

Tecnológico Nacional de México Instituto Tecnológico de la Zona Maya

APOYO PARA EL DIAGNÓSTICO NUTRIMENTAL DE LA CITRICULTURA EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

**Reporte Final de Residencia Profesional
que presenta el C.:**

**CHAN VARGUEZ JOSÉ RAFAEL
Número de Control: 12870114**

Carrera: Ingeniería en Agronomía

Asesor Interno: Dr. Víctor Manuel Interián Ku

Juan Sarabia, Quintana Roo

Agosto 2017

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA

El Comité de revisión para Residencia Profesional del estudiante de la carrera de INGENIERÍA EN AGRONOMÍA, **José Rafael Chan Varguez**; aprobado por la Academia del Instituto Tecnológico de la Zona Maya integrado por el asesor interno **DR. VÍCTOR MANUEL INTERIÁN KU**, y el asesora externa la, **DRA. ESMERALDA CÁZARES SÁNCHEZ** habiéndose reunido a fin de evaluar el trabajo titulado: **APOYO PARA EL DIAGNÓSTICO NUTRIMENTAL DE LA CITRICULTURA EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN** que presenta como requisito parcial para acreditar la asignatura de Residencia Profesional de acuerdo al Lineamiento vigente para este plan de estudios, dan fe de la acreditación satisfactoria del mismo y firman de conformidad.

ATENTAMENTE

Asesor Interno



Dr. Víctor Manuel Interián Ku

Asesora Externa



Dra. Esmeralda Cázares Sánchez

Juan Sarabia, Quintana Roo, agosto, 2017.

ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. JUSTIFICACIÓN.....	5
III. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO..	6
IV. OBJETIVOS.....	7
4.1 Objetivo general.....	7
4.2 Objetivo Específico.....	7
V. MATERIALES Y MÉTODOS	8
5.1. Localización de los campos de cultivo de cítricos	8
5.2. Toma de muestras	8
5.3. Análisis de las muestras y obtención de datos para evaluación	9
VI. RESULTADOS	10
6.1.1 Clasificación	10
6.1.2 Características de la mancha grasienta	11
6.1.3 Síntomas de la mancha grasienta	11
6.2 Deficiencia en las especies cítricas estudiadas	12
6.2.2 Síntomas de deficiencia en mandarina.....	12
6.2.4 Síntomas de deficiencia en naranja	17
VII. CONCLUSIÓN	25
VIII. BIBLIOGRAFÍA	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Requerimientos para el desarrollo y crecimiento de los árboles frutales	4
Figura 2. Muestras de a) mandarinas, b) naranja, c) toronja y d) limón.....	8
Figura 3. Extractor de savia (imagen izquierda) y lectura de datos en medidor electroquímico (imagen derecha).....	9
Figura 4. Mancha grasienta de toronja	10
Figura 5. Hojas de naranja y toronja con mancha grasienta (<i>Mycosphaerella citri</i>).....	11
Figura 6. Hojas de mandarina deficientes de manganeso.....	12
Figura 7. Cítricos deficientes en manganeso.....	13
Figura 8. Deficiencia de nitrógeno en hojas de mandarina	13
Figura 9. deficiencias de nitrógeno en cítricos.....	14
Figura 10. Hojas de limón deficientes en hierro.....	15
Figura 11. Cítricos deficientes de hierro	16
Figura 12. Hojas de naranja deficientes en zinc.....	18
Figura 13. Síntomas de deficiencias de zinc en hojas de naranja.....	18
Figura 14. deficiencia de hierro en naranja	19
Figura 15. Hojas deficientes en hierro	19
Figura 16. hojas deficientes de Magnesio	20
Figura 17. Deficiencia de Magnesio en hojas de Toronja.....	21
Figura 18. Hojas de toronja deficientes de Fe	22
Figura 19. hojas con deficiencias de Fe	23
Figura 20. Hojas de Toronja con deficiencia de N	23
Figura 21. Hojas con deficiencia de N	24

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Datos obtenidos de las muestras de mandarina.....	12
Cuadro 2. Datos obtenidos en la muestra de limón	15
Cuadro 3. Datos obtenidos de las muestras de Naranja	17
Cuadro 4. Datos obtenidos de la muestra de toronja.....	20

I. INTRODUCCIÓN

Los cítricos son originarios del continente asiático y se han cultivado desde hace 4 mil años, diseminándose por el mundo desde entonces. Las especies más comunes comercialmente son: naranja, limón, mandarina y toronja. Son muy apreciados por sus características nutricionales particulares debido a que cuentan con una alta concentración de ácido ascórbico o vitamina C. Son considerados la fruta universal ya que están presentes en más de 100 países y son el grupo de frutas más importante económicamente, abarcando un 20% del mercado mundial de frutas (FAO, 2010).

La citricultura constituye una de las actividades más importantes en la agricultura nacional, México es líder en producción de cítricos, al ubicarse como el quinto productor a nivel mundial (4.6% del total) detrás de China (21%), Brasil (18%), Estados Unidos (8%) y la India (6%) (SAGARPA, 2012).

La citricultura en México es una actividad de gran importancia económica y social, se realiza en poco más de medio millón de hectáreas en regiones con clima tropical y sub-tropical en 23 entidades federativas. De esa superficie, aproximadamente 80% se destina a los denominados cítricos dulces, cuya producción es de 4.9 millones de toneladas por cosecha, principalmente de naranja (83% del total), toronja (8%), mandarina (5%) y tangerina (4%) (SAGARPA, 2012).

La agricultura campesina, ha sido por siglos el sustento de numerosas familias en el medio rural y sus cambios y ajustes han significado factores importantes en la modificación del modo de vida de las comunidades rurales en el estado. La actividad agropecuaria, particularmente la agricultura yucateca, ha sufrido grandes cambios y se ha diversificado a partir de la década de los sesenta cuando la crisis del henequén se profundiza; se desarrollan otros procesos productivos como la fruticultura y la citricultura en el sur y centro norte, la ganadería bovina en el oriente, sur y centro; la horticultura en el sur y centro norte y la porcicultura y avicultura

alrededor de las grandes ciudades es por ello que en el estado el desarrollo de capacidades y la creación de nuevas tecnologías dentro de los sistemas de producción son de vital importancia dentro del sector agropecuario (Gómez, 2006).

En los sistemas agrícolas, los trastornos nutricionales que inhiben el crecimiento y el rendimiento de las plantas no son solo caracterizados por los síntomas fácilmente visibles, estos se hacen perceptibles cuando la deficiencia es aguda y como resultado la tasa de crecimiento y el rendimiento son claramente deprimidos (Marschner, 2002). El bajo nivel de tecnologías de producción para el control de la nutrición y el riego es una de las limitantes principales, aunada a la incidencia de plagas y enfermedades (Borges, 2006).

La observación de los síntomas visibles de las alteraciones nutricionales es un método de diagnóstico cualitativo (Garate y Bonilla, 2008). La caracterización del desarrollo foliar y de la planta en general, contrastada con los síntomas de deficiencias de nutrientes pueden ser una ayuda en el diagnóstico de desórdenes y desbalances nutritivos (Yeh et al., 2000). Lo que permitiría establecer oportunos correctivos para manejar plantas con suficiente vigor, producción y calidad de los frutos (Cano et al., 2000).

Los nutrientes se vuelven disponibles para las plantas a través de la desintegración de minerales y la descomposición de la materia orgánica, con excepción del nitrógeno que se incorpora al suelo al ser fijado de la atmosfera por medio de la acción microbiana de bacterias correspondientes al ciclo del nitrógeno (Rico & Pérez, 2013).

La fertilización es una práctica cultural que recibe poca atención, con ello, se limita la adquisición de fertilizantes, cuyo costo es alto, lo que, a su vez, trae como consecuencia, en el mejor de los casos, aplicaciones de dosis inferiores a las requeridas; situación que, generalmente, implica deficiencias nutricionales esto

genera menor rendimiento y, por ende, menor ganancia. En pocas ocasiones se aplica la dosis recomendada para la zona (Curtí et al., 1993).

La fertilización química al suelo es la forma comúnmente utilizada para abastecer de nutrimentos a los cultivos. Pero existen características químicas, físicas y biológicas que pueden limitar la disponibilidad de dichos nutrimentos en la solución del suelo. (Mengel y Kirby, 1982).

Al respecto, Tisdale y Nelson (1988) mencionan que la fertilización foliar debe utilizarse no sólo en aquéllos casos en los que la disponibilidad nutrimental en el suelo es un problema, sino también en casos donde se necesita subsanar problemas de deficiencias en los cultivos, sobre todo porque mediante esta técnica los nutrimentos se asimilan en forma más rápida (Faust, 1989).

Los cítricos se producen en zonas relativamente compactas geográficamente y fenómenos como heladas, sequías o la aparición de plagas y enfermedades, así como trastornos nutricionales afecta la producción causando efectos inesperados a gran escala en la oferta (Castillo, 2015).

De manera general un árbol de cítrico requiere de nutrientes que vienen de la atmósfera, el suelo y del agua; luz solar; agua; carbono; pero que además liberan oxígeno y vapor de agua. La velocidad de estos procesos depende en gran medida de las propiedades físicas y químicas de los suelos, como textura, estructura, porosidad, compactación y cantidad de materia orgánica (Loli, 2011), como se muestra en la figura 1.

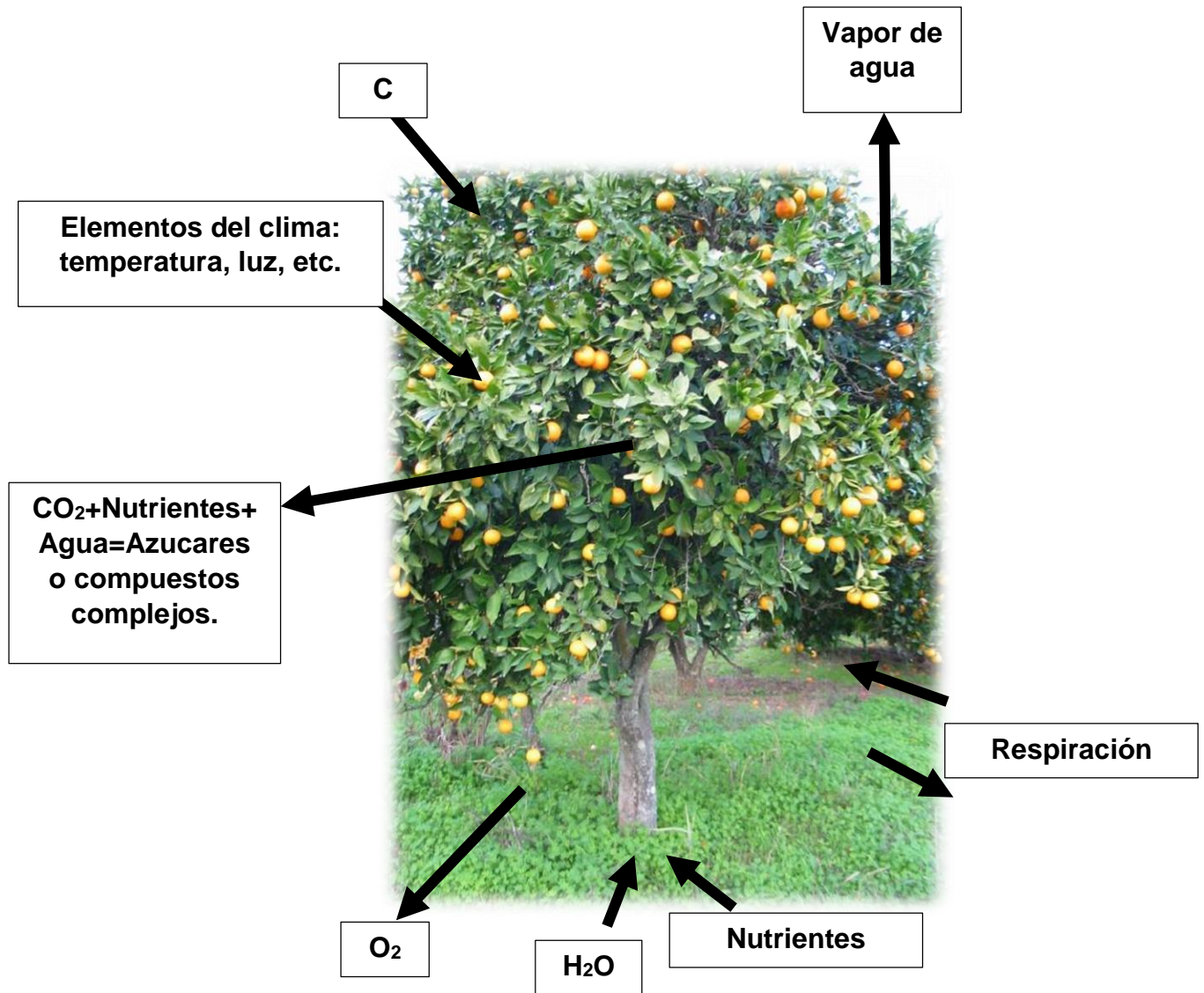


Figura 1. Requerimientos para el desarrollo y crecimiento de los árboles frutales.

II. JUSTIFICACIÓN

En la Península de Yucatán la producción de cítricos ha sido una actividad que se ha venido realizando de manera informal, pero con muy buenos resultados para los productores, esto sin mencionar que carecen de técnicas y métodos adecuados lo que se ve reflejado en una mala calidad del fruto y un bajo rendimiento.

Es por ello que, el presente trabajo tiene la finalidad de apoyar el diagnóstico de las deficiencias nutrimentales en las hojas de las principales variedades de cítricos cultivados en la Península de Yucatán, no obstante, debido a la falta de tiempo y recurso económico, solo fue posible realizarlo para la zona sur del estado de Yucatán, área geográfica donde se concentra la mayor producción citrícola.

Con estos avances en los resultados, se espera ofrecer una herramienta muy valiosa para técnicos y agricultores para detectar en campo cualquier posible anomalía nutricional mediante un diagnóstico visual que les pueda ayudar de manera inmediata a corregirlos.

III. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO

El presente trabajo se llevó a cabo en dos unidades de producción (parcelas de 12,000 m²) del municipio de Dzan, Yucatán. Cuenta con riego de micro aspersión.

El estado de Yucatán, está ubicado al extremo norte de la península del mismo nombre, en el sureste de la república mexicana; se encuentra comprendido al norte a los 21° 36"; al sur a los 19° 32", de longitud; al este a los 87° 32" y al oeste a los 90° 25" de longitud. El territorio de la entidad representa el 2.0 % de la superficie del país. Colinda al norte con el Golfo de México, al este y sureste con Quintana Roo y al oeste y suroeste con el estado de Campeche, su extensión territorial es de 43,379 km². Su suelo es llano con ligeros desprendimientos montañosos llamados sierra alta y sierra baja (Cerro Benito Juárez 210 msnm y Cordón Puuc 150 msnm); el tipo de suelo es calcáreo y pedregoso (INEGI, 2009).

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Apoyar en la toma de muestras para determinar el estado nutrimental de los cítricos en la península de Yucatán.

4.2 Objetivo Específico

1. Toma de muestras de hojas en campo directamente con los citricultores.
2. Determinar si existen deficiencias de nutrientes en los cítricos de la península de Yucatán.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Localización de los campos de cultivo de cítricos

Se contactaron a los productores y les explicó la dinámica y el objetivo del trabajo, posteriormente los que cooperaron se visitó la unidad de producción y se seleccionó los que cuentan con la mayor cantidad de especies cultivadas.

5.2 Toma de muestras

Una vez seleccionada la unidad de producción se tomaron muestras del segundo y tercer par de hojas maduras (de 30 a 40 hojas) de ramas de la parte media de la copa de cada especie cultivada, se etiquetó debidamente, se fotografió y se introdujo en bolsas de papel. La muestra de hojas se obtuvo de más de seis árboles de la misma especie de la unidad de producción (Figura 2).



Figura 2. Muestras de a) mandarinas, b) naranja, c) toronja y d) limón.

5.3. Análisis de las muestras y obtención de datos para evaluación

Una vez tomadas las muestras por especie y por unidad de producción, se realizó lo siguiente:

1. La muestra de hojas (naranja, limón, toronja y mandarina) se lavaron con agua bidestilada para retirar polvo o suciedad.
2. Se cortó en trozos más pequeños y se metió 20 g al extractor de sabia de hojas (Figura 3).
1. Una vez extraída la sabia de las hojas, se colocó de 1 a 2 gotas en un medidor compacto para análisis electroquímico para K^+ (ion potasio), NO_3^- (nitrato) y Ca^{2+} (ion calcio) como se muestra en la figura 2. Para el ion hierro (Fe) y fosfato (PO_4^{3-}) se usó tester digital de la marca Hanna, donde se colocó la sabia en el contenedor y se le agregó la sustancia indicadora de la misma marca, la lectura es de manera eléctrica en partes por millón (ppm).
2. Los datos obtenidos de los equipos se anotaron en una bitácora para poder realizar una comparación entre ellos.



Figura 3. Extractor de savia (imagen izquierda) y lectura de datos en medidor electroquímico (imagen derecha).

VI. RESULTADOS

De acuerdo a las muestras tomadas en campo se puede determinar lo siguiente:

6.1 Presencia de mancha grasienta del cítrico

Se encontró mancha grasienta en naranja, toronja y mandarina, menos en árboles de limón, en las dos unidades de producción. De acuerdo a Suárez et al. (1992) el agente causal es el hongo *Mycosphaerella citri* (estado perfecto) y *Cercospora citri* grises (estado imperfecto). Este hongo produce peritecios es un ascoma más o menos cerrado, con forma esférica o de botella, con un orificio u ostiolo que comunica su interior con el exterior. Son grupos densamente empaquetados, en hojas en descomposición y en hojas vivas en la parte del envés. Hasta hace poco tiempo esta enfermedad se había considerado que solo afectaba las hojas, actualmente se ha encontrado en la corteza y el fruto (figura 4).



Fuente:(Megan M. Dewdney y yJamie D. Burrow 2012).

Figura 4. Mancha grasienta de toronja.

6.1.1 Clasificación

El agente patógeno de esta enfermedad se incluye en la división Eumycota, la subdivisión Ascomycotina, la clase Ascomycetes (Loculoascomycetes), en el orden Dothidiales (Dothidiales), la familia Espheriaceae (Dothideaceae), del genero *Mycospaerella* y la especie *citri* (Suárez et al.,1992).

6.1.2 Características de la mancha grasienta

Este hongo produce peritecios en grupos densamente empaquetados, en hojas en descomposición, en especial, por el envés de las hojas. Las ascosporas son hialinas, rectas o curvadas ligeramente y septadas (Suárez et al.,1992).

6.1.3 Síntomas de la mancha grasienta

En el fruto la enfermedad es conocida como pink-pitting en la toronja (punteadura rosada) la cual aparece rosada solamente durante la primera parte de la estación. Cuando ya el fruto se colorea de forma natural en el árbol, esas lesiones adquieren mayormente color pardo oscuro a consecuencia de la muerte de las células subestomáticas. Además de producir punteadura necróticas, este hongo le da una coloración pobre al fruto por la retención de la clorofila de las células vivas (Suárez et al.,1992)

Los efectos en la corteza del fruto son muy superficiales y no afectan su calidad interna (Suárez et al.,1992).

En comparación con el moderado efecto en el fruto, la enfermedad en las hojas es mucho más destructiva. El primer síntoma en las hojas es un patrón moteado amarillo al principio con ampollas rojizo-marrones en el envés de la hoja a medida que las hojas envejecen, las lesiones se vuelven marrón oscuro con apariencia grasienta, las hojas afectadas se caerán (Megan & Jamie, 2012) (Figura 5)



Figura 5. Hojas de naranja y toronja con mancha grasienta (*Mycosphaerella citri*).

6.2 Deficiencia en las especies cítricas estudiadas

6.2.2 Síntomas de deficiencia en mandarina

En el (Cuadro 1) se puede observar las cantidades obtenidas de nutrientes en las hojas de mandarina mediante el análisis de la savia foliar. Legaz y Primo (1988) indican que de siete a nueve meses de edad el requerimiento óptimo de Fe en esta especie frutal es de 61-100 ppm; Lo anterior indica que los árboles de mandarina en las dos unidades de producción estudiadas, se encuentran por debajo de lo normal, indicando una deficiencia en este elemento mineral.

Cuadro 1. Datos obtenidos de las muestras de mandarina.

Parcela	Muestra	Especie	CALCIO (ppm)	POTASIO (ppm)	NITRATO (ppm)	HIERRO (ppm)	FOSFATO (ppm)
	1	Mandarina	6900	1500	380	0.07	0.54
	2	Mandarina	7300	1200	780	0.02	0.51
	3	Mandarina	1700	620	2200	0.72	0.19
	4	Mandarina	1300	70	970	0.09	0.78
	5	Mandarina	1300	110	810	0.00	0.49

El análisis fotográfico revela la deficiencia de manganeso, puesto que se observa clorosis en la zona internerval de las hojas jóvenes, además de estar alargadas (Figura 6); mismas características descritas por Quiñones, Martínez, Primo y Legaz (2013) en la misma especie frutal.



Figura 6. Hojas de mandarina deficientes en manganeso.



Figura 7. Cítricos deficientes en manganeso.

Quiñones et al. (2013), indican que la deficiencia de manganeso en cítricos frecuentemente aparece en invierno debido a bajas temperaturas del suelo e inactividad de la raíz, pero desaparecen temprano en la primavera. Solamente las deficiencias severas persisten en el follaje en toda la temporada productiva y requieren ser corregidos.

Otro elemento mineral que reveló deficiencias en esta especie frutal en las unidades de producción, es el nitrógeno. Los síntomas característicos son: pérdida uniforme de la clorofila sobre toda la hoja, clorosis que se extiende en toda la planta y que se manifiestan con mayor claridad en las ramas que llevan frutos, así como amarillamiento en los nervios (Figura 8).



Figura 8. Deficiencia de nitrógeno en hojas de mandarina.

Al respecto Quiñones et al. (2007), en un estudio realizado en cítricos encontraron que la deficiencia de nitrógeno se caracteriza por una reducción del tamaño de las hojas y un amarillamiento general de éstas, particularmente intensos en las hojas de los brotes con fruto, de igual manera la clorosis internerval se manifiesta con una clorosis del nervio central en los casos de deficiencia leve y en los casos agudos se vuelven amarillos hasta los nervios laterales y hasta la hoja entera; esta alteración viene a producirse mayormente en los meses de otoño, invierno y primavera después de la temporada fría (Figura 9).



Figura 9. Deficiencia de nitrógeno en cítricos.

6.2.3 Síntomas de deficiencia en limón

En el (Cuadro 2) se puede observar las cantidades obtenidas de nutrientes en las hojas de limón mediante el análisis de la savia foliar (Legaz y Primo-Millo, 1988) determina que se da un consumo de nutrientes en sus diversas etapas de desarrollo de nuevos órganos y considera que los órganos viejos participan en el balance global de la exportación de nutrientes a órganos leñosos permanentes y que posterior los elementos son translocados y es necesario un manejo óptimo de nutrientes necesarios en cada etapa del ciclo vegetativo, en una edad de 9 a 10 meses de edad la planta necesita un óptimo de Fe 61-100 ppm. Por lo anterior podemos observar que los datos recabados en la plantación de limos se encuentran por debajo de lo normal, indicando así una deficiencia del elemento mineral.

Cuadro 2. Datos obtenidos en la muestra de limón.

Parcela	Muestra	Especie	CALCIO (ppm)	POTASIO (ppm)	NITRATO (ppm)	HIERRO (ppm)	FOSFATO (ppm)
2	1	Limón	1300	46	4100	0.00	0.08
2	2	Limón	880	70	7600	0.16	0.28
2	3	Limón	1100	100	9900	0.02	0.01
2	4	Limón	960	100	8900	0.00	0.4

El estudio fotográfico realizado indica una deficiencia de hierro, puesto que se observa un amarillamiento en las hojas jóvenes definiendo los nervios de un color más oscuro (Figura 10).

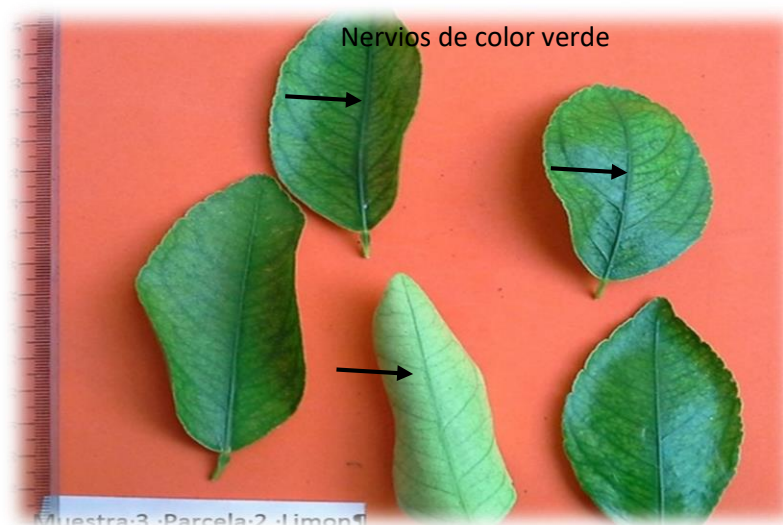


Figura 10. Hojas de limón deficientes en hierro.



Figura 11. Cítricos deficientes de hierro.

Quiñones et al. (2007) y Legaz et al. (2008), mencionan que, dada la falta de movilidad del hierro por la planta para movilizarse desde las hojas viejas, la carencia de hierro se manifiesta por la tonalidad amarilla que adquieren las hojas de los brotes jóvenes, excepción hecha de sus nervios que permanecen verdes. Además, se reduce el número y tamaño final de los frutos, así como el contenido en sólidos solubles totales (Figura 8).

Se confunde con: deficiencias de nitrógeno, manganeso o zinc. Los síntomas de deficiencia férrica ocurren en las hojas más jóvenes, mientras que los síntomas por deficiencia de nitrógeno ocurren en el follaje más viejo. La clorosis Intervenal por deficiencia del manganeso es menos delineada que la causada por deficiencia de hierro. Árboles deficientes en zinc exhiben síntomas de clorosis similar a las de hierro, pero normalmente las hojas son más pequeñas (Legaz y Primo-Millo, 1988).

6.2.4 Síntomas de deficiencia en naranja

En el (Cuadro 3) se puede observar las cantidades obtenidas de los nutrientes en las hojas de naranja mediante el análisis de la savia foliar. Molina y Morales (1994) dicen que los cítricos absorben nutrientes durante todo el año, pero es más acentuada durante las etapas de floración y en la formación de frutos. El fosfato es un componente de enzimas, nucleoproteínas, fosfolípidos, ATP y otros compuestos que intervienen en la formación de órganos reproductores. El mismo autor indica que Fe tiene un óptimo de 60-100 (ppm) para K de 0.7-1.1% en la savia. Por lo que se puede indicar para este estudio que existe deficiencias de Fe en las unidades estudiadas.

Cuadro 3. Datos obtenidos de las muestras de Naranja.

Parcela	Muestra	Especie	CALCIO (ppm)	POTASIO (ppm)	NITRATO (ppm)	HIERRO (ppm)	FOSFATO (ppm)
2	1	Naranja	1300	74	8900	0.01	0.27
2	2	Naranja	1100	58	2700	0.00	0.18
2	3	Naranja	1400	67	7000	0.00	0.1
2	4	Naranja	1300	65	7300	0.00	0.00
2	5	Naranja	1700	69	4200	0.01	0.33

En el presente estudio realizado en parcelas de naranja se encontró que existe una deficiencia de Zn ya que los síntomas que presentan las hojas jóvenes es una clorosis intervenal, quedando la nervadura central y los nervios laterales verdes, de igual manera las hojas son pequeñas y puntiagudas (Figura 12).

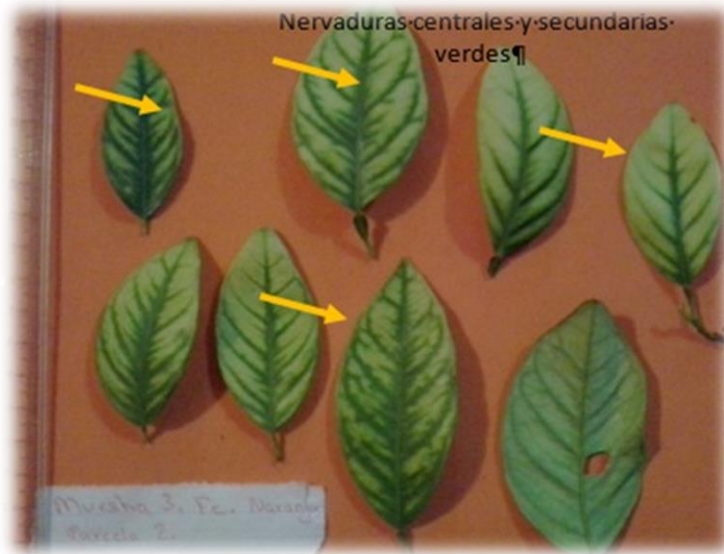


Figura 12. Hojas de naranja deficientes en zinc.

Molina en 1998, encontró que el Zn es un nutriente inmóvil dentro de la planta y por eso los síntomas de deficiencia se manifiestan principalmente en las hojas nuevas, cuyo limbo amarillea en la zona entre las nerviaciones secundaria, mientras que el tejido adjunto a los nervios principal y secundario permanecen verdes, adicionalmente las hojas que sufren una fuerte carencia de zinc suelen alcanzar un menor desarrollo y su conformación es más estrecha y puntiaguda, estas suelen caer prematuramente (Figura 13).



Figura 13. Síntomas de deficiencia de zinc en hojas de naranja.

En el estudio realizado se encontraron síntomas característicos de deficiencia de hierro los cuales las hojas se tornaron de un verde a un amarillo pálido, esto depende de la afección de la deficiencia ya que en ocasiones el amarillamiento es menor y los nervios se conservan verdes, en esta ocasión la deficiencia es más fuerte ya que las nerviaciones son completamente amarillas (Figura 14).



Figura 14. Deficiencia de hierro en naranja.

Según Molina en 1999 menciona que, debido a su baja movilidad del hierro, los síntomas aparecen en hojas jóvenes, estas se tornan amarillentas, con una red de nervaduras de color verde pálido o transparentes. Al incrementarse el síntoma, toda la lámina foliar se torna amarilla. Las hojas son pequeñas y alargadas. El amarre de los frutos y el rendimiento disminuyen y tienden a ser pequeños (Figura 15).



Figura 15. Hojas deficientes en hierro.

6.2.5 Síntomas de deficiencias en toronja

En el (Cuadro 4) se puede observar las cantidades obtenidas de nutrientes en las hojas de toronja mediante el análisis de la savia foliar. Los cítricos remueven diversos nutrientes en las diversas etapas del ciclo vegetativo o de la edad del árbol, en este caso Casero (1995) indica rangos óptimos para microelemento tales como calcio (3-5 ppm), Fe (61-100 ppm), nitrato (2.51-2.58 ppm), potasio (221-350 ppm).

Cuadro 4. Datos obtenidos de la muestra de toronja.

Parcela	Muestra	Especie	CALCIO (ppm)	POTASIO (ppm)	NITRATO (ppm)	HIERRO (ppm)	FOSFATO (ppm)
1	1	Toronja	1300	2100	0.00	0.31	71
1	2	Toronja	930	38	2100	0.00	0.28
1	3	Toronja	1700	90	3600	0.18	0.00
1	4	Toronja	1200	91	3300	0.00	0.03
1	5	Toronja	1100	90	5600	0.00	0.17

El presente estudio fotográfico realizado revela una deficiencia de manganeso en árboles frutales de toronja, el cual se muestra síntomas de amarillamiento en el limbo de las hojas, excepto en una zona, a ambos lados del nervio central (Figura 16).



Figura 16. Hojas deficientes de mangnesio.

Legaz, Serna & Primo (2008) indican que la carencia de magnesio se manifiesta por el amarillamiento del limbo de las hojas, excepto en una zona, a ambos lados del nervio central, que permanece verde. Esta se va ensanchando desde el ápice de la hoja hasta la base formando un área triangular característica de este estado deficitario. Esta afección suele ser más intensa en las ramas con abundante fructificación, las hojas con carencia de magnesio suelen caer prematuramente, con lo cual las ramas quedan parcialmente defoliadas, lo que ocasiona la muerte de las más jóvenes (Figura 17).



Figura 17. Deficiencia de magnesio en hojas de toronja.

Otro elemento mineral que revelo deficiencias en esta especie frutal en las unidades de producción; es el hierro los síntomas característicos son que las hojas se tornaron de un verde a un amarillo pálido, esto depende de la afección de la deficiencia ya que en ocasiones el amarillamiento es menor y los nervios se conservan verdes, en esta ocasión la deficiencia es más fuerte ya que las nerviaciones son completamente amarillas (Figura 18).



Figura 18. Hojas de toronja deficiencia de Fe.

Melgar (2000) indica que la deficiencia de hierro se manifiesta, principalmente, en las hojas, que pierden su genuino color verde intenso y evolucionan hacia tonos que van desde el verde claro hasta el amarillo pálido, según la intensidad de la afección, encontrando en las nervaduras de las hojas conserven el color verde oscuro y aparezcan marcadas sobre un fondo más claro, semejando una especie de malla o retículo (Figura 19). Las hojas que sufren una fuerte deficiencia suelen alcanzar un menor desarrollo y tienden a caer prematuramente. Este se manifiesta en las nuevas brotaciones, incluso cuando estas están en fase de desarrollo.



Figura 19. Hojas con deficientes de Fe.

En el campo experimental de toronja se pudo observar síntomas deficientes de nitrógeno los cuales son síntomas visibles que se presentaron fueron: pérdida uniforme de la clorofila sobre toda la hoja, cuyo síntoma se extiende sobre toda la planta y se manifiestan con mayor claridad en las ramas que llevan frutos, de igual manera presento un amarillamiento en los nervios (Figura 20).



Figura 20. Hojas de toronja con deficiencia de N.

La deficiencia de nitrógeno se basa principalmente en amarillamiento general del follaje, el cual principia con las hojas más viejas, y posteriormente aparece en más nuevas. Las hojas se vuelven progresivamente más amarillas, sin un comportamiento distinto (Figura 21). En casos graves las hojas fenecen, seguido por una pérdida del follaje. La deficiencia de N frecuentemente ocurre en invierno o temprano en primavera debido a bajas reservas de nitrógeno en el árbol, bajas temperaturas del suelo y/o falta de actividad de la raíz (Avilán, 1975).

Se confunde con: deficiencias de hierro, manganeso o zinc. La deficiencia de nitrógeno generalmente ocurre primero en las hojas más viejas, mientras que las otras deficiencias primero ocurren en el follaje más nuevo. La deficiencia de nitrógeno se puede confundir con el daño del herbicida Príncipe (simazine) (Avilán, 1975).



Figura 21. Hojas con deficiencia de N.

VII. CONCLUSIÓN

En las muestras de hojas obtenidas en las dos parcelas de Dzan, Yucatán revelan deficiencias de Fe (hierro), Mn (Manganeso) y N (nitrógeno) las más comunes en los árboles de mandarina. Para el caso del limón sólo se encontró deficiencias de Fe, para naranja se distinguió Fe y Zn (Zinc), y para toronja fue Fe, K (Potasio), Mn y N.

De igual modo fue notable la presencia de mancha grasienta (*Mycosphaerella citri*) en las hojas de naranja y toronja en las unidades de producción estudiadas.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Avilán, L. (1975). Efecto de omisión de los macronutrientes en el desarrollo y composición química de la guanábana (*Annona muricata* L.) cultivada en soluciones nutritivas. *Agro. Trop.* 25(1), 73-79.
- Borges, G. L (2006). Predicción de potasio por las raíces del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq). Tesis Doctorado. Centro de investigación científica de Yucatan (CICY). Merida Yucatan. 8pp.
- Cano, D.M., O.A. Muriel, V.A. Tamayo, E.J. Bernal y Z.M. Hincapié. (2000). Efecto del nitrógeno y el potasio en la calidad del fruto de lulo 'La Selva' (*Solanum quítense* /*Solanum hirtum*). pp. 263-269. En: Memorias tercer seminario de frutales de clima frío moderado. Manizales, Colombia.
- Curtí D., S.A., M. Orozco S., U. Díaz Z., X. Loredó, R. Rodríguez M., R.A. Parra Q. & J.A. Sandoval R. (1993). Manual de producción de los cítricos en Veracruz. Folleto para productores Núm. 5. Centro de Investigación Regional del Golfo Centro. INIFAP. SAGAR. Papantla, Ver., México.
- (FAO) (2010) Organización para la Agricultura y Alimentación consultado en Proyecciones de la producción y consumo mundial de los cítricos.
- Faust, M. (1989). *Physiology of temperature zone fruit trees*. John Wiley. USA. 338p
- Franco, A. Castillo, S. (2015). "Situación de la Citricultura en el Estado de Nuevo León", Corporación para el Desarrollo Agropecuario de Nuevo León. Monterrey, N.L. México.
- Garate, A. E I. Bonilla. (2008). Nutrición mineral y producción vegetal. pp. 143-164. En: Azcón-Bieto, J. y M. Talón (eds.). *Fundamentos de fisiología vegetal*. 2a ed. McGraw-Hill Interamericana, Madrid.
- Gómez, M.I. (2006). Manual técnico de fertilización de cultivos. Microfertisa, Promedios, Bogotá.

- INEGI (2009). Marco Geo estadístico Municipal, Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, consultado en http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/31/31025.pdf
- Legaz y Primo-Millo (1988), Legaz et al. (1995), Quiñones et al. (2005), Quiñones et al. (2007) y Legaz et al. (2008). Papel de los nutrientes en cítricos
- Legaz, F., A. Quiñones, B. Martínez, A & E. Primo, M (2008) Fertilización de los cítricos en riego a goteo (II): Mg y microelemento Levante Agrícola, 390: 8-12
- Loli, F, O (2011). Guía Técnica Curso-Taller Fertilización de cítricos UNALM-AGROBANCO. Universidad Nacional Agraria de la Molina. Perú.
- Mengel, K. & E.A. Kirby (1982). Principles of plant nutrition. pp. 295-491. International Potash Institute. Switzerland
- Marschner, H. (2002). Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, London. 889 pp.
- Megan M. Dewdney & Jamie D. Burrow (2012). Manejo de las enfermedades Fúngicas Foliare Para las plantaciones de cítricos comerciales. Consultado en <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/PP/PP29900.pdf>
- Molina, E. (1998). nutrición y fertilización de la naranja. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica
- Molina, E (1999). Fertilización y nutrición de naranja en Costa Rica. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. Página citada: http://www.agro-tecnologia-tropical.com/el_hierro.html
- Melgar R. (2000) Boletín No 4 Fertilización para Altos rendimientos cítricos. 2da Edición, Instituto Internacional de la Potasa Basilea / Suiza. Consultado en https://www.ipipotash.org/udocs/IPI-BOLETIN-4_CITRICOS.pdf
- QUIÑONES, O, A. MARTÍNEZ, A, B; Primo, M. E; & LEGAZ, E (2007) Fertilización de los cítricos en riego a goteo (I): N, P y K Levante Agrícola, 389: 380-385

- Quiñones O, A; Martínez, A; B; Primo, M; E, Legaz P.F (2013). Abonado de los cítricos. Consultado en <http://www.tecnicoagricola.es/abonado-de-los-citricos/>
- Rico, A. & Pérez, R., (2013) Nutrientes para las Plantas, Universidad Nacional Autónoma de México, Química, Segundo Curso para Estudiantes del Bachillerato del CCH. CCH-UNAM. México.
- SAGARPA. (2012). México, entre los líderes en producción de cítricos a nivel mundial. Consultado en: <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/sanluispotosi/boletines/Paginas/BOL1301112.aspx>
- Suárez P.R, Hernández A J, Serrano R; J, de Armas, A G (1992). Plagas, Enfermedades y su control. Editorial Pueblo y Educación. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA)
- Tisdale, S.L. y L.N. Werner. (1988). Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Primera ed. español. Traducido por Jorge Balaschy C. Poña. UTEHA. México, D.F.
- Yeh, D.M., L. Lin y C.J. Wright. (2000). Effects of mineral nutrient deficiencies on leaf development, visual symptoms and shoot root ratio of *Spathiphyllum*. *Scientia Hort.* 86, 223-233.