se presentan en forma gráfica en la Figura No. 7; al calcular el coeficiente de correlación lineal se obtuvieron los siguientes valores:

N, $r = 0.0963$; 10P, $r = 0.3290$; K, $r = 0.1610$.

La evolución de las proporciones entre Ca:K:Mg se presentan en el Cuadro No. 9, en donde de la misma manera se puede observar que los valores permanecen más o menos constantes a lo largo del ciclo, con una media de medias de 77:16:7 respectivamente, estos datos en forma gráfica se presentan en la Figura No. 8, con los siguientes coeficientes de correlación:

Ca, $r = 0.1548$; K, $r = 0.1034$; Mg, $r = 0.2873$.

En la evolución de las proporciones Fe:Mn:Zn, que se presentan en el Cuadro No. 10, se puede observar que éstas permanecen más o menos constantes a lo largo del ciclo, obteniéndose una media de medias de 52:32:16, estos datos en forma gráfica se presentan en la Figura No. 9, con los siguientes coeficientes de correlación:

Fe, $r = 0.3390$; Mn, $r = 0.2223$ Zn, $r = 0.3380$.

Hay que hacer notar que para todas las épocas de muestreo se cumple la condición de $N > 10P > K$; $Ca > K > Mg$; $Fe > Mn > Zn$.

Cuadro No. 8

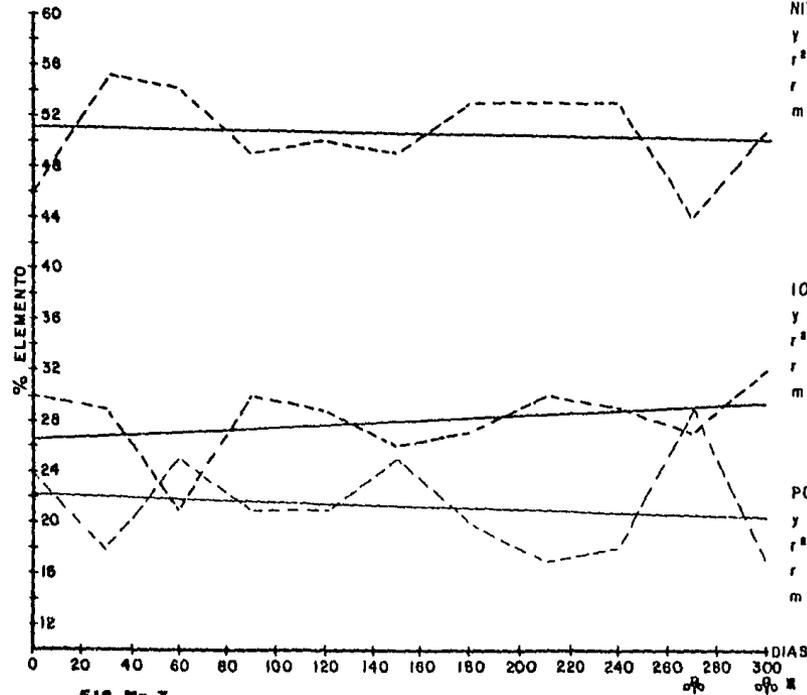
PROPORCIONES ENTRE LOS ELEMENTOS N:10P:K EN NARANJA VALENCIA

DIAS	%N (CONTENIDO EN MATERIA SECA)	%10P	%K	TOTAL (N+10P+K)	PROPORCION
0	2.59	1.65	1.40	5.64	46 : 30 : 24
30	2.56	1.22	.83	4.61	55 : 27 : 18
60	2.65	1.00	1.24	4.89	54 : 21 : 25
90	2.50	1.54	1.04	5.08	49 : 30 : 21
120	2.70	1.61	1.14	5.45	50 : 29 : 21
150	2.95	1.53	1.5	5.98	49 : 26 : 25
180	2.75	1.40	1.07	5.22	53 : 27 : 20
210	2.70	1.53	.845	5.07	53 : 30 : 17
240	2.46	1.33	.8143	4.61	53 : 29 : 18
270	2.46	1.53	1.60	5.59	44 : 27 : 29
300	2.64	1.68	.84	5.16	51 : 32 : 17
NE 240	2.69	1.67	.85	5.21	51 : 32 : 17
NA 240	2.52	1.79	.83	5.14	49 : 35 : 16
NB 240	2.52	1.78	.83	5.13	49 : 35 : 16

NOTA: (Proporción N:10P:K = 100 %).

\bar{X} 51 : 28 : 21

PROPORCION ENTRE LOS ELEMENTOS
N : 10 P : K NARANJA VALENCIA



DIAS	LABOR CULTURAL
0	PODA
30	FERTILIZACION FOLIAR Mn-Zn-N
60	FERTILIZACION AL SUELO (18-12-6)
90	DESHIERBE MECANICO
120	CONTROL DE "NEGRILLA" CON ZINEB
150	DESHIERBE QUIMICO (FAENA)
180	DESHIERBE MECANICO
210	DESHIERBE
240	FERTILIZACION
270	FLORACION
300	COSECHA

FIG. No. 7

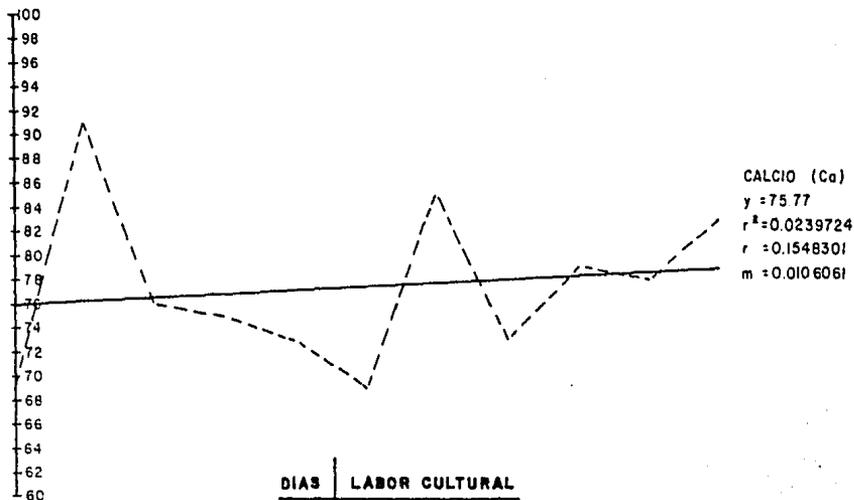
PROPORCIONES ENTRE LOS ELEMENTOS Ca:K:Mg EN NARANJA VALENCIA

DIAS	%Ca (contenido en materia seca)	%K	%Mg (Ca+K+Mg)	TOTAL	PROPORCION Ca:K:Mg
0	4.14	1.40	.47	6.01	69:23:8
30	13.64	.83	.54	15.01	91:5:4
60	5.76	1.24	.58	7.58	76:16:8
90	4.76	1.04	.51	6.31	75:17:8
120	4.39	1.14	.50	6.03	73:19:8
150	4.59	1.50	.51	6.6	69:23:8
180	8.68	1.07	.50	10.25	85:10:5
210	3.33	.85	.38	4.56	73:19:8
240	4.59	.82	.36	5.77	79:14:7
270	7.15	1.60	.35	9.1	78:18:4
300	6.62	.84	.51	7.97	83:11:6
NE 240	4.67	.85	.60	6.12	76:14:10
NA 240	4.41	.83	.46	5.7	77:14:9
NB 240	4.52	.83	.39	5.74	79:14:7

\bar{x} 77:16:7

NOTA: Proporción Ca:K:Mg = 100%

PROPORCION ENTRE LOS ELEMENTOS Ca:K:Mg
NARANJA VALENCIA



DIAS	LABOR CULTURAL
0	PODA
30	FERTILIZACION FOLIAR Mn-Zn-N
60	FERTILIZACION AL SUELO (18-12-6)
90	DESHIERBE MECANICO
120	CONTROL DE "NEGRILLA" CON ZINEB
150	DESHIERBE QUIMICO (FAENA)
180	DESHIERBE MECANICO
210	DESHIERBE
240	FERTILIZACION
270	FLORACION
300	COSECHA

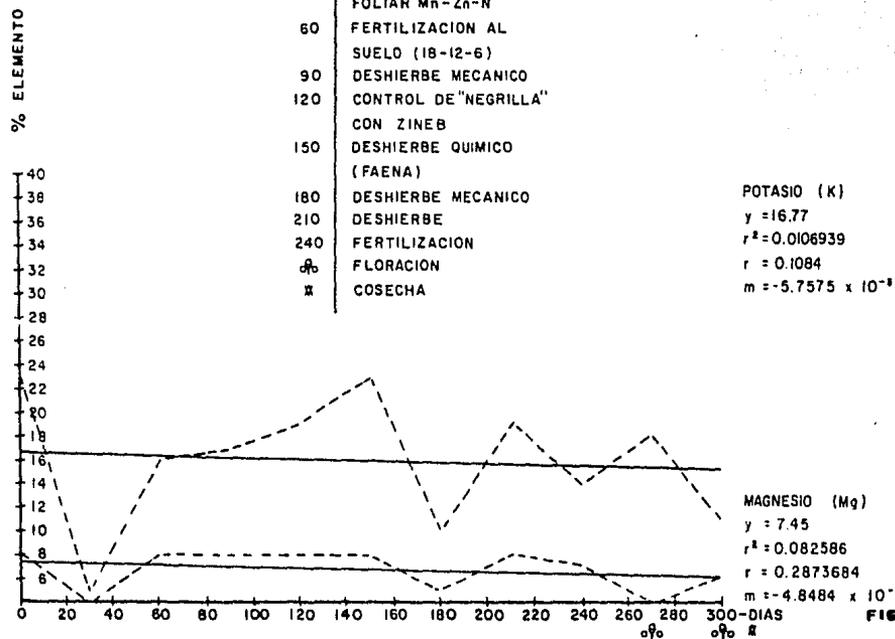


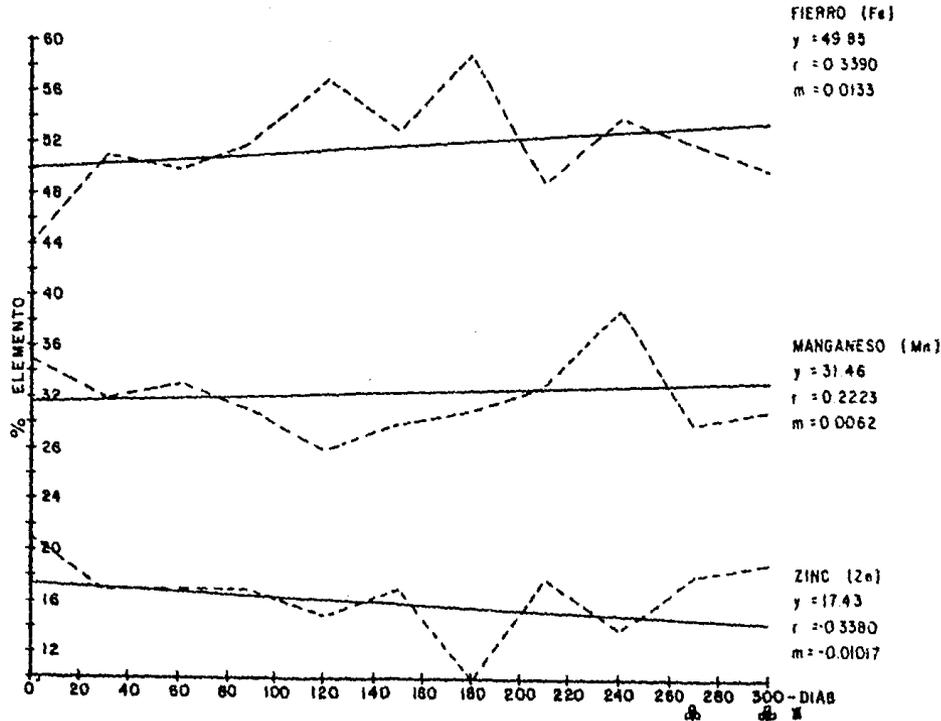
FIG. No. 8

PROPORCIONES ENTRE LOS ELEMENTOS Fe:Mn:Zn EN NARANJA VALENCIA

DIAS	%Fe (contenido en materia seca)	%Mn	%Zn	TOTAL (Fe:Mn:Zn)	PROPORCION Fe:Mn:Zn
0	.0114	.0091	.0054	.0259	44:35:21
30	.0186	.0118	.0062	.0366	51:32:17
60	.0172	.0111	.0058	.0341	50:33:17
90	.0136	.0079	.0045	.0260	52:31:17
120	.0172	.0086	.0045	.0303	57:28:15
150	.0168	.0095	.0055	.0318	53:30:17
180	.0225	.0118	.0039	.0382	59:31:10
210	.0113	.0077	.0041	.0231	49:33:18
240	.0139	.0082	.0036	.0257	54:32:14
270	.0136	.0078	.0048	.0262	52:30:18
300	.0125	.0077	.0047	.0249	50:31:19
					\bar{X} 52:32:16
NA 240	.0100	.0033	.0043	.0176	57:19:24
NB 240	.0115	.0034	.0081	.0230	50:15:35
NE 240	.0125	.0027	.0072	.0224	56:12:32

NOTA: Proporción Fe:Mn:Zn = 100 %

PROPORCION ENTRE LOS ELEMENTOS Fe:Mn:Zn
NARANJA VALENCIA



DÍAS	LABOR CULTURAL
0	PODA
30	FERTILIZACION FOLIAR Mn-Zn-N
60	FERTILIZACION AL SUELO (18-12-8)
90	DESHIERBE MECANICO
120	CONTROL DE "NEGRILLA" CON ZINEB
150	DESHIERBE QUIMICO (FAENA)
180	DESHIERBE MECANICO
210	DESHIERBE
240	FERTILIZACION
☉	FLORACION
☿	COSECHA

FIG. No. 9

6.3.2, Discusión de resultados de las proporciones obtenidas para Tangerina "Dancy".

Según los resultados obtenidos para la proporción: N:10P:K, que se observan en el Cuadro No. 11, los valores permanecen constantes, a lo largo del ciclo, con una media de medias de 54:28:18. La evolución de las proporciones se puede observar en la Figura No. 10; al calcular sus coeficientes de correlación se encontró:

$$N, r = 0.3390; \quad P, r = 0.3983; \quad K, r = 0.4199.$$

Para las proporciones Ca:K:Mg que se presentan en el Cuadro No. 12, se observó que mantuvieron valores más o menos constantes durante todo el ciclo, con una media de medias de 75:17:8, estos datos en forma gráfica se presentan en la Figura No. 11, con los siguientes coeficientes de correlación:

$$Ca, r = 0.1974; \quad K, r = 0.0016; \quad Mg, r = 0.6572.$$

La evolución de las proporciones Fe:Mn:Zn, aunque se mantuvo más o menos constante durante todo el ciclo no entra dentro del rango de valores indicados por Esteban (1975), de 50:30:20 respectivamente; se obtuvo una media de medias de 60:19: 21. La gráfica de estos valores se puede observar en la Figura No. 12, con los siguientes coeficientes de correlación:

$$Fe, r = 0.8047; \quad Mn, r = 0.3079; \quad Zn, r = 0.6162.$$

La evolución de estos nutrientes se puede observar en el Cuadro No. 13.

Es muy importante hacer notar que en Tangerina "Dancy" en todas las épocas de muestreo se cumple la condiciones $N > 10P > K$; $Ca > K > Mg$; $Fe > Mn > Zn$.

Cuadro No. 11

PROPORCIONES ENTRE LOS ELEMENTOS N:10P:K EN TANGERINA "DANCY"

DÍAS	%N (contenido en materia seca)	%10P	%K	TOTAL (N+10P+K)	PROPORCIÓN N:10P:K
0	3.00	1.49	1.06	5.55	54:27:19
30	2.72	1.21	0.84	4.77	57:25:18
60	2.74	1.17	0.84	4.75	57:25:18
90	2.89	1.21	0.86	4.96	58:25:17
120	2.54	1.39	0.86	4.79	53:29:18
150	-----	-----	-----	-----	-----
180	2.60	-----	0.75	-----	-----
210	2.61	1.36	0.85	4.82	54:28:18
240	2.42	1.26	0.84	4.52	53:28:19
270	2.70	1.43	0.89	5.02	54:28:18
300	2.89	1.93	0.85	5.67	51:34:15
ME 240	2.64	1.26	1.24	5.14	51:25:24

 \bar{X} 54: 28: 18

Proporción

NOTA: N:10P:K = 100%

PROPORCION ENTRE LOS ELEMENTOS N:10P:K
TANGERINA "DANCY"

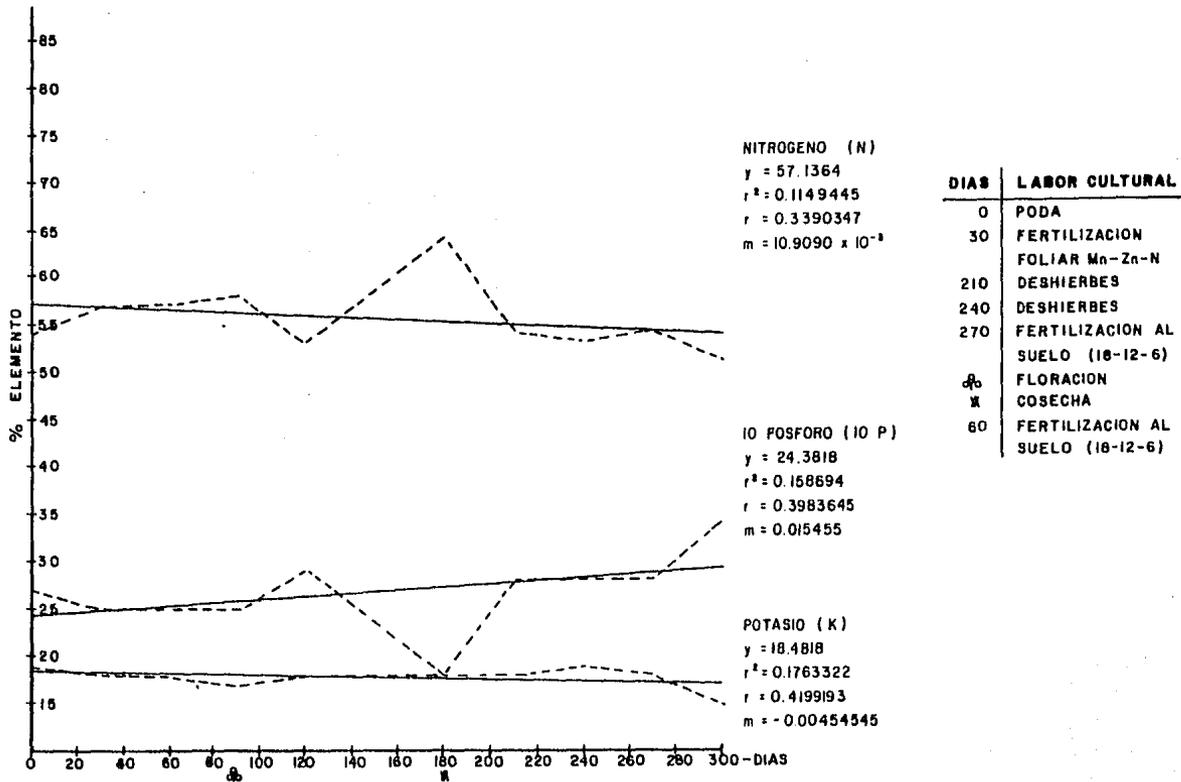


FIG. No. 10

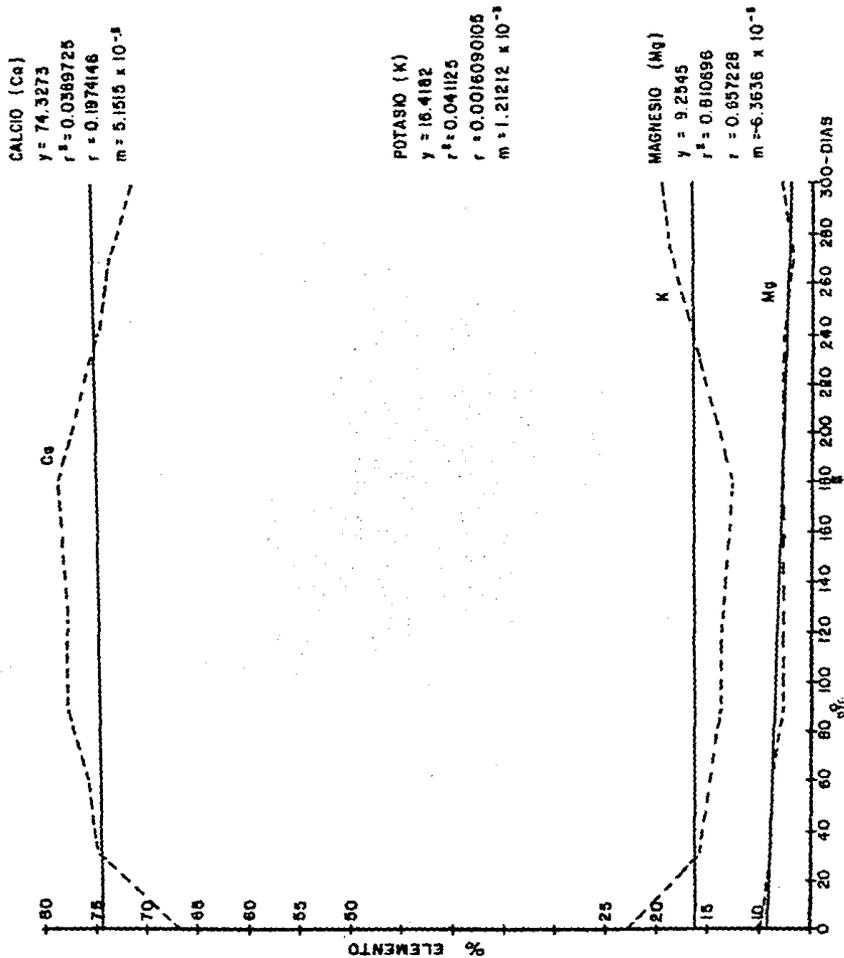
Cuadro No. 12

PROPORCIONES ENTRE LOS ELEMENTOS Ca:K:Mg EN TANGERINA "DANCY"

DIAS	%Ca (Contenidos en materia seca)	%K	%Mg	TOTAL (Ca+K+Mg)	PROPORCION Ca:K:Mg
0	3.11	1.06	.44	4.61	67:23:10
30	3.82	.84	.44	5.1	75:16:9
60	4.18	.84	.52	5.54	76:15:9
90	4.76	.86	.46	6.08	78:14:8
120	3.58	.86	.46	6.08	78:14:8
150	2.10	- -	.15	- - - -	- - - -
180	4.49	.75	.42	5.66	79:13:8
210	4.33	.85	.44	5.62	77:15:8
240	3.82	.84	.40	5.06	75:17:8
270	3.37	.89	.31	4.57	74:19:7
300	3.10	.85	.38	4.33	72:20:8
					\bar{X} 75:17:8
ME 240	3.82	1.24	.51	5.57	69:22:9

NOTA: Proporción Ca:K:Mg = 100 %

PROPORCION ENTRE LOS ELEMENTOS Ca:K:Mg
TANGERINA "DANCY"



DIAS	LABOR CULTURAL
0	PODA
30	FERTILIZACION FOLIAR Mn-Zn-N
210	DESHIERBES
240	DESHIERBES
270	FERTILIZACION AL SUELO (18-12-6)
280	FLORACION
280	COSECHA
300	FERTILIZACION AL SUELO (18-12-6)

PROPORCIÓN ENTRE LOS ELEMENTOS Fe:Mn:Zn EN TANGERINA "DUNCY"

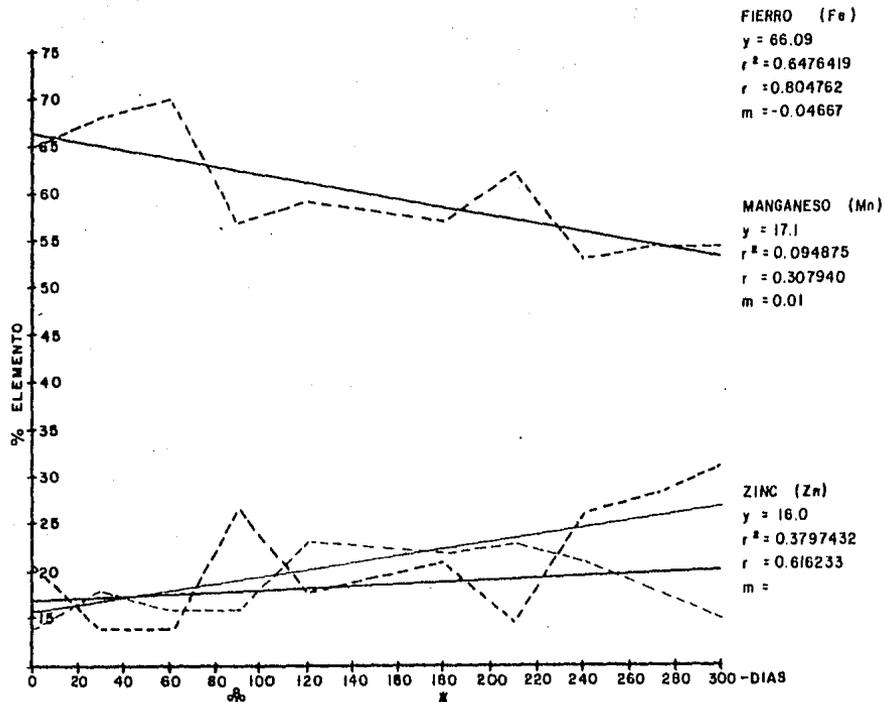
DÍAS	%Fe	%Mn	%Zn	TOTAL (Fe+ Mn + Zn)	PROPORCIÓN Fe:Mn:Zn
(Contenidos en materia seca)					
0	.0139	.0030	.0045	.0214	65:14:21
30	.0169	.0045	.0035	.0249	68:18:14
60	.0256	.0058	.0051	.0365	70:16:14
90	.0156	.0044	.0075	.0275	57:16:27
120	.0145	.0058	.0044	.0247	59:23:18
150	-----	-----	-----	-----	-----
180	.0132	.0051	.0047	.0230	57:22:21
210	.0148	.0054	.0036	.0238	62:23:15
240	.0133	.0053	.0066	.0252	53:21:26
270	.0120	.0039	.0063	.0222	54:18:28
300	.0131	.0037	.0074	.0242	54:15:31
ME 240	.0146	.0041	.0039	.0226	65:18:17

\bar{X} 60: 19: 21*

\bar{X} DE LAS MEDIAS DE LOS DIFERENTES VALORES DEL EQUILIBRIO FISIOLÓGICO.

NOTA: Proporción Fe:Mn:Zn = 100%.

PROPORCION ENTRE LOS ELEMENTOS Fe:Mn:Zn
TANGERINA "DANCY"



DIAS	LABOR CULTURAL
0	PODA
30	FERTILIZACION FOLIAR Mn-Zn-N
60	FERTILIZACION AL SUELO (18-12-6)
230	DESHIERBES
240	DESHIERBES
270	FERTILIZACION AL SUELO (18-12-6)
0%	FLORACION
■	COSECHA

FIG. No. 12

6.3.3. Discusión de los resultados de la media de medias en Naranja Valencia y Tangerina "Dancy".

En el Cuadro No. 14 se compara la media de medias de valores de las proporciones de elementos obtenidas en este trabajo con los valores reportados por Esteban (1975), para frutales; se obtuvieron valores similares tanto para Naranja Valencia como para Tangerina "Dancy", con una ligera variación en la proporción de Fe:Mn:Zn en tangerina.

Cuadro No. 14

MEDIA DE MEDIAS OBTENIDA DE LOS VALORES DE LAS
 PROPORCIONES DE LOS ELEMENTOS
 DURANTE TODO EL CICLO PRODUCTIVO DE NARANJA VALENCIA
 Y TANGERINA "DANCY" EN EL RANCHO "SAN ANTONIO"

NARANJA VALENCIA	N:10P:K	Ca:K:Mg	Fe:Mn:Zn
Valor esperado	50:30:20	73:19:8	50:30:20
Rancho San Antonio	51:28:21	77:16:7	52:32:16
TANGERINA "DANCY"	N:10P:K	Ca:K:Mg	Fe:Mn:Zn
Valor esperado	50:30:20	73:19:8	50:30:20
Rancho San Antonio	54:28:18	75:17:8	60:19:21

6.4. Comparación entre los valores expresados en forma absoluta, contra las proporciones, en Naranja Valencia y Tangerina "Dancy".

En el Cuadro No. 15 se pueden observar que en lo que respecta a los valores de correlación encontrados para las proporciones, comparados con los valores de correlación de las concentraciones absolutas de los elementos en Naranja Valencia, solo cuatro de ocho elementos cumplen la condición marcada por Esteban (1975), de tener una correlación más alta como proporciones (Equilibrio Fisiológico), que como valores absolutos (% de materia seca), es decir un 50%.

En el Cuadro No. 16 en donde se pueden observar los valores de correlación encontrados para las proporciones, comparados con los valores de correlación de las concentraciones absolutas de los elementos para tangerina "Dancy", solo cinco de ocho elementos correlacionan mejor cuando se expresan en proporción que como % de materia seca, es decir un 62.5 %.

COMPARACION DE CORRELACIONES DE LAS CONCENTRACIONES DE ELEMENTOS
 CON LA EPOCA DE MUESTREO EXPRESADAS EN % DE MATERIA SECA Y EN --
 PROPORCIONES ENTRE ELEMENTOS.

NARANJA "VALENCIA" Correlación como:	CICLO PRODUCTIVO 83-84 Proporción entre los elementos		Elemento (Evolución del)
NITROGENO	r =	.093284	*
10 FOSFORO	r =	.3290	*
POTASIO	r =	.1610	*
FIERRO	r =	.3390	*
MANGANESO	r =	.2223	r = .5310 *
ZINC	r =	.3380	r = .6281 *
CALCIO	r =	.1548	r = .1610 *
MAGNESIO	r =	.2873	r = .5856 *

COMPARACION DE CORRELACIONES DE LAS CONCENTRACIONES DE ELEMENTOS CON LA EPOCA
DE MUESTREO EXPRESADOS EN % DE MATERIA SECA Y EN PROPORCIONES ENTRE ELEMENTOS,

TANGERINA "DANCY"		CICLO PRODUCTIVO	83 - 84	
Elemento		Correlación como Proporción entre elementos	Correlación como elemento % M.S.	
NITROGENO	r =	.3390347	r =	.3734114 *
10 FOSFORO		.3983645		.530635 *
POTASIO		.4199193	*	.401208
FIERRO		.804762	*	.5188657
MANGANESO		.307940	*	.0301716
ZINC		.616233	*	.485497
CALCIO		.1974146	*	.158754
MAGNESIO		.657228		.7178238 *

6.5. Correlación de las interacciones entre los elementos en las hojas, expresados como valores absolutos y como proporciones, en Naranja Valencia y Tangerina "Dancy".

Para poder hacer las comparaciones entre las interacciones de los elementos expresados como valores absolutos (% de materia seca), y como proporciones (Equilibrio Fisiológico), se calcularon las correlaciones entre estos, y los resultados se presentan en el Cuadro No. 17, para Naranja Valencia, y en el Cuadro No. 18 para Tangerina "Dancy", esto con el fin de obtener un reflejo fiel de la forma en que varían estas interacciones cuando se expresan los valores en las dos formas mencionadas; hay que aclarar que en vista de que las funciones que se manejan se analizan como lineales sin serlo, las correlaciones pueden no ser significativas.

En lo que respecta al Cuadro de Naranja Valencia se puede observar que las correlaciones para las proporciones N:10P:K, fueron más altas que las correspondientes a sus respectivas correlaciones entre elementos con los valores de concentraciones absolutas, obteniéndose un r mayor de 0.5 para las indicativas entre N:K (-0.691) y 10P:K (0.5291); el resultado de r para la interacción N:10P que fué de 0.2475, resultó también más alto que el de la interacción como concentración absoluta que fué de $r = 0.1109$.

Las gráficas de las interacciones como concentraciones de elementos en valores absolutos se pueden observar en la Figura No. 13, y como interacciones de proporciones en la Figura No. 14.

Para las correlaciones correspondientes a la proporción: Ca:K:Mg, las interacciones de las proporciones fueron todas más altas que las correspondientes a las interacciones entre los elementos, expresadas en valores absolutos, incluso la correlación entre Ca:K, como proporción fué casi de 1 ($r = 0.9842$), y la de Ca:Mg es también muy alta: $r = 0.8120$; para K:Mg la correlación fué mayor de 0.5, ($r = 0.6959$).

Las gráficas de las interacciones como concentraciones de elementos en valores absolutos se pueden observar en la Figura No. 15, y como interacciones de proporciones en la Figura No. 16.

Cuadro No. 17

COMPARACION ENTRE LOS DIFERENTES VALORES DE CORRELACION (r), RESULTANTES DE LAS INTER-RELACIONES ENTRE LOS ELEMENTOS, Y LOS EQUILIBRIOS FISIOLÓGICOS: N:10P:K, Fe:Mn:Zn. Ca:K:Mg.

NARANJA VALENCIA Valores de r* como:	N:10P	N:K	10P:K
Interacción como Proporciones entre elementos:	.2475	-.6911 *	.5291 *
Interacción entre elementos:	.1109	.2118	.1484
	Ca:K	Ca:Mg	K:Mg
Inter. como Proporciones	.9842 *	.8120 *	.6959 *
Inter. como Elementos	-.22268	.3185	-.03492
	Fe:Mn	Fe:Zn	Mn:Zn
Inter. como Proporciones.-	-.3543	-.9055 *	.039712
Inter. como Elementos	.8297 *	.1216	.4708

* Los valores de correlación se obtuvieron a partir de datos de resultados de análisis foliares tomados durante todo el ciclo productivo de NARANJA VALENCIA.

* Valores de r, significativos.

**CORRELACIONES ENTRE LOS ELEMENTOS N : IOP : K
DURANTE EL CICLO PRODUCTIVO
DE NARANJA VALENCIA**

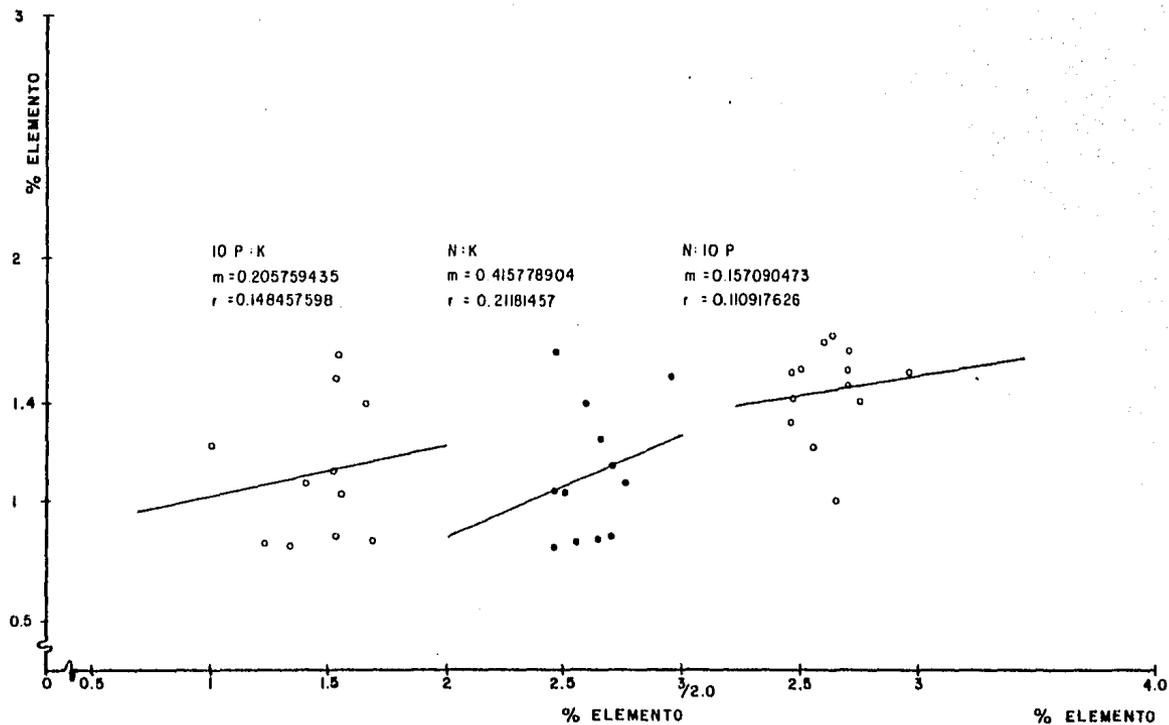


FIG No. 13

**CORRELACIONES ENTRE LOS VALORES DE PROPORCIONES
ENTRE LOS ELEMENTOS N : IO P : K DURANTE EL
CICLO PRODUCTIVO DE NARANJA VALENCIA**

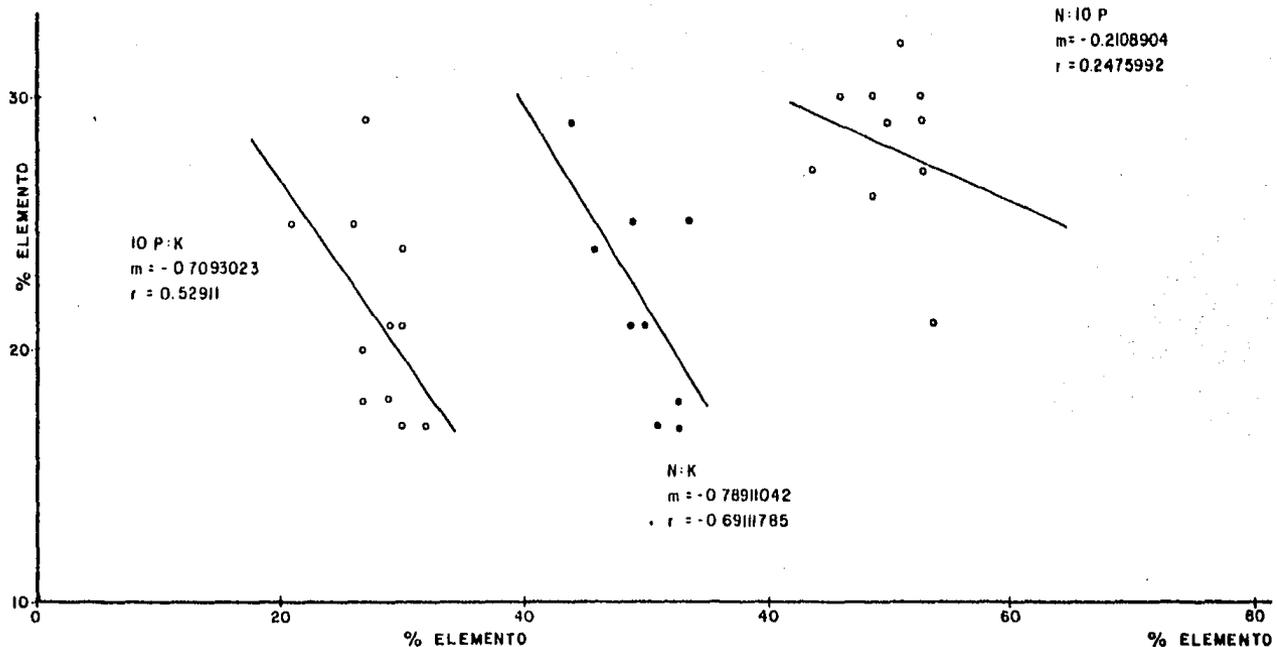


FIG. No. 14

CORRELACIONES ENTRE LOS ELEMENTOS Ca:K:Mg
CICLO DE NARANJA VALENCIA

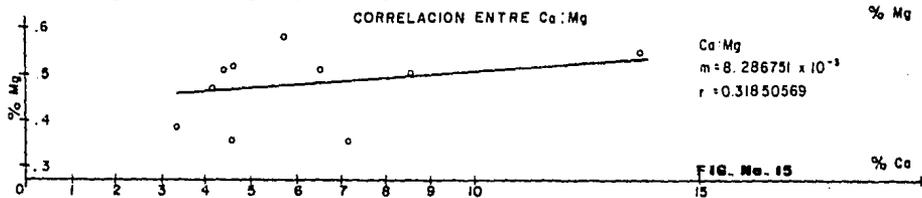
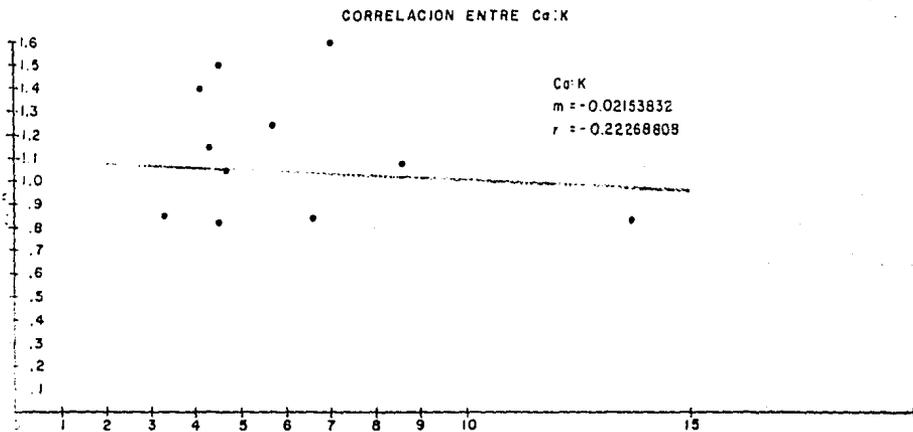
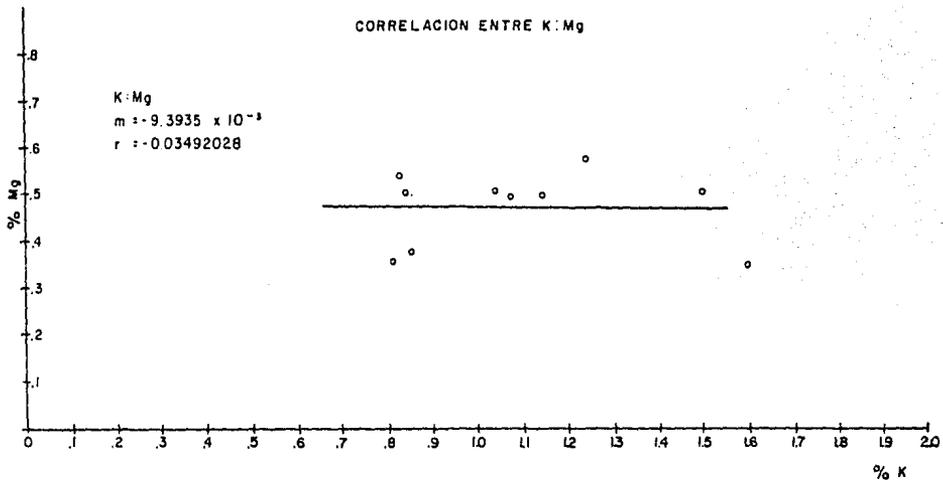


FIG. No. 15

**CORRELACIONES ENTRE LOS VALORES DE PROPORCIONES
ENTRE LOS ELEMENTOS Ca : K : Mg DURANTE EL
CICLO PRODUCTIVO DE NARANJA VALENCIA**

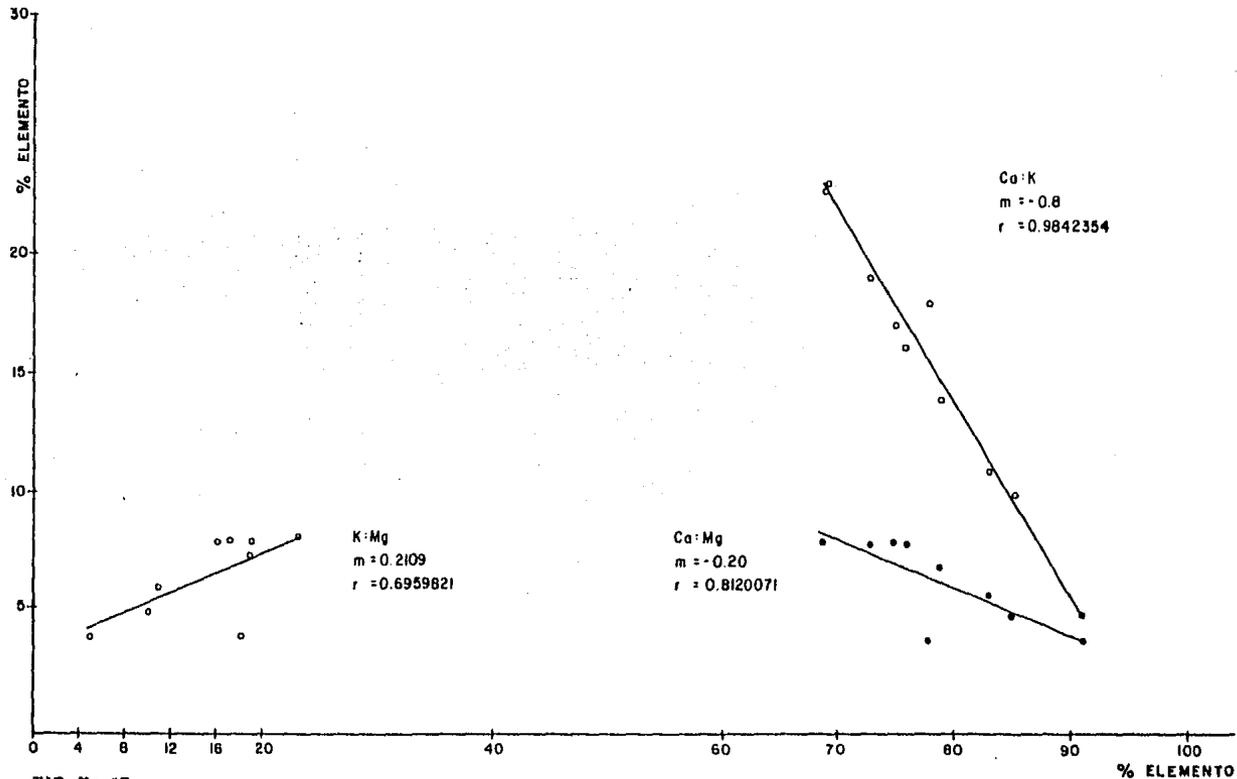


FIG. No. 16

Para las interacciones de la proporción Fe:Mn:Zn, hubo un comportamiento diferente, ya que hubo menor variación entre las interacciones para los valores absolutos para Fe:Mn, $r = 0.8297$, y Mn:Zn $r = 0.4708$, es decir las dos correlaciones donde intervino el Mn. Para la correlación de la interacción Fe:Zn, fué mejor la r de la interacción como proporción que tuvo un valor de -0.9055 .

Las gráficas de las interacciones como concentraciones de elementos en valores absolutos se pueden observar en la Figura No. 17, y como interacciones de proporciones en la Figura No. 18.

En el Cuadro No. 18 en el que se reportan los resultados de Tangerina "Dancy", para los valores de correlaciones de las interacciones, en las proporciones N:10P:K, éstas fueron más altas, que para los valores absolutos de las concentraciones:

N:10P $r = -0.9655$ y 10P:K $r = -0.6129$; sin embargo para N:K fué mejor la correlación en la interacción entre los elementos: $r = 0.5947$.

Las gráficas de las interacciones como concentraciones de los elementos en valores absolutos se pueden observar en la Figura No. 19, y como interacciones de proporciones en la Figura No. 20.

Para la proporción Ca:K:Mg, correlacionó mejor para las interacciones como proporciones que como elementos: Ca:K, $r = 0.9759$, para Ca:Mg, $r = -0.5449$, y para K:Mg, $r = 0.3491$.

Las gráficas de las interacciones como concentraciones de los elementos en valores absolutos se pueden observar en la Figura No. 21, y como interacciones de proporciones en la Figura No. 22.

Para las correlaciones de las interacciones de la proporción Fe:Mn:Zn fueron mejores éstas, que las correlaciones como interacciones de las concentraciones de los elementos en valores absolutos; Para Fe:Zn, $r = 0.8475$; para Mn:Zn, -0.3188 , pero para Fe:Mn fué mejor la obtenida para la r de la interacción entre elementos $r = 0.4487$.

Quadro No. 18

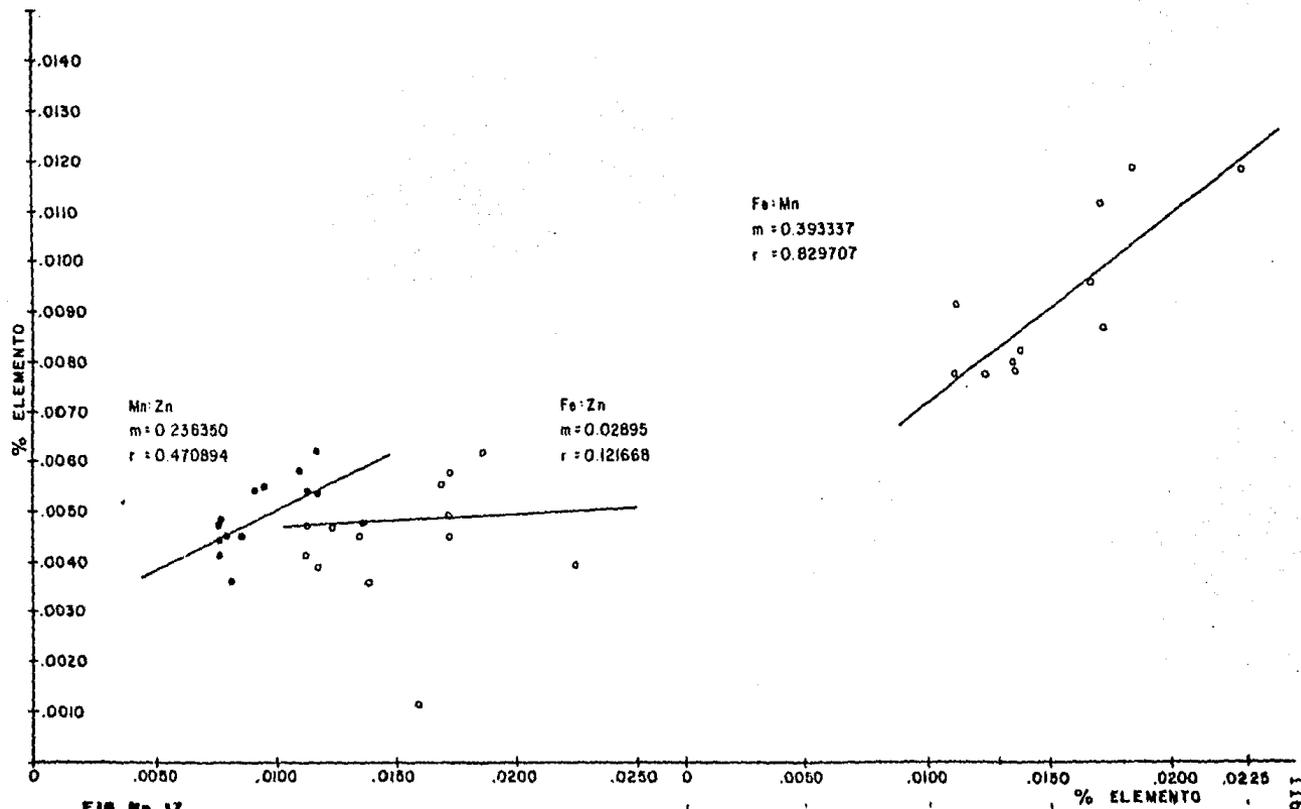
COMPARACION ENTRE LOS DIFERENTES VALORES DE CORRELACION (r) RESULTANTES DE LAS INTERACCIONES
ENTRE LOS ELEMENTOS Y PROPORCIONES ENTRE LOS ELEMENTOS N:10P:K,Ca:K:Mg, Fe:Mn:Zn.

TANGERINA "DANCY"	N:10P	N:K	10P:K
Valores de r* como:			
Interacción como Proporciones.	-.9665 *	.3899	-.6129 *
Interacción entre Elementos	.4086	.5947 *	.4940
	Ca:K	Ca:Mg	K:Mg
Interacción como Proporciones.	-.9759 *	-.5449 *	.3491
Interacción como Elementos	-.5851	.4690	-.035404
	Fe:Mn	Fe:Zn	Mn:Zn
Interacción como Proporciones.	-.2327	-.8475 *	-.3188
Interacción como Elementos	.4487	-.2087	-.2912

* Los valores de correlación se obtuvieron a partir de datos de resultados de análisis foliares tomados durante todo el ciclo productivo de TANGERINA "DANCY".

* Valores de r significativos.

CORRELACIONES ENTRE LOS ELEMENTOS Fe:Mn:Zn DURANTE EL CICLO
PRODUCTIVO DE NARANJA VALENCIA



**CORRELACIONES ENTRE LOS ELEMENTOS Fe:Mn:Zn DURANTE EL CICLO
PRODUCTIVO DE NARANJA VALENCIA**

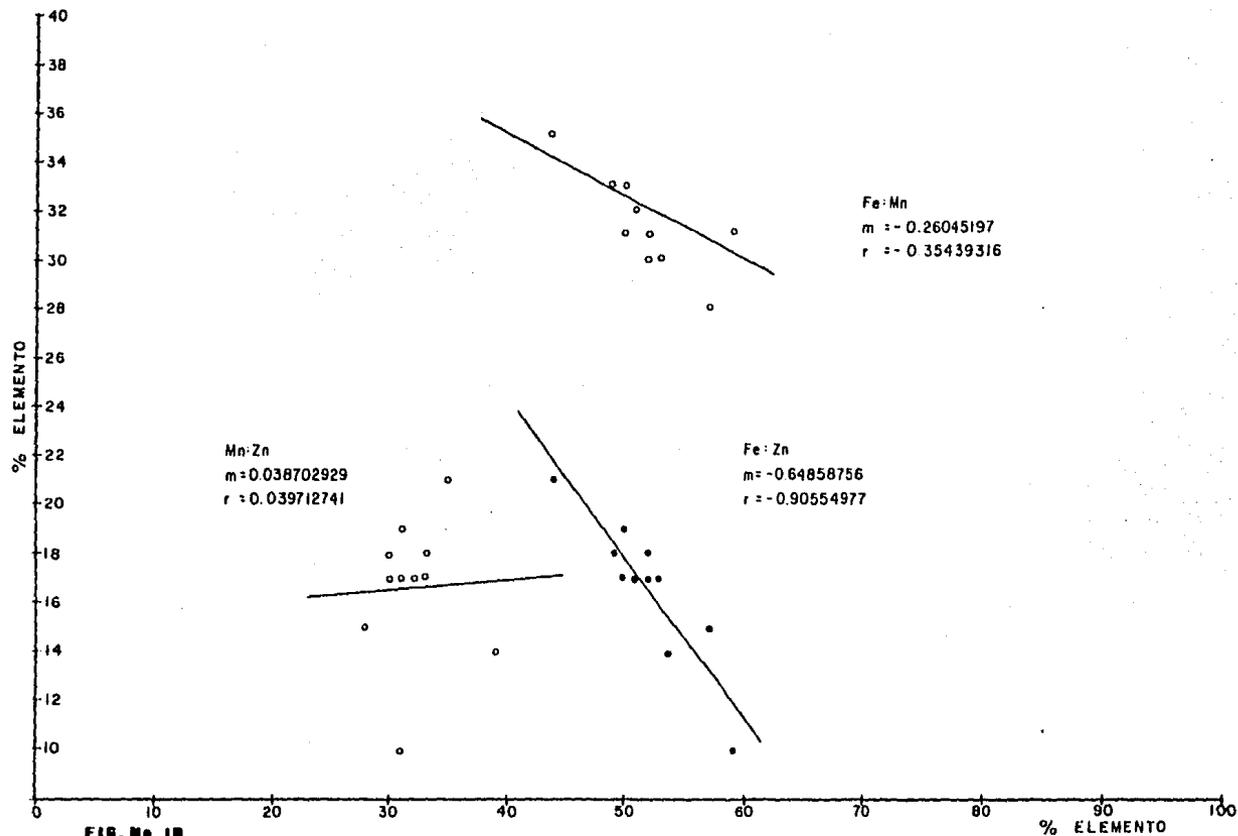


FIG. No. 18

**CORRELACIONES ENTRE LOS ELEMENTOS N:IO P:K DURANTE EL CICLO
PRODUCTIVO DE TANGERINA "DANCY"**

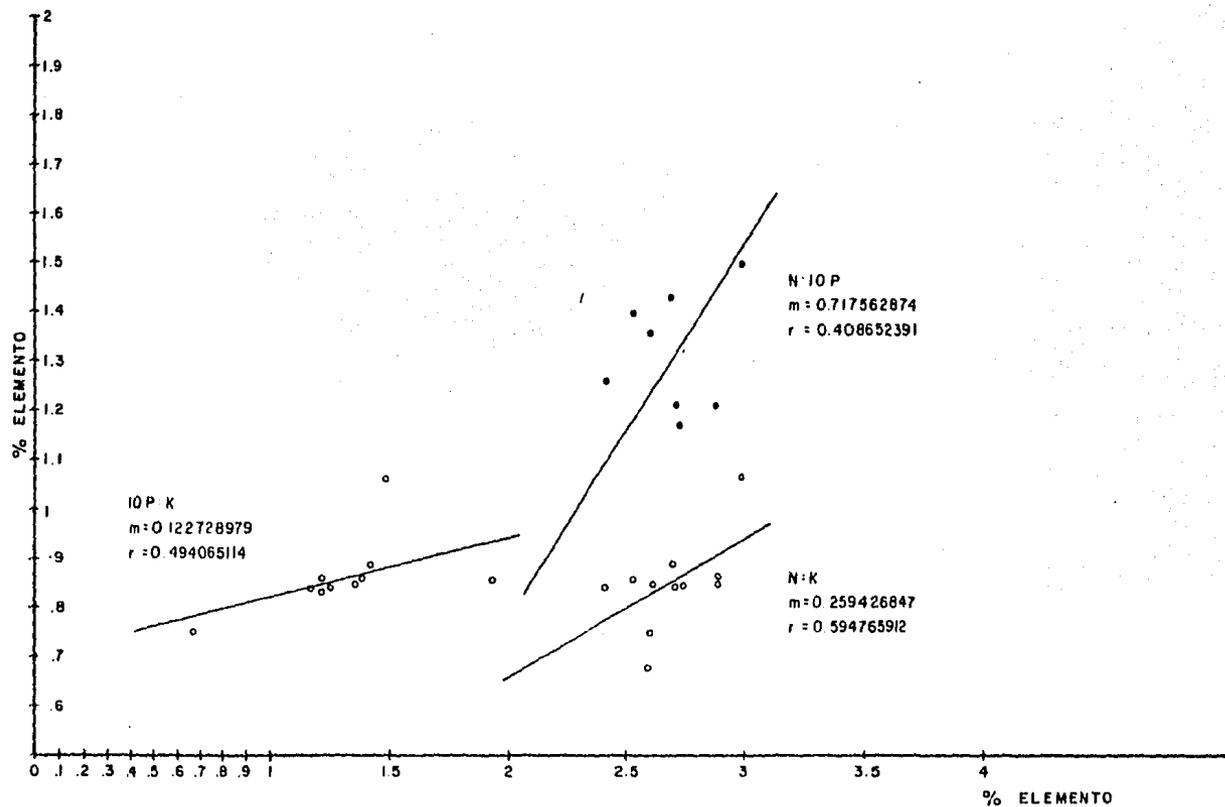


FIG. No. 19

CORRELACIONES DE LAS PROPORCIONES ENTRE LOS ELEMENTOS N:IO P:K
 EN EL CICLO PRODUCTIVO DE TANGERINA "DANCY"

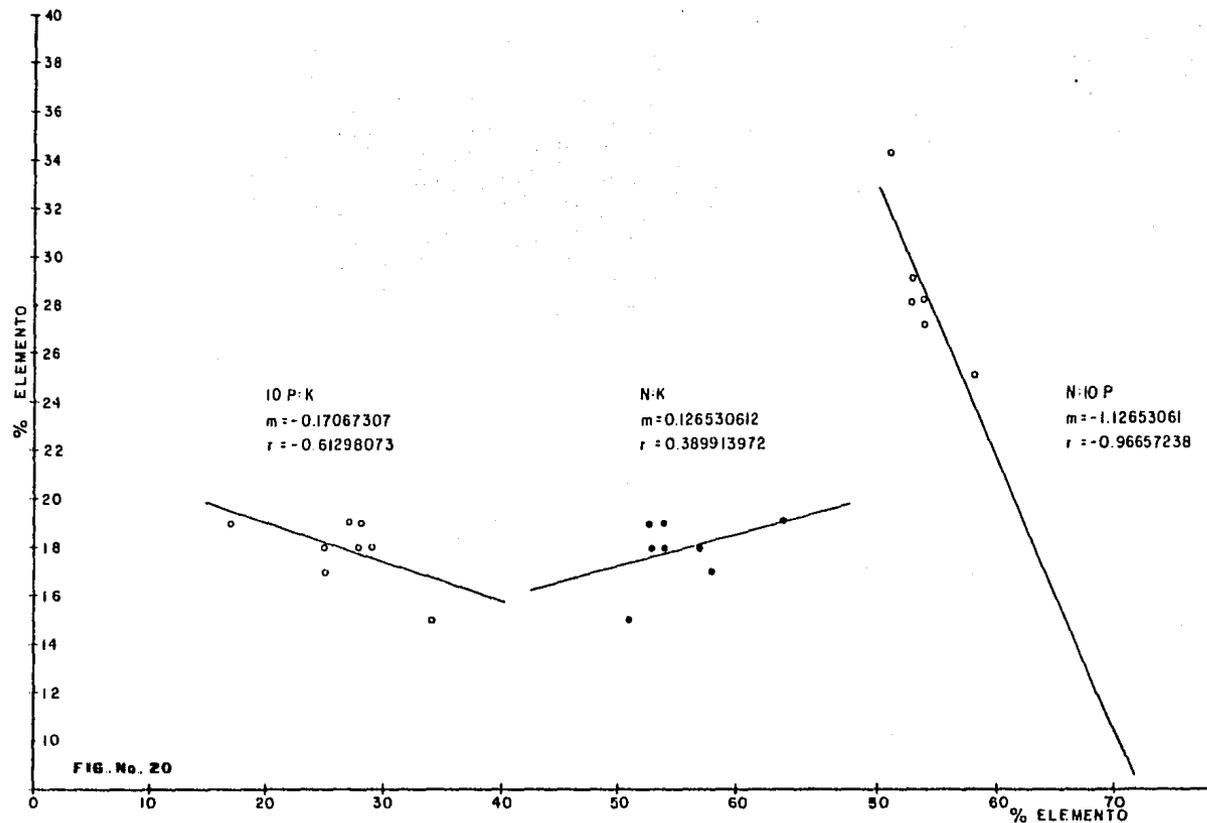


FIG. No. 20

**CORRELACIONES ENTRE LOS ELEMENTOS Ca:K:Mg DURANTE EL CICLO
PRODUCTIVO DE TANGERINA "DANCY"**

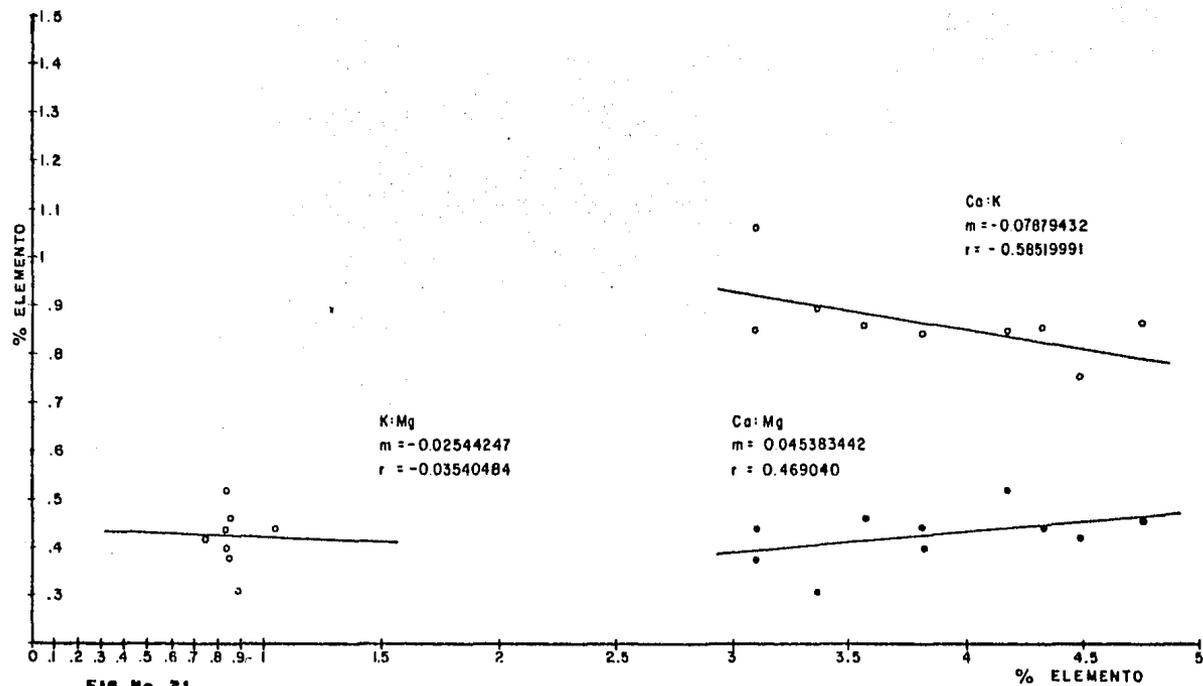
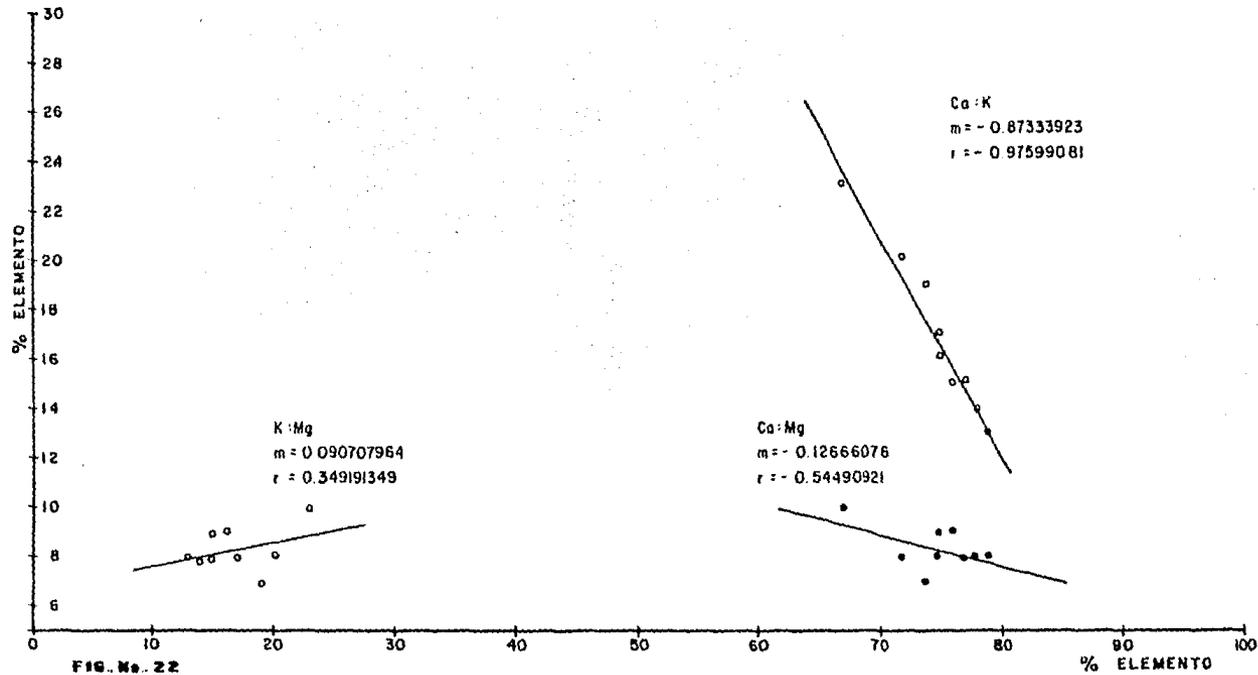


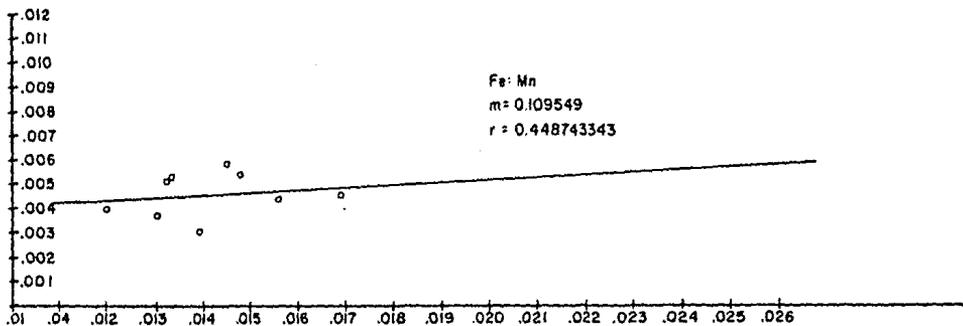
FIG. No. 21

CORRELACIONES ENTRE LAS PROPORCIONES ENTRE LOS ELEMENTOS
Ca:K:Mg DURANTE EL CICLO PRODUCTIVO DE TANGERINA "DANCY"



Las gráficas de las interacciones como concentraciones de elementos en valores absolutos se pueden observar en la Figura No. 23, y como interacciones de proporciones en la Figura No. 24.

CORRELACIONES ENTRE LOS ELEMENTOS Fe : Mn : Zn
DURANTE EL CICLO PRODUCTIVO DE
TANGERINA "DANCY"



% ELEMENTO

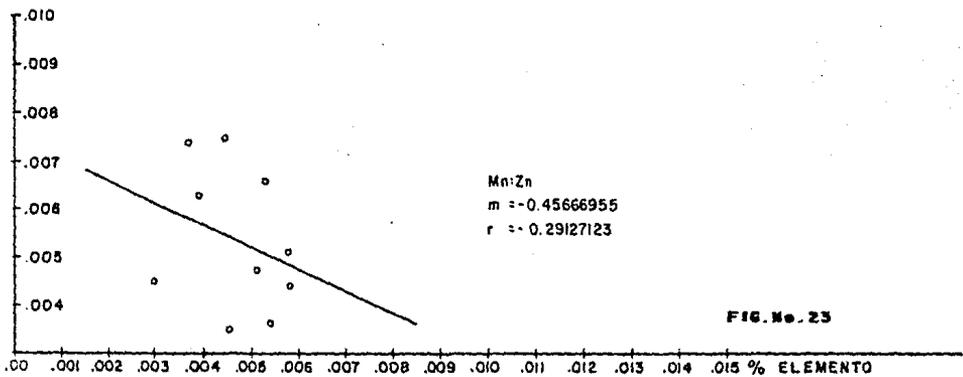
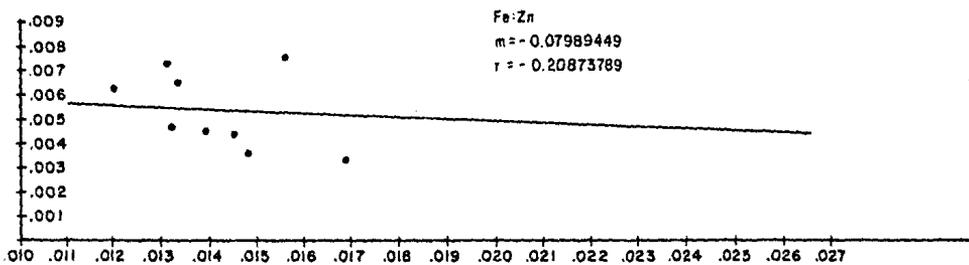


FIG. No. 23

**CORRELACIONES ENTRE LAS PROPORCIONES DE LOS ELEMENTOS Fe:Mn:Zn
DURANTE EL CICLO PRODUCTIVO DE TANGERINA "DANCY"**

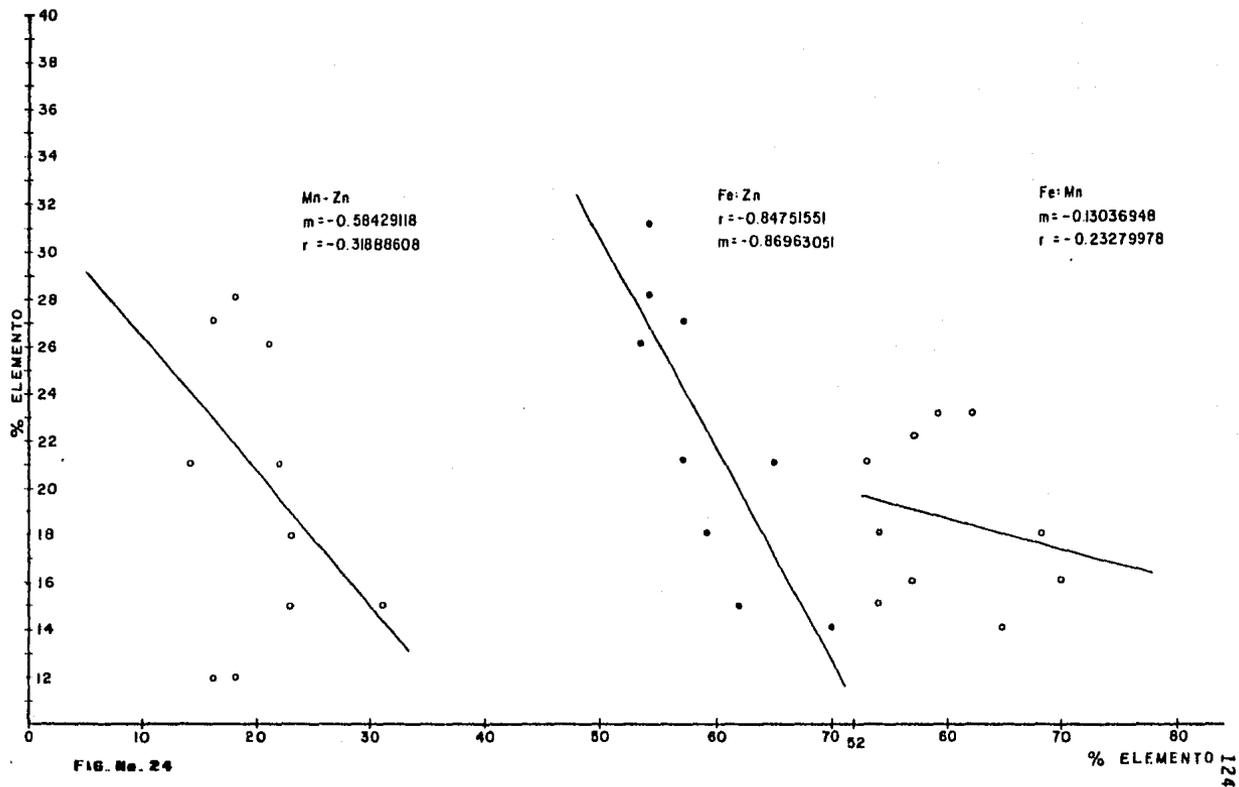


FIG. No. 24

6.6. Comparación entre la proporción de elementos nutritivos y la producción media por árbol, en Naranja Valencia.

En el Cuadro No. 19, se presentan las concentraciones de los elementos nutritivos expresados en proporción, comparados con la producción media de fruto por árbol para Naranja Valencia, en los cuatro huertos muestreados.

Los valores corresponden al muestreo realizado durante la floración.

Como se puede observar, los valores de las proporciones para los cuatro Huertos se encuentran dentro de los rangos de los valores esperados según Esteban (1975), sin embargo la más alta producción de media por árbol corresponde al Rancho "San Antonio", seguido por el Huerto "B", y las menores producciones corresponden al Ejido y al Huerto "A".

Se pueden relacionar los rendimientos más bajos con las menores proporciones de Mn y un aumento en la proporción en Fe, en los huertos "A" y del Ejido, así como una mayor proporción de Ca y menor de K en los datos del Huerto "B".

Quadro No. 19

CUADRO DE PROPORCIONES ENTRE LOS ELEMENTOS EN HOJAS DE NARANJA VALENCIA OBTENIDAS EN LAS FECHAS CORRESPONDIENTES A FLORACION DEL RANCHO "SAN ANTONIO", EN COMPARACION CON EL HUERTO "A", HUERTO "B" Y EJIDO.

	PROPORCION ENTRE LOS ELEMENTOS			PRODUCCION \bar{X} / ARBOL
	N: 10P: K	Ca: K:Mg	Fe:Mn:Zn	
Proporción esperada	50: 30 :20	73: 19:8	50:30 :20	
Rancho San Antonio	44: 27 :29	77: 16:7	54:39 :14	* 54.6 Kg
Huerto "A"	49: 35 :16	77: 14:9	57:19 :24	35.0 Kg
Huerto "B"	49: 35 :16	79: 14:7	50:15 :35	47.6 Kg
Ejido	51: 32 :17	76: 14:10	56:12 :32	33.0 Kg

* Producción \bar{X} por árbol arriba del promedio Nacional de 51Kg/árbol según el Departamento de Desarrollo Comercial C.N.F. (1975).

VII CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo se elaboraron las siguientes conclusiones:

1.- Los suelos de la zona de estudio presentan buenas condiciones físicas y químicas para el cultivo de cítricos, pero debido a la textura y a las condiciones de alta precipitación pluvial, requieren dosis altas de fertilización con macro y microelementos.

2.- Los valores del análisis foliar expresados en % de materia seca solamente se pueden comparar con los valores críticos obtenidos por diversos autores cuando se cumplen las condiciones de muestreo indicadas, e incluso para el mismo tipo de cultivo.

3.- La concentración de N, K, Ca, Mg, Fe, Mn y Zn, tendieron a disminuir ligeramente en las hojas de naranja Valencia a lo largo del ciclo, mientras que la de P tiende a acumularse relativamente en la hoja.

4.- En tangerina las concentraciones de N, K, Ca, y Mg tienden a disminuir durante el ciclo productivo, mientras que el P, Fe, Mn, y Zn tienden a aumentar ligeramente.

5.- Cuando los valores de las concentraciones de los elementos se separan en grupos: N:10P:K, Ca:K:Mg, Fe:Mn:Zn, y se expresan en proporción, estos permanecen más o menos constantes a lo largo del ciclo productivo, tanto en naranja como en tangerina.

6.- El comportamiento de los valores expresados en proporción nos demostraron que existe un Equilibrio Fisiológico entre los elementos durante el ciclo productivo.

7.- Los valores encontrados para estos Equilibrios en naranja Valencia son para N:10P:K, en su media de medias 51:28:21; para Ca:K:Mg de 77:16:7, y para Fe:Mn:Zn de 52:32:16, que coinciden con los valores proporcionados por otros autores de: 50:30:20 para

N:10P:K; 73:19:8 para Ca:K:Mg, y 50:30:20 para Fe:Mn:Zn, con variación de $\pm 10\%$, para cultivos sanos con altos rendimientos en frutales.

8.- Los valores de las proporciones obtenidas cumplen las siguientes condiciones:

$$N > 10P > K; \quad Ca > K > Mg; \quad Fe > Mn > Zn.$$

9.- Los valores de las concentraciones de los elementos nutritivos en las hojas, expresados en proporción, dan correlaciones más significativas que los valores expresados en % de materia seca cuando se analizan sus interacciones, por pares de elementos.

10.- El muestreo y el análisis foliar en naranja y en tangerina se pueden realizar en cualquier época del año para determinar las condiciones nutricionales del cultivo, lo cual permitiría realizar las fertilizaciones de corrección a tiempo.

11.- Posiblemente los valores de los Equilibrios Fisiológicos pueden ser empleados como índices de productividad.

12.- Los valores expresados como proporciones entre los elementos y sus interacciones, junto con los análisis del suelo, nos proporcionan una información más completa para entender las posibles causas de una deficiencia o un exceso, que los valores expresados en forma absoluta (% de materia seca).

VIII BIBLIOGRAFIA

- BATES, T. E. 1971. Factors affecting critical nutrient concentrations in plants, and their evaluation. A Review. *Soil Sci.* 112: 116-131.
- BOULD, C. 1979. Determination of the Nitrogen requirements of crops by analysis (III). Leaf analysis in nitrogen and soil organic matter, Tech. Bull No. 15, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. London.
- BOAWN, L. C., and J. C. Brown. 1968. Further evidence for a P-Zn imbalance in plants. *Soil Sci. Soc.* 32: 94-97.
- BURLESON, C. A., A. D. Dacus, and C. J. Gerard, 1961. The effect of Phosphorus fertilization in the zinc nutrition of several irrigated crops. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 25:365-368.
- CARY, P. 1961. Recent advances in plant nutrition. Sixth Colloquium of Plant Analysis and Fertilizer Problems. Vol. I Editor R. M. Samish Gordon and Boead. Sciens Publishers. N. Y., London, Paris.
- COMISION NACIONAL DE FRUTICULTURA. 1975. Comercialización de las Principales Especies Frutícolas. Serie Especial No. 34, México.
- ESTEBAN, V. 1974. El Equilibrio Fisiológico como índice para el diagnóstico de deficiencias nutritivas. *Anales de Edafología y Agrobiología*, Madrid, España.
- _____ y Aguilar A. 1976. Análisis foliar en cultivos Hortícolas, I. Patata, 4th. International Colloquium on the Control of Plants Nutrition. Gent. Ed. Madrid, España.

- ESTEBAN, V. y Recalde, L. Nutrition Equilibrium of Olive crops, studied through leaf analysis. *Agron. X*: 371-325.
- F. A. O. 1975. Requerimientos de Clima y Suelo de cítricos, así como nutrición de cítricos. Ed. Análisis de la F. A. O.
- FONT QUER, P. Plantas medicinales, (El Dioscórides renovado), 435-438 pp. 6ta. Edición, Ed. Labor, Barcelona, España.
- GRAJALES, O. Martínez, E. (1982). Apuntes de Fisiología Vegetal. Ed. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, México.
- GRAVINA, A. 1982. Curso de Cítrica, Ed. Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- GOMEZ, C., Mellado L. 1981. Elementos minerales de las plantas. Monografías de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos No. 3, Universidad Politécnica de Madrid, España.
- HERNANDO, V. 1979. Soil analysis, Leaf Analysis and Fertilization, Department of Soil Fertility and Plant, Madrid, España.
- LUNDERGARDH, H. 1951. Leaf Analysis (English translation by R. L. Mitchell) Hilger and Watts. Ltd. London. 176 pp.
- MAZUELOS, V., Prieto A. J., Linan B. J., Esteban, V. 1979. Evolución de los Equilibrios Fisiológicos y sus relaciones con el metabolismo de macro y micro nutrientes en cultivos de Olivar. Anales de Edafología y Microbiología, Tomo XXXVIII, Núm. 6-7 Madrid, España.
- MALAVOLTA, C. 1961. Recent advances in plant nutrition. Sixth Colloquium of plant analysis and Fertilizer Problems. Vol. I, Ed. R. M. Samish Gordon and Boead. Sciens publishers. N. Y., London Paris.

- MILIKAN, C. R. 1963. Effects of different levels of zinc and phosphorus on the growth of subterranean clover (Trifolium subterraneum L.) Aust. J. Agr. Res. 14: 180-205.
- MOLLER, 1961. Recent advances in plant nutrition. Sixth Colloquium of plant analysis and Fertilizer Problems. Vol. I, Ed. R. M. Samish Gordon and Boead. Sciens Publishers. N. Y. London, Paris.
- MORTVEDT, J. J., Giordano, P., Lindsay, W. L. 1983. Micronutrientes en la Agricultura. Ed. AGT, S. A., México.
- OLSEN, S. R. 1983. Micronutrient Interactions. Agricultural Research, Service U.S.D.A., Fort Collins, Colorado, U. S. A.
- OZANNE, P. G. 1955. The effect of Nitrogen on zinc deficiency in subterranean clover. Aust. J. Biol. Scie. 8: 47-55.
- PALACIOS, S. J., Aguilar, V. 1978. Estudio Previo sobre la nutrición del Aguacate por Análisis Foliar. Anales de Edafología y Agrobiología, Tomo XXXVII, Núm. 7-10. Madrid, España.
- PILAR, C. 1981. Bioquímica de Productos Agrícolas. 3a. Ed. Cátedra XVI, Bioquímica y Química Agrícola. Monografías de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, No. 24. Universidad Politécnica de Madrid, España.
- REUTHER, W, and P. Smith. Relation of N, K, and Mg, fertilization to some fruit-qualities of Valencia oranges. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 59: 1-12.
- SARH -CONAFRUT. 1982. Guía Técnica para la Interpretación de Análisis de suelos, aguas y foliares, para el uso adecuado de fertilizantes químicos en Huertos Hortícolas, Ed. SARH. México.

- SARH. 1983. Climatología. Datos de la Estación Martínez de la Torre, Veracruz., de los años 1955 hasta 1983. Dirección de Hidrología, México.
- SENIGAGLIESI, M. 1972. El Análisis foliar como Método de Diagnóstico de necesidades de Nitrógeno, Tesis. Universidad Autónoma de Chapingo., México.
- SMITH, P. 1966. Citrus Nutrition, Research Plant Physiologist, U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Orlando, Florida. USA. Ed. Fruit Nutrition, Temperate to Tropical, Norman F. Childers, Ed. Somerset Prex., Inc. Somerville, New. Jersey, USA.
- _____. 1966. Leaf Analysis of Citrus, Research Plant Physiologist, U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Orlando, Florida. Fruit Nutrition, Temperate to Tropical, Norman F. Childers, Ed. Somerset Press., Inc. Somerville, New Jersey, U. S. A.
- TEJA, C. 1983. Guía Técnica para Diagnosticar Deficiencias Nutricionales en Plantas de Cultivo. F. E. S. Cuautitlán, UNAM. México.
- ULRICH, A. y Hills, F. 1967. Principles and practices of plant analysis, in soil testing and Plant analysis (II). S.S.S.A. Especial Pub. No. 2. USA.
- VIETS, F., Nelson, C., y Crawford. 1954. The relationships among corn yields, leaf composition and fertilizers applied. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 18: 297-301.
- WAARD, C. 1961. Recent advances in plant nutrition. Sixth Colloquium of Plant Analysis and Fertilizer Problems. Vol. I, Ed. R. M. Samish Gordon and Boead. Sciens Publishers. N. Y. London, Paris.

A P E N D I C E

GUIA DE ANALISIS FOLIARES PARA DIAGNOSTICO DEL ESTADO NUTRITIVO DE
NARANJA "VALENCIA" Y "NABEL"

Nutriente	Limites Deficiente	Bajo	Optimo	Alto	Exceso
N %	2.2	2.2-2.3	2.4-2.6	2.7-2.8	2.8
P %	0.09	0.09-0.11	0.12-0.16	0.17-0.29	0.30
K ³ %	0.40	0.40-0.69	0.70-1.09	1.10-2.00	2.30 ?
Ca %	1.6 ?	1.6-2.9	3.0-5.5	5.6-6.9	7.0
Mg %	0.16	0.16-0.25	0.26-0.6	0.7-1.1	1.2 ?
Fe ⁴ ppm	36	36-59	60-120	130-200	250 ?
Mn ⁴ ppm	16	16-24	25-200	300-500 ?	1000 ?
Zn ⁴ ppm	16	16-24	25-100	110-200	300

V. Hernando, Departamento de Fertilidad del suelo y Nutrición de Plantas del Instituto de Ciencia del --
Suelo y Biología Vegetal; Madrid/España,

TABLA DE INDICES DE CONTENIDOS DE NUTRIENTES EN LOS SUELOS

	Fuerte 4.0 acidez	Moderada 5.0 acidez	Ligera 6.0 acidez	Ligera 7.0 alcalinidad	Moderada 8.0 alcalinidad	Fuerte 9.0 alcalinidad	Muy Fuerte 10.0 alcalinidad
	Extra Rico (ER)	Muy Rico (MyR)	Medio Rico (MR)	Medio (M)	Medio Pobre (MP)	Muy Pobre (MyP)	Extra Pobre (EP)
Materia Or- ganica %.	4.01 (6 más)	3.01-4.00	2.01-3.00	1.01-2.00	0.51-1.00	0.26-0.50	0.0-.25
Nitrogeno Total %		0.250 (6 más)	0.200-0.249	0.150-0.199	0.100-0.149	0.051-0.099	0-0.050
Nitratos Kg./Ha. (NO ₃)	443 101 (6 más)	270-443 61-100	181-270 41-60	93-187 21-40	48 - 93 11 - 20	0 - 48 0 - 10	Kg NO ₃ /Ha. Kg. N-NO ₃ /Ha.
Fosforo Kg./Ha.	114 (6 más)	85-113	57-84	29-56	15-28	8 - 14	0 - 7
Potasio Kg./Ha.	421 (6 más)	351-420	281-350	211-280	141-210	71 - 140	0 - 70
Calcio Kg./Ha.	3001 (6 más)	2501-3000	2001-2500	1501-2000	1001-1500	501-1000	0 - 500
Magnesio Kg./Ha.	351 (6 más)	251-350	151-250	101-150	51-100	26 - 50	0 - 25
Elementos Menores.	BAJO	MEDIO	ALTO		BAJO	MEDIO	ALTO
Hierro (ppm)	0-1.0	1.1-2.2.	2.3-10.0	Manganeso (ppm)	0-10.0	11.0 - 25.0	26.0 - 50.0
Cobre (ppm)	0-0.5	0.6-3.0	3.1-10.0	Zinc (ppm)	0-1.0	1.1 - 3.0	3.1 - 8.0
Boro (ppm)	0-0.5	0.5-1.0	1.0 en adel.				