

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

"DIAGNOSTICO DEL ESTADO NUTRIMENTAL EN PLANTACIONES DE MANZANA
(Pyrus malus L.) Y MELOCOTON (Prunus sp.), EN CINCO DEPARTAMENTOS
DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA"

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

ERBERTO RAUL ALFARO ORTIZ

En el acto de investidura como
INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO

GUATEMALA, MARZO DE 1994

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

23

10

20

20

PL
01
7/11/58

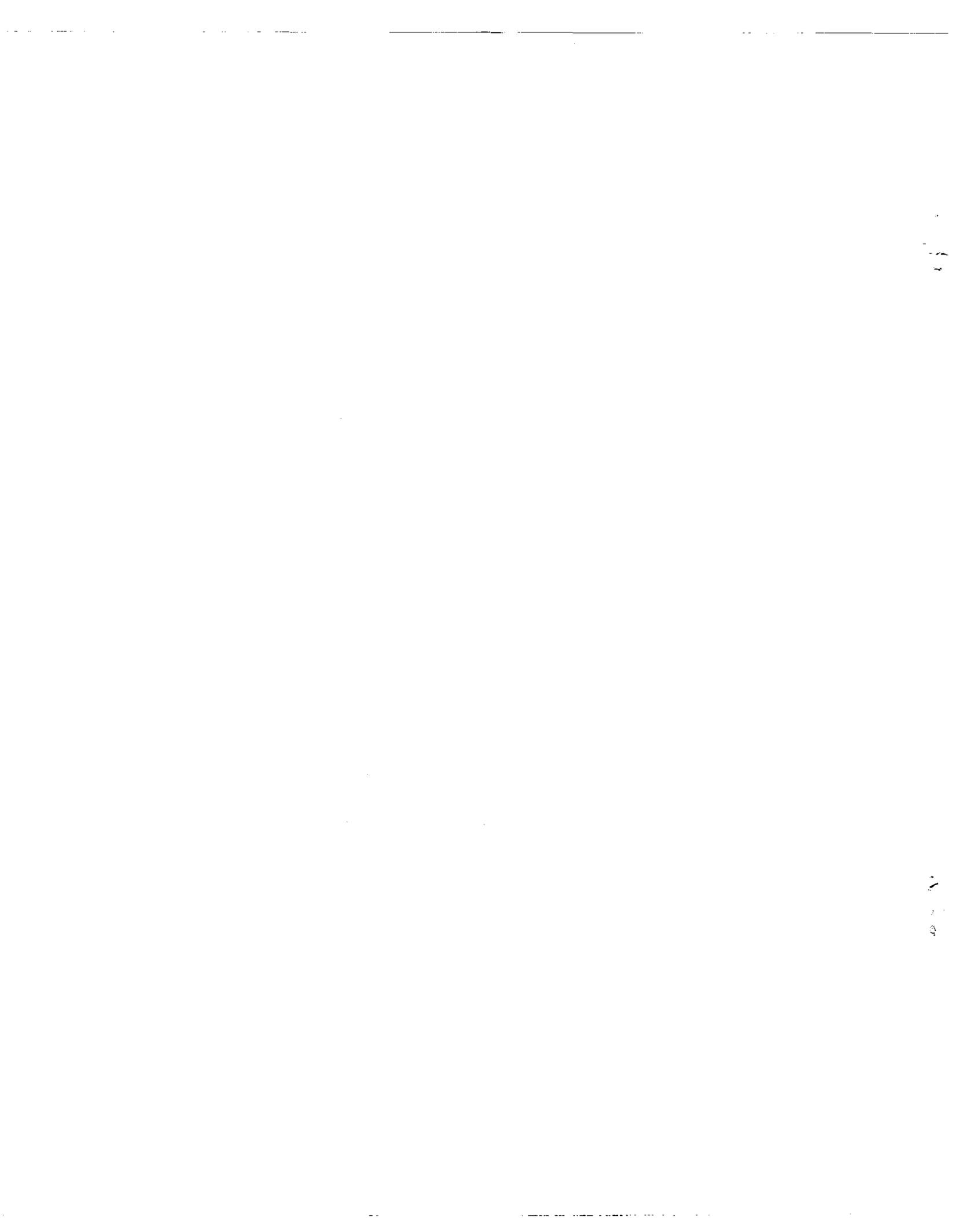
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr: ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. MAYNOR ESTRADA ROSALES
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. WALDEMAR NUFIO REYES
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. CARLOS ROBERTO MOTTA DE PAZ
VOCAL CUARTO:	P. Agr. MILTON ABEL SANDOVAL GUERRA
VOCAL QUINTO:	Br. JUAN GERARDO DE LEON MONTENEGRO
SECRETARIO:	Ing. Agr. MARCO ROMILIO ESTRADA MUY



Guatemala. 4 de marzo de 1994.

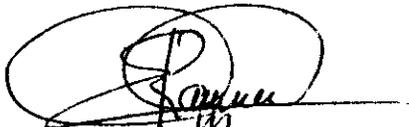
Honorable Junta Directiva
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

De conformidad con las normas establecidas en la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

"DIAGNOSTICO DEL ESTADO NUTRIMENTAL EN PLANTACIONES DE MANZANA (Pyrus malus L.) Y MELOCOTON (Prunus sp.), EN CINCO DEPARTAMENTOS DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA".

Presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'E. Alfaro Ortiz', is written over a horizontal line. The signature is enclosed within a large, hand-drawn oval.

Erberto Raul Alfaro Ortiz

100

100

ACTO QUE DEDICO

A MIS PADRES: MOISES ALFARO CASTILLO
MANUELA ORTIZ DE ALFARO

A MI ESPOSA: MARIA LULU HERNANDEZ ALVARADO

A MIS HIJOS: PABLO SERGIO
VIOLETA MARISOL
ARLEN MARIA

A MIS HERMANOS: ADRIANA, SALVADOR, CARLOS, ARNULFO
ROMAEL Y ROXANA

A MIS TIOS, SOBRINOS
CUÑADOS Y AMIGOS

A MI PROFESORA AMPARO P. DE HIDALGO



TESIS QUE DEDICO

A GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

AL PUEBLO DE GUATEMALA

AL INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS (ICTA)

AL PERSONAL DE LA DISCIPLINA DE SUELOS DEL ICTA

A TODOS LOS MARTIRES DE LA PATRIA, EN ESPECIAL A MARIO DE LEON

A MIS AMIGOS



RECONOCIMIENTOS

Al Ing. Agr. José de Jesús Chonay Pantzay, por su valiosa colaboración en la asesoría del presente trabajo.

Al Ing. Agr. Ovidio Pérez Ixchop, Por su amistad y colaboración en la asesoría del presente trabajo.

Al Ing. Agr. Anibal Sacbajá Galindo, por su amistad y apoyo en la fase final del presente trabajo.

Al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA-, en especial a la Disciplina de Manejo de Suelos y Agua y, al programa de frutales decíduos de Quetzaltenango, por la colaboración en el desarrollo de la fase de campo y análisis químico.

A la Asociación Cultural Guatemalteca, en especial a la familia Yac García y a Roberto Sequén López, por la amistad y apoyo que me brindaron en el transcurso de la carrera.

A todas aquellas personas que de alguna manera contribuyeron para la realización de la presente investigación.

CONTENIDO

INDICE DE FIGURAS.....	i
INDICE DE CUADROS.....	iii
RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCION.....	3
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
3. MARCO TEORICO.....	6
3.1 MARCO CONCEPTUAL.....	6
3.1.1 TECNICAS DE DIAGNOSTICO DE LA FERTILIDAD.....	6
3.1.2 DIAGNOSTICO VISUAL.....	7
3.1.3 PRUEBAS BIOLÓGICAS.....	9
3.1.4 ANALISIS DE SUELO.....	9
3.1.4.1 FUNDAMENTO.....	9
3.1.4.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL ANALISIS DE SUELO.....	10
3.1.5 ANALISIS DE TEJIDO.....	10
3.1.5.1 SU IMPORTANCIA Y FUNDAMENTOS.....	10
3.1.5.2 METODOLOGIA PARA EL ANALISIS DE TEJIDO VEGETAL.....	11
3.2 MARCO REFERENCIAL.....	16
3.2.1 LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL AREA DE TRABAJO.....	16
3.2.1.1 LOCALIZACION.....	16
3.2.1.2 CARACTERISTICAS CLIMATICAS.....	17
3.2.1.3 CONDICIONES EDAFICAS GENERALES.....	19
3.2.2 ANTECEDENTES DE INVESTIGACION.....	20
3.2.2.1 ALGUNOS RESULTADOS DE INVESTIGACIONES CON RANGOS DE CONCENTRACION.....	20
3.2.3 ASPECTOS TECNOLOGICOS, UTILIZADOS EN EL ALTIPLANO OCCIDENTAL PARA EL CULTIVO DE FRUTALES DECIDUOS.....	21
4. OBJETIVOS.....	23
4.1 GENERAL.....	23
4.2 ESPECIFICOS.....	23
5. METODOLOGIA.....	24
5.1 METODOLOGIA DE MUESTREO.....	24
5.1.1 TOMA Y MANEJO DE LAS MUESTRAS DE SUELO.....	24
5.1.2 TOMA Y MANEJO DE LAS MUESTRAS DE PLANTAS.....	25

5.2 CARACTERISTICAS EVALUADAS.....	26
5.2.1 ANALISIS QUIMICO DE LAS MUESTRAS DE SUELO.....	26
5.2.2 ANALISIS QUIMICO DE LAS MUESTRAS FOLIARES.....	27
5.3 ANALISIS DE LAS VARIABLES CUANTIFICADAS.....	27
5.4 ANALISIS ESTADISTICO.....	29
6. RESULTADOS Y DISCUSION.....	30
6.1 CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LOS SUELOS ESTUDIADOS.....	30
6.2 ESTADO NUTRIMENTAL DEL CULTIVO.....	33
6.2.1 ESTADO NUTRIMENTAL DE PLANTACIONES DE MANZANA.....	33
6.2.2 ESTADO NUTRIMENTAL DE PLANTACIONES DE MELOCOTON.....	41
6.3 ANALISIS DE CORRELACION DE ALGUNAS VARIABLES ANALITICAS DE SUELO Y DE HOJA.....	46
7. CONCLUSIONES.....	51
8. RECOMENDACIONES.....	52
9. BIBLIOGRAFIA.....	53
10. ANEXO.....	56



INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	Relación entre el crecimiento vegetal y el contenido de nutrientes en la hoja.....	15
FIGURA 2.	Mapa de Guatemala, con la región del altiplano occidental y los municipios muestreados.....	18
FIGURA 3.	Distribución de frecuencias de % de Mat. Org. del suelo en 72 sitios.....	32
FIGURA 4.	Distribución de frecuencias en ppm de P del suelo, en 72 sitios.....	32
FIGURA 5.	Distribución de frecuencias de meq/100 g de K del suelo en 72 sitios.....	32
FIGURA 6.	Distribución de frecuencias de meq/100 g de Ca del suelo en 72 sitios.....	32
FIGURA 7.	Distribución de frecuencias de meq/100 g de Mg del suelo en 72 sitios.....	32
FIGURA 8.	Distribución de frecuencias de las ppm de Fe del suelo en 72 sitios.....	33
FIGURA 9.	Distribución de frecuencias de las ppm de Cu del suelo en 72 sitios.....	33
FIGURA 10.	Distribución de frecuencias de las ppm de Mn del suelo en 72 sitios.....	33
FIGURA 11.	Distribución de frecuencias de las ppm de Zn del suelo en 72 sitios.....	33
FIGURA 12.	Distribución de frecuencias del % de N en 55 muestras de manzana.....	36
FIGURA 13.	Distribución de frecuencias del % de P en 55 muestras de manzana.....	36
FIGURA 14.	Distribución de frecuencias del % de K en 55 muestras de manzana.....	36
FIGURA 15.	Distribución de frecuencias del % de Ca en 55 muestras de manzana.....	36
FIGURA 16.	Distribución de frecuencias del % de Mg en 55 muestras de manzana.....	36
FIGURA 17.	Distribución de frecuencias de ppm de Fe en 55 muestras de manzana.....	37
FIGURA 18.	Distribución de frecuencias de ppm de Cu en 55 muestras de manzana.....	37
FIGURA 19.	Distribución de frecuencias de ppm de Zn en 55 muestras de manzana.....	37
FIGURA 20.	Distribución de frecuencias de ppm de Mn en 55 muestras de manzana.....	37
FIGURA 21.	Porcentajes de plantaciones de manzana con deficiencias nutrimentales en el altiplano occidental.....	38
FIGURA 22.	Distribución de frecuencias del % de N en 17 muestras de melocotón.....	43
FIGURA 23.	Distribución de frecuencias del % de P en 17 muestras de melocotón.....	43

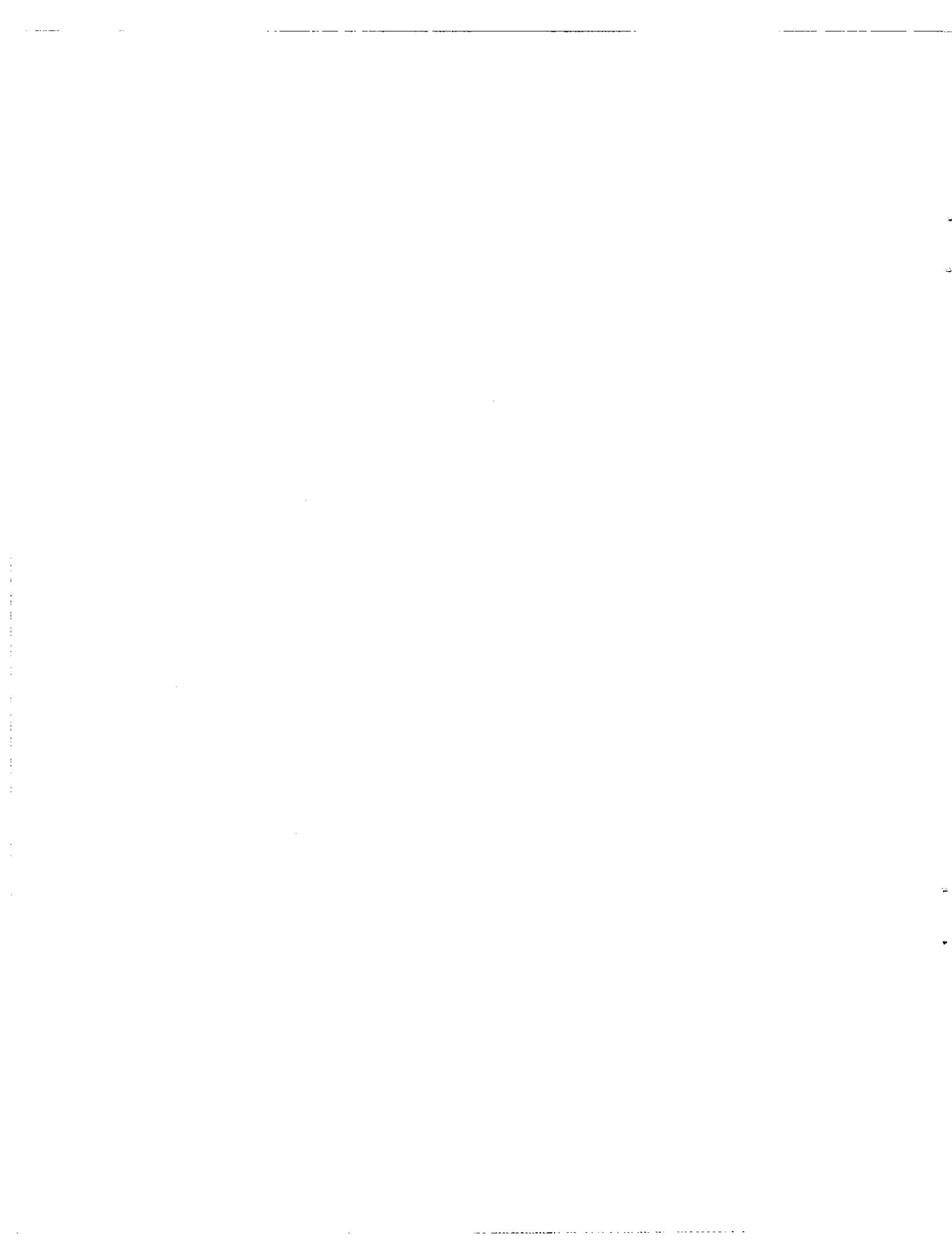


FIGURA 24.	Distribución de frecuencias del % de K en 17 muestras de melocotón.....	43
FIGURA 25.	Distribución de frecuencias del % de Ca en 17 muestras de melocotón.....	43
FIGURA 26.	Distribución de frecuencias del % de Mg en 17 muestras de melocotón.....	43
FIGURA 27.	Distribución de frecuencias de ppm de Fe en 17 muestras de melocotón.....	44
FIGURA 28.	Distribución de frecuencias de ppm de Cu en 17 muestras de melocotón.....	44
FIGURA 29.	Distribución de frecuencias de ppm de Zn en 17 muestras de melocotón.....	44
FIGURA 30.	Distribución de frecuencias de ppm de Mn en 17 muestras de melocotón.....	44
FIGURA 31.	Porcentajes de plantaciones de melocotón con deficiencias nutrimentales en el altiplano occidental.....	45
FIGURA 32.	Correlación pH vr P contenido en la hoja, cultivo de manzana (55 muestras).....	47
FIGURA 33.	Correlación pH vr Ca contenido en la hoja, cultivo de manzana (55 muestras).....	47
FIGURA 34.	Correlación pH vr Mg contenido en la hoja, cultivo de manzana (55 muestras).....	47
FIGURA 35.	Correlación pH vr K contenido en la hoja, cultivo de manzana (55 muestras).....	47
FIGURA 36.	Correlación P disponible del suelo vr P contenido en la hoja, cultivo de manzana (55 muestras).....	47
FIGURA 37.	Correlación K intercambiable del suelo vr K contenido en la hoja, cultivo de manzana (55 muestras)..	47
FIGURA 38.	Correlación Mg intercambiable del suelo vr. Mg contenido en la hoja, cultivo de manzana (55 muestras)..	48
FIGURA 39.	Correlación Mat. Org. del suelo vr. N contenido en la hoja, cultivo de manzana (55 muestras).....	48
FIGURA 40.	Correlación pH vr P contenido en la hoja, cultivo de melocotón (17 muestras).....	48
FIGURA 41.	Correlación pH vr Ca contenido en la hoja, cultivo de melocotón (17 muestras).....	48
FIGURA 42.	Correlación pH vr Mg contenido en la hoja, cultivo de melocotón (17 muestras).....	48
FIGURA 43.	Correlación pH vr K contenido en la hoja, cultivo de melocotón (17 muestras).....	48
FIGURA 44.	Correlación de la Mat. Org. del suelo vr. N contenido en la hoja, cultivo de melocotón (17 muestras).....	49
FIGURA 45.	Correlación P disponible del suelo vr. P contenido en la hoja, cultivo de melocotón (17 muestras).....	49



INDICE DE CUADROS

En el texto:

CUADRO 1.	Localización geográfica y altura sobre el nivel del mar de los municipios que conformaron el área de estudio....	17
CUADRO 2.	Guía para el diagnóstico foliar de naranja en hojas de 5-7 meses de edad.....	21
CUADRO 3.	Variedades y tamaño de fruta que cosechan, de los cultivos estudiados en la zona.....	22
CUADRO 4.	Características químicas de los suelos analizados muestreados a una profundidad de 0-25 centímetros y sus respectivos métodos de análisis utilizados.....	26
CUADRO 5.	Niveles críticos de nutrimentos en hojas de frutales deciduos.....	28
CUADRO 6.	Concentración óptima de nutrimentos en hojas de frutales deciduos de Michigan.....	28
CUADRO 7.	Categorías de interpretación de algunas características analíticas del suelo.....	29
CUADRO 8.	Medias de características químicas de los diferentes grupos de suelos de la región de estudio.....	31
CUADRO 9.	Distribución de frecuencias (%) de sitios, con contenidos deficientes y adecuados de nutrimentos, en las hojas de plantaciones de manzana (<u>Pyrus malus</u> L.), según cuatro grupos de suelos.....	35
CUADRO 10.	Distribución de frecuencias (%), de sitios, con contenidos deficientes y adecuados de nutrimentos en plantaciones de melocotón (<u>Prunus</u> sp.), según tres grupos de suelos.....	42

En el anexo:

CUADRO 11A.	Resultados del análisis químico, en hojas de manzana (<u>Pyrus malus</u> L.), var. winther banana y Red delicious, en distintos municipios del altiplano occidental, 1987.....	57
CUADRO 12A.	Resultados del análisis químico en hojas de manzana (<u>Pyrus malus</u> L.), vía digestión húmeda (HNO ₃ -HClO ₄ 5:1), realizados en el laboratorio de suelos del CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1991.....	58
CUADRO 13A.	Medias, medianas y desviaciones estandar de las concentraciones nutrimentales en muestras de hojas de manzana (<u>Pyrus malus</u> L.), colectadas en plantaciones de cinco departamentos del altiplano occidental de Guatemala.....	59
CUADRO 14A.	Medias, medianas y desviaciones estandar de las concentraciones nutrimentales en muestras de melocotón (<u>Prunus</u> sp.), colectadas en plantaciones de 4 departamentos del altiplano occidental de Guatemala.....	59



CUADRO 15A. Medias, medianas y desviaciones estandar de las características químicas de muestras de suelos en plantaciones de manzana (<u>Pyrus malus</u> L.) de cinco departamentos del altiplano occidental.....	60
CUADRO 16A. Medias, medianas y desviaciones estandar de las características químicas de muestras de suelos en plantaciones de melocotón (<u>Prunus</u> sp.), obtenidas en cuatro departamentos del altiplano occidental.....	60
Boleta de información sobre manejo de frutales deciduos.....	61



DIAGNOSTICO DEL ESTADO NUTRIMENTAL EN PLANTACIONES DE MANZANA (*Pyrus malus* L.) Y MELOCOTON (*Prunus* sp.), EN CINCO DEPARTAMENTOS DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA.

NUTRIMENTAL STATUS IN APPLE (*Pyrus malus* L.) AND APRICOT (*Prunus* sp.) CROPS AT FIVE DEPARTAMENTS OF WESTERN HIGHLANDS OF GUATEMALA. A DIAGNOSE STUDY.

RESUMEN

Dada la importancia que tiene la producción de decídúos en el altiplano occidental y la necesidad de obtener más investigación del estado nutrimental del suelo y planta, se planteó la realización del presente estudio en cinco departamentos del altiplano occidental de Guatemala.

Como objetivo general se tuvo el de conocer el estado nutrimental de las plantaciones de manzana y melocotón, así como también poder determinar cuáles son los nutrimentos deficientes y al mismo tiempo poder determinar si existe relación entre los contenidos de nutrimentos del suelo, con los contenidos en la planta.

Se realizó una toma de muestras de suelo y hojas en 55 plantaciones de manzana y 17 de melocotón, en 14 municipios de la zona. En general, la metodología empleada consistió en: Muestrear en el mayor número posible de plantaciones existentes en la región de estudio; que las plantaciones fueran regularmente manejadas; se tomaron las muestras cuando las plantas tenían frutos tiernos; por último, las hojas muestreadas fueron jóvenes, sanas y sin daños mecánicos. Las muestras colectadas, fueron sometidas a su

respectivo análisis químico, de donde se cuantificó la concentración de N, P, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn Y Zn en la planta y pH, Materia Orgánica, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn y Zn en el suelo.

Las concentraciones obtenidas fueron comparadas con tablas que contienen rangos de concentraciones definidos para frutales deciduos, por el Departamento de Agricultura de la Universidad Estatal de Michigan y por la División de Ciencias Agrícolas de la Universidad de California.

Se concluye que de las plantaciones muestreadas en manzana, el 87 por ciento son deficientes en K; el 80 por ciento con deficiencias en Mg y un 67 por ciento deficientes en P. Mientras que en melocotón, el 76 por ciento de las plantaciones muestreadas, presentó deficiencias únicamente para N. También, se encontró que existen diferencias de los estados nutrimentales, entre los dos cultivos estudiados.

En la región estudiada, en general, en ninguno de los grupos de suelos, se encontró que las medias de las características químicas evaluadas a nivel de suelos, se ubicaran en el rango considerado bajo. Por lo que se considera que en promedio, los contenidos nutrimentales de los distintos suelos se encuentran en niveles adecuados y con poca variación a nivel de grupos.

No se encontró correlación significativa entre las concentraciones de nutrimentos del suelo, y las respectivas concentraciones contenidas en la planta, para los dos cultivos.

1. INTRODUCCION

El altiplano occidental de Guatemala, ocupa un área de 13,500 kilómetros cuadrados el cual corresponde al 12.5 por ciento del territorio nacional; en su mayoría se dedica a la producción agrícola (23); debido a las condiciones ambientales que presenta, se encuentran en ella diversidad de cultivos; tanto anuales como perennes. Dentro de los cultivos perennes se encuentran principalmente los frutos deciduos que representan una fuente de ingresos para los agricultores de la región.

En esta zona, pueden notarse esfuerzos de instituciones nacionales e internacionales por mejorar la producción agrícola; sin embargo los esfuerzos de la investigación del estado nutricional del suelo, planta y dosis de fertilizante en frutales deciduos, no es suficiente, por lo que la aplicación de fertilizantes sigue recomendaciones que se han obtenido para otros cultivos, principalmente de granos básicos o recomendaciones que vienen incluidas en paquetes tecnológicos cuya investigación se realizó en otros países bajo otras circunstancias y condiciones.

Los suelos de la zona, son derivados de cenizas volcánicas, cuyas principales características son, un alto poder de fijación de fósforo, baja densidad aparente, alto contenido de aluminio extractable y la baja tasa de nitrificación, a pesar del alto contenido de materia orgánica, Arévalo (1).

Las concentraciones de nutrientes, que se obtienen con el análisis de tejido y comparados con los valores críticos, citados en la literatura, permiten diagnosticar el estado nutricional de las plantas, en un cultivo

(17). El inventario del estado nutrimental, de una especie dada, en una zona cualquiera, se denomina levantamiento o diagnóstico nutrimental (17). Esta técnica permite localizar áreas de diferentes grados de suministro de nutrimentos y consecuentemente, orientar la investigación, para la generación o mejoramiento de tecnología, sobre el uso y manejo del fertilizante, en un cultivo cualquiera.

El presente estudio, consistió en el diagnóstico del estado nutrimental de Manzana y Melocotón, en el altiplano occidental de la república y la correlación de la concentración de nutrimentos del suelo, con los contenidos de la planta.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los frutales deciduos como manzana y melocotón, constituyen una fuente de ingresos, para pequeños y medianos fruticultores. El incremento en área para dichos cultivos, coloca al país en primer lugar en Centro América y el Caribe en la producción de frutas deciduas.

Algunas estimaciones de 1,988, por el programa de frutales del ICTA, indican que la producción fluctúa alrededor de los 28,864 toneladas, en una extensión aproximada de 7,500 hectáreas (23).

En 1977, se reporta alguna cantidad considerable de exportación de manzana; sin embargo es en 1980, cuando se registra un volumen de exportación de alrededor de 1,388 toneladas hacia Centro América, y es El Salvador el mercado más importante (23). No obstante, que la producción fluctúa alrededor de el productor, es aún limitada, la información sobre el estado nutricional de las distintas plantaciones existentes. Por consiguiente, la fertilización de las mismas, en su mayoría ha seguido el patrón de recomendaciones, que se usan para cultivos de ciclo corto y/o con recomendaciones obtenidas en otros países, que no siempre son validadas para las condiciones del país y más específico, para el altiplano occidental, como en el presente caso.

Por lo tanto, es necesario contar con un diagnóstico, sobre el estado nutricional de los cultivos, de manzana y melocotón, que permita orientar la investigación de fertilización. El mismo se logra, mediante el análisis foliar de las plantas, con su correspondiente análisis de suelo.

3. MARCO TEORICO

3.1 Marco conceptual

3.1.1 Técnicas de diagnóstico de la fertilidad

Los procedimientos usados en la evaluación de la fertilidad del suelo, para la toma de decisiones sobre la fertilización, son: Síntomas visuales, análisis químico del suelo, análisis químico de tejidos y pruebas biológicas (16, 32).

3.1.2 Diagnóstico visual

El diagnóstico visual se fundamenta en que la apariencia anormal de una planta en crecimiento, puede ser causada por deficiencias de uno o más nutrientes, ya que éstos, tienen funciones específicas en el metabolismo y que al modificarse estos procesos, como consecuencia de la presencia de un nivel inadecuado de un nutriente dado, aparecen síntomas visuales (16).

Las ventajas de la técnica del diagnóstico visual están en ser un método rápido, simple y económico y que presenta una visión general de la situación del cultivo (16, 32). Sin embargo, como desventajas se pueden citar que tiene un escaso valor preventivo, carece de especificidad, ocurrencia de varias deficiencias simultáneamente, síntomas de deficiencia que se confunden con síntomas de factores no nutricionales; similitud de los síntomas de dos o más nutrientes, síntomas entre y en especies diferentes, presentan diferentes síntomas para la misma carencia, oportunidad en que se

realiza el diagnóstico y pueden existir carencias sin que aparezcan síntomas visuales.

3.1.3 Pruebas biológicas

Según Raij (36), la mejor forma de evaluar la fertilidad de un suelo, consiste en la conducción de experimentos de fertilización en el campo, bien planificados, que permitan obtener las respuestas esperadas. Etcheveres (15), enumera los siguientes métodos, para pruebas biológicas.

- a) ensayos con microorganismos

- b) ensayos en placas

- c) ensayos en macetas
 - pruebas con suelo: Método de Mitscherlich, método del elemento faltante
 - pruebas con arena
 - pruebas con soluciones nutritivas

- d) ensayos de campo
 - cultivos en franjas
 - experimentos con diseños en condiciones de campo.

Raij (36), indica que los experimentos en macetas, generan resultados que no son posibles recomendar directamente para condiciones de campo. Los mismos, también sirven para detectar, deficiencias de nutrientes y efectos de diferentes tratamientos sobre la producción y/o para cuantificar niveles de aplicación de enmiendas y nutrimentos.

Los ensayos a nivel de invernadero, Raij (36) y Sánchez (38), mencionan que tienen la ventaja de que constituyen una base para los ensayos de campo; también, para los ensayos a nivel de invernadero, es posible tener un mayor control de los factores climáticos que influyen en la producción.

Una ventaja de los ensayos en invernadero según Raij (36), es que permite manejar un mayor número de plantas, cantidad y calidad de agua y cantidad de fertilizante. Sin embargo, estos ensayos tienen la desventaja, de que los resultados que se obtienen del mismo, no son directamente extrapolables para condiciones de campo.

Otras limitaciones de los ensayos en invernadero según Sánchez (38), es que solo se obtienen datos al principio del crecimiento de las plantas y que las deficiencias nutricionales pueden resultar exageradas, debido al bajo volumen de suelo que se explora en estas pruebas.

Por otro lado, Raij (36) y Sánchez (38), consideran que los ensayos de campo, ofrecen resultados que tienen relación directa con la agricultura práctica. Además, sirven para detectar deficiencias de nutrientes y efectos de diferentes tratamientos sobre la producción; como también, para

establecer niveles de enmiendas y nutrimentos. Además Sánchez (38), considera una desventaja de los ensayos de campo, que si se hace una incorrecta interpretación de los resultados, las recomendaciones sobre dosis de fertilizante y enmiendas, serán equivocadas, con perjuicio para los agricultores.

3.1.4 Análisis de Suelo:

3.1.4.1 Fundamento

El objetivo del diagnóstico químico del suelo, es el de evaluar la capacidad de los suelos, para suministrar nutrimentos a la planta, que permitan conocer el nivel nutricional disponible de la misma, luego de una adecuada interpretación para diagnosticar deficiencias y/o toxicidades y así formular las prácticas de manejo tendientes a su corrección o al mantenimiento mismo del nivel de fertilidad, Guerrero (25). Por otro lado, también menciona, que un diagnóstico del suelo, para ser adecuado y confiable, debe apoyarse en dos aspectos esenciales: a) El uso de soluciones extractoras que cuantifique la fracción disponible de los nutrientes y, b) Utilización de niveles críticos adecuados.

3.1.4.2 Ventajas y desventajas del análisis de suelo

Raij (36), indica que si se toma en cuenta la época en que se lleva a cabo, en cultivos de ciclo corto, tiene la ventaja de que puede realizarse antes de la siembra, por lo que es posible tomar las precauciones necesarias.

Por otro lado Sánchez (38), indica que "el uso del análisis de suelo, exclusivamente, no se considera un procedimiento satisfactorio; el programa completo tiene componentes de laboratorio, invernadero y campo".

En cultivos perennes, para el Departamento de Agricultura de la Universidad Estatal de Michigan (32), el análisis de suelo provee mecanismos para monitorear el pH del suelo y estimar la cantidad de nutrientes disponibles. Investigaciones al respecto han demostrado, que existe una baja relación entre los niveles de nutrientes de la planta de los cultivos perennes y el suelo. Han encontrado frecuentemente, que los frutales contienen niveles suficientes de un nutriente, aunque los valores del análisis del suelo sean bajos o al contrario, niveles altos de nutrientes en el suelo, no aseguran un adecuado suministro al árbol.

3.1.5 Análisis de tejido

3.1.5.1 Su importancia y fundamentos

Malavolta (30), dice que un análisis de tejido vegetal puede servir para: a) Caracterizar una deficiencia, b) Evaluar el estado nutrimental y, c) Determinar las necesidades de fertilización.

Sánchez (38), indica que el análisis de plantas, se usa principalmente en áreas que carecen de sistemas efectivos de análisis de suelo y especialmente en cultivos permanentes. Tiene una ventaja porque integra los efectos del suelo, la planta, el clima y el manejo. En esta forma constituye la mejor

medida de la disponibilidad de los nutrientes. Sin embargo, el análisis foliar tiene la desventaja, de que en el momento en que el análisis señala un problema nutritivo, es ya muy tarde para corregirlo sin que se produzca una considerable pérdida de rendimiento.

Según Raij (36), un análisis químico de plantas, permite evaluar concentraciones y relaciones de nutrientes; lo que constituye una forma indirecta de medir la fertilidad del suelo. Galiano (20), indica que el análisis foliar, como técnica de diagnóstico de las necesidades nutritivas de las plantas, se basa en que las plantas y las hojas requieren una determinada concentración de cada uno de los nutrientes esenciales, para el normal desenvolvimiento de las funciones que en ellas tienen lugar y de las cuales depende en último extremo, la producción. Por otro lado, la hoja es el órgano principal, donde se efectúa la elaboración de las sustancias para el crecimiento y fructificación, es la que mejor refleja el estado de nutrición de la planta.

3.1.5.2 Metodología para el análisis de tejido vegetal

a. Muestreo

Irving (27), dice que el análisis químico de la planta es más conveniente que el del suelo; esto se basa, en que la planta es indicador del aprovechamiento de nutrientes.

El Ministerio de Agricultura de España (14), indica que la recolección de hojas, deben ser hojas de la misma edad y situadas en partes análogas del árbol y en época determinada, de modo que las muestras representen el estado nutritivo del árbol y sean comparables con otros árboles.

Howeler (26), recomienda muestrear cuando las hojas se han secado, luego de la lluvia, para reducir la contaminación. Las muestras menos contaminadas con polvo y más indicativas del estado nutricional, son las hojas jóvenes que se encuentran completamente extendidas en la parte superior de la planta.

Galiano (20), indica que la concentración del nutriente en las hojas de una planta es distinta; las hojas jóvenes poseen un contenido mayor de N, P y K, mientras que en las hojas adultas, son el Ca y Mg los que se acumulan en mayor cantidad. Recomienda que para el muestreo, se debe seleccionar una hoja madura, por que en ella la actividad del metabolismo básico es mayor.

Malavolta (30), opina que la época para muestreo de naranjo, es seleccionar hojas entre 4 a 7 meses de edad. En tanto que Medina (30), en un muestreo de Porsopis velutina y Citrus paradisi; recolectó 30 hojas por árbol, hojas sanas, con promedio de 5 a 7 meses de edad, y de 0.90 a 1.90 metros sobre el suelo.

Beutel et al (4), en frutales deciduos indican que para el análisis foliar, se recomiendan hojas maduras de 2 a 5 meses de edad, colectadas en los meses de agosto y septiembre.

b. Manejo y preparación de la muestra

Según Beutel et al (4), las hojas deben ser lavadas, para eliminar la contaminación; con agua y/o en solución con detergente sin contenido de fósforo, secado al horno a 60-80 grados centígrados, hasta peso constante. Las muestras deben ser molidas a 20-40 mallas y guardadas en frascos plásticos.

c. Métodos de análisis

Jackson (28), indica que cuando se va a determinar el contenido total del nutriente, la muestra debe ser sometida a los procedimientos de combustión húmeda o a la determinación de cenizas, por combustión seca; para dejar el elemento en condiciones de ser determinado.

Para el nitrógeno, este proceso se puede efectuar por vía húmeda, método de micro-kjeldhal.

Etchevers et al (17) y Pérez (35), en maíz determinaron el porcentaje de nitrógeno total, mediante una digestión semimicrokjeldhal, modificado. La técnica empleada fue una adaptación de la recomendada por Bremmer (1965), que emplea sulfato de cobre y selenio como catalizadores y destilación del amonio por arrastre de vapor. La determinación total del resto de elementos estudiados en las muestras de hojas (P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu), se hizo en un digestado nítrico-perclórico. El fósforo soluble (P-PO₄) y nitrato soluble (N-NO₃) se extrajeron con una solución de ácido acético al 2 %.

El Fósforo total y soluble, se midió colorimétricamente por el procedimiento del azul de molibdeno reducido con ácido ascórbico, recomendado por Etchevers (1978). El azufre total se determinó en el digestado nítrico-perclórico, por una modificación del método turbimétrico, propuesto por Butters y Chenery (1959). El resto de los elementos se analizó en el mismo extracto anterior, mediante absorción atómica.

d. Criterios de interpretación

Para Galiano (20), la interpretación requiere estudios previos, para establecer los límites de la concentración de nutrientes en la hoja. Los criterios de interpretación se basan, en estudios previos par establecer los límites de la concentración de nutrimentos en la hoja; la literatura cita los siguientes criterios:

-Nivel Critico

El criterio de Urlich (1940), citado por Etchevers (15), menciona como nivel, valor o concentración crítica a la concentración de un nutriente, en un órgano a una edad fisiológica determinada, asociada con el 95% del rendimiento máximo. En algunos casos, se emplea el valor 90% para definir éste valor.

Según Howeler (25), el nivel crítico de deficiencia, es el contenido de un elemento en cierto tejido indicador, por debajo del cual se espera una respuesta significativa, a la aplicación de este elemento y por encima del

cual, la planta sufre intoxicación por exceso de éste elemento.

f. Rangos de concentración

Barceló (2), menciona que la concentración óptima de un nutriente dado en la hoja, depende del papel que juega éste elemento en el metabolismo. Los rangos críticos, son intervalos de concentración que se asocian con algunas zonas determinadas de la curva, resultante de relacionar los rendimientos con la concentración. En general, se conocen las siguientes categorías: Deficiente, baja o marginal, nivel crítico de deficiencia, suficiente o adecuado, alto, nivel crítico de toxicidad y tóxico; como se muestra en la figura 1.

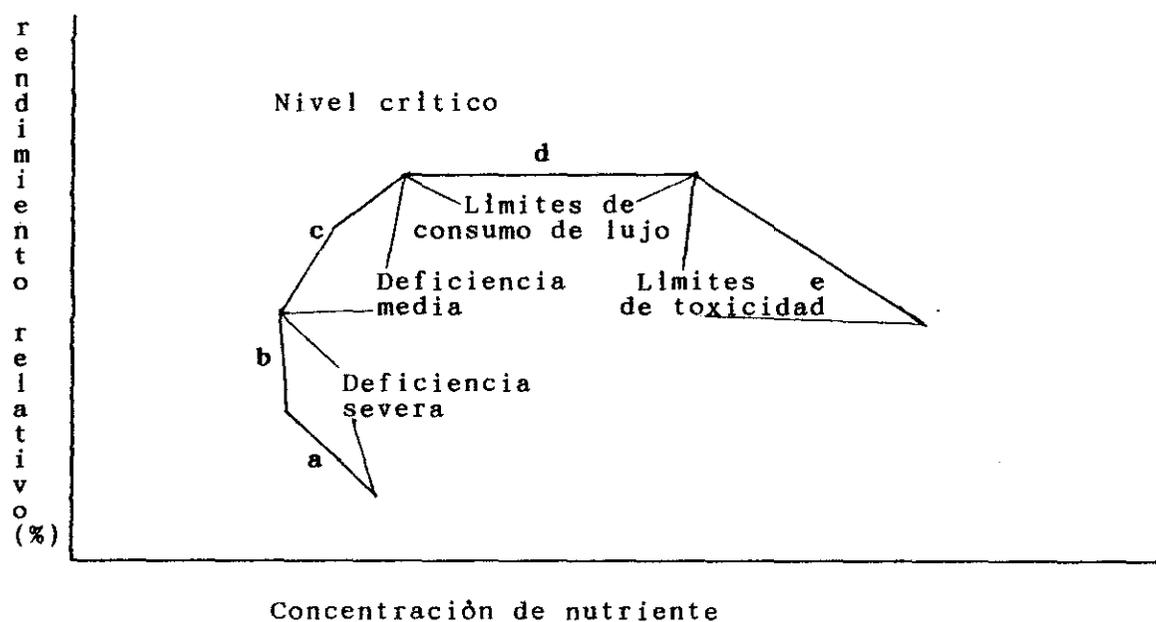


Figura 1. Relación entre el crecimiento vegetal y el contenido de nutrientes en la hoja. Millar et al (33).

3.2 Marco referencial

3.2.1 Localización y descripción del área de trabajo

3.2.1.1 Localización

El diagnóstico nutrimental se realizó en 14 municipios ubicados en cinco departamentos del altiplano occidental del país. Los municipios considerados en el presente estudio, fueron seleccionados de los lugares donde hay plantaciones con estos frutales, en los cuales, se seleccionaron plantaciones con un número no menor de 30 árboles.

Las comunidades, municipios y departamentos, que se incluyeron dentro del área de estudio, se ubican dentro de las latitudes que van de 14° 49'49" a 15° 37'23" y las longitudes de 91° 05'58" a 91° 50'48"; mientras que las alturas sobre el nivel del mar, aparecen en el cuadro 1, y su localización en la figura 2.

Cuadro 1. Localización geográfica y alturas sobre el nivel del mar de las comunidades que conformaron el área de estudio.

Departamento	Municipio	Comunidad	msnm
San Marcos	Tejutla	Tejutla	2520
San Marcos	Tejutla	Armenia	2640
San Marcos	Tejutla	Cancelá	2670
San Marcos	Tejutla	Esquipulas	2570
Quetzaltenango	Salcajá	Santa Rita	2330
Quetzaltenango	Cantel	Pachaj	2380
Quetzaltenango	Cabricán	Loma Chiquita	2600
Quetzaltenango	Huitán	Huitancito	2595
Quetzaltenango	Ostuncalco	Varsovia	2510
Quetzaltenango	Ostuncalco	Monrovia	2510
Quetzaltenango	Quetzaltenango	Llano del Pinal	2333
Quetzaltenango	Quetzaltenango	Llano del Pinal	2333
Quetzaltenango	Olintepeque	Labor Ovalle	2380
Totonicapán	Totonicapán	Chuculjuyup	2540
Totonicapán	San Cristobal	San Cristobal	2330
Totonicapán	San Cristobal	San Ramón	2385
Quiché	Chichicastenango	Chujupén	2000
Quiché	Chichicastenango	Chichicastgo	2070
Quiché	Chichicastenango	Chicuá I	2450
Huehuetenango	Chiantla	Las Guayabitas	2360
Huehuetenango	Chiantla	Las Manzanas	2510
Huehuetenango	San Juan Ixcoy	San Juan Ixcoy	2195
Huehuetenango	San Juan Ixcoy	La Brisa	2660

Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN), (21).

3.2.1.2 Características climáticas

Según De la Cruz (10), los municipios que componen el área de estudio, están clasificados en forma general dentro de las zonas de vida de la manera siguiente: Chiantla y Chichicastenango, como Bosque húmedo montano bajo subtropical; con temperaturas que van desde los 15 a 23 grados centígrados y una precipitación pluvial media anual de 1344 mm.

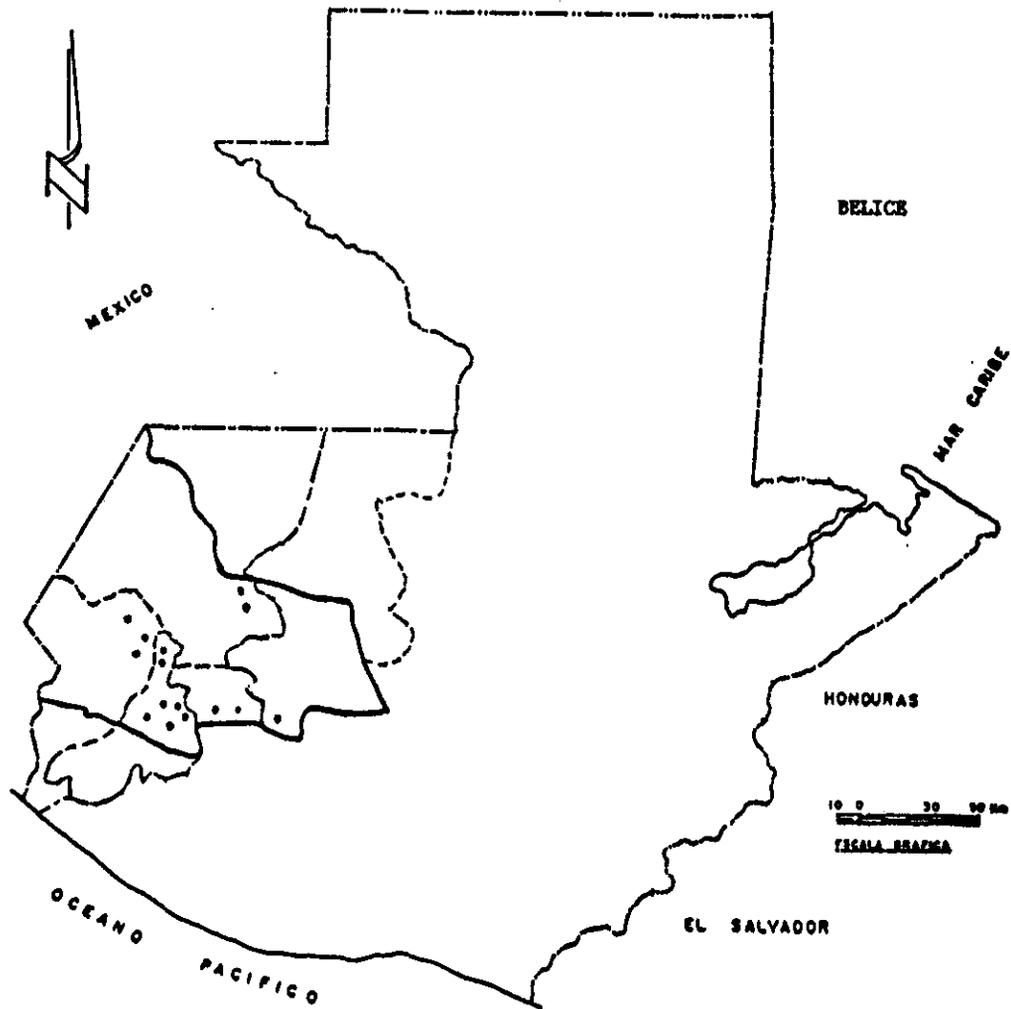


Figura 2. Mapa de Guatemala con la Región y Municipios muestreados, en el Altiplano Occidental.

Los municipios de Comitancillo, Tejutla, Rio Blanco, Salcajá, Cantel, Cabricán, Huitán, Olintepeque, San Juan Ostuncalco, Quetzaltenango, Sololá, Totonicapán, San Cristobal y San Juan Ixcoy; se encuentran clasificados como, Zona de Bosque muy húmedo montano bajo subtropical; con temperaturas que van de 12.5 a 18.6 grados centígrados y una precipitación pluvial media anual, igual a 2700 mm.

3.2.1.3 Condiciones edáficas generales

A efecto, de facilitar el estudio de los distintos suelos contenidos en la región de estudio, se formaron un total de cuatro grupos, en base a las características de las series de suelo, de Simmons et al (40). Cada grupo fu'e formado, por una o más series de suelo, que presentaban en su mayoría, características comunes; a continuación, se describen los cuatro grupos referidos:

GRUPO I. suelos derivados de ceniza volcánica (claros), en relieve casi plano, con buen drenaje interno, de color café oscuro, con textura franco-arenosa, profundos (50-75 cm.), con leve peligro de erosión y alta fertilidad natural.

GRUPO II. suelos derivados de ceniza volcánica cementada, en relieve muy ondulado a inclinado, con buen drenaje interno, de color café oscuro, textura franco arcillo-arenosa, profundos (20-50 cm.), alto peligro de erosión y regular fertilidad natural.

GRUPO III. suelos derivados de ceniza volcánica pomácea, en relieve escarpado, con buen drenaje interno, de color café oscuro, textura franco arenosa, poco profundos (15-25 cm.), alto peligro de erosión, regular fertilidad natural.

GRUPO IV. suelos derivados de roca caliza, en relieve escarpado, con buen drenaje interno, color café oscuro, textura arcilla friable, poco profundos

(10-30 cm.), alto peligro de erosión y moderada fertilidad natural.

En el grupo I, se incluye la serie de suelos Quetzaltenango y están comprendidos los municipios: Quetzaltenango, Cantel, Salcajá, Olinstepeque, San Cristobal Totonicapán y parte de San Juan Ostuncalco.

En el grupo II, se incluyen las series de suelos; Quiché, Sinaché Camanchá y están comprendidos los siguientes municipios: Huitán, Río Blanco, Cabricán y Chichicastenango.

En el grupo III, se incluyen las series de suelos; Totonicapán, Patzité y están comprendidos los siguientes municipios: Totonicapán, Comitancillo y Tejutla.

En el grupo IV, se incluyen las series de suelos; Ixcanac, Toquila y están comprendidos los siguientes municipios: San Juan Ixcoy y Chiantla.

3.2.2 Antecedentes de investigación

3.2.2.1 Algunos resultados de investigaciones, con rangos de concentración

En un diagnóstico vegetal, llevado a cabo en Brasil con el cultivo de naranja; Malavolta (30), encontró rangos de concentración, como puede observarse en el cuadro 2.

Cuadro 2 Guía para el diagnóstico foliar de naranja en hojas de 5-7 meses de edad.

Elemento	Deficiente	Bajo	Optimo	Alto	Excesivo
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 (%)	<0.40	0.40-0.69	0.70-1.09	1.10-2.00	>2.30
Ca (%)	<0.16	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
S (%)	<0.14	0.14-0.29	0.2-0.3	0.4-0.5	>0.6
Cl (%)	-	-	0.3	0.4-0.6	>0.7
B (ppm)	<21	21-30	31-100	101-260	>260
Cu (ppm)	<3.6	36-49	51-16	17-22	>22
Fe (ppm)	<36	36-59	60-120	130-200	>250
Mn (ppm)	<16	16-24	25-200	300-500	>1000
Mo (ppm)	<0.06	0.06-0.9	0.10-0.29	0.3-0.4	-
Zn (ppm)	<16	16-24	25-100	110-200	>300

Fuente: Malavolta (30).

3.2.3 Aspectos tecnológicos, utilizados en el altiplano occidental para el cultivo de frutales deciduos

De las prácticas de manejo que realizan en la zona, el 81% de fruticultores hace uso de fertilizantes químicos; un 56% fertiliza una vez por año y el 44% lo hace dos o más veces al año; un 66% acostumbra a fertilizar al inicio de la fructificación, entre los meses de mayo a julio.

La urea, es el fertilizante más utilizado en un 95%; seguido del triple 15, con un 72% y únicamente un 28% usa la fórmula 20-20-0.

Un 84% de fruticultores, realiza control de plagas y enfermedades, utilizando para ello, distintos productos químicos comerciales, tales como: Endosulfan (Thiodan), Malathion, Phoxin (Volaton), Demeton Methyl

(Metasistox), Thiodicarb (Sevin), Methyl Parathion (Folidol), entre los insecticidas y Captafol (Difolatan), Mancozeb (Dithane), Benomyl (Benlate), Mancozeb (Manzate), Propineb (Antracol), Metiram Complex (Polyram Combi), entre los fungicidas.

Por otro lado, en el cuadro 3, se resume variedades tanto de manzana como de melocotón con mayor presencia, los porcentajes de tamaño de fruta mas cosechada y el rendimiento en Kg/árbol, para cada cultivo y la variedad reportada.

Cuadro 3 Variedades y tamaño de fruta de los cultivos considerados en la zona de estudio.

Variedades de manzana y melocotón.	% de cultivo	% de tamaño		
		grande	mediana	pequeña
Jonathan	25	33	36	31
Winther banana	23	34	37	29
Red delicious	17	28	51	21
Juárez	14	36	39	25
Welthy	10	39	39	22
Ana	6	32	38	30
Salcajá (*)	90	40	45	15

(*) = variedad de melocotón.

Fuente: Datos obtenidos mediante la boleta que aparece en el anexo.

4. OBJETIVOS

4.1 General

Conocer el estado nutrimental de las plantaciones de manzana y melocotón existentes en 14 municipios del altiplano occidental.

4.2 Específicos

- 4.2.1 Determinar, los nutrimentos deficientes en las plantaciones de manzana y melocotón, de los distintos municipios comprendidos en cinco departamentos de la región occidental.
- 4.2.2 Determinar la importancia relativa de los nutrimentos más deficientes en la nutrición de frutales deciduos, en el altiplano occidental.
- 4.2.2 Determinar si existe relación, entre los contenidos de nutrimentos del suelo, con los contenidos en la planta.

5. METODOLOGIA

5.1 Metodología de muestreo

Para la toma de muestras de suelo, se consideró la metodología que sigue el laboratorio de suelos del ICTA, que es básicamente, la técnica propuesta por Fitts (19); mientras que para la toma de muestras de hojas, se siguió principalmente, la metodología utilizada por la División de Ciencias Agrícolas de la Universidad de California (4), que es específica para frutales deciduos.

5.1.1 Toma y manejo de las muestras de suelo

Para la toma y manejo de las muestras de suelo, se siguió la técnica propuesta por Fitts (19); que consiste en utilizar una pala o machete para obtener la muestra, cortando trozos verticales de suelo de aproximadamente, tres centímetros. Cada muestra, compuesta fué representativa del sitio seleccionado y se identificó con el nombre del fruticultor, cultivo, variedad, y localidad.

Se muestrearon 72 sitios, lo que corresponde al número de sitios de muestra de manzana y melocotón; Se tomó una muestra compuesta de cada una de las plantaciones. Finalmente las muestras, fueron secadas al aire y a la sombra y tamizadas a 2 mm de diámetro, previo a ser sometidas al análisis químico.

5.1.2 Toma y manejo de las muestras de plantas

El muestreo de plantas, se llevó a cabo en los 72 sitios que fueron seleccionados, en base al inventario de frutales deciduos del programa de frutales del ICTA región VI.

Las plantaciones que se muestrearon, fueron aquellas que han recibido manejo por parte del fruticultor; con un mínimo de 30 árboles o una área de 2 1/2 cuerdas de 441 metros cuadrados cada una.

El muestreo se llevó a cabo, a finales del mes de agosto y principios de septiembre; para obtener una muestra compuesta, se tomaron al azar 10 hojas por árbol, en 10 árboles de la plantación.

Para cada muestra, se tomaron hojas con aproximadamente 3 a 5 meses de edad, ubicadas a la mitad del follaje y a una altura de 1.20 a 1.85 metros sobre la superficie del suelo.

Las muestras colectadas, fueron depositadas en bolsas de papel kraft e identificadas con el nombre del fruticultor, localidad, municipio y especie. Las hojas muestreadas, fueron lavadas y secadas a 65-70 grados centígrados, en un horno de temperatura variable y aire ajustable, modelo FC-572, 4000 W; marca Blue M. electric Co.. Molidas, en un molino marca Arthur H. Thomas, modelo 5 KH-33, tipo Wiley serie PRA-1/4 HP. y guardadas en frascos plásticos debidamente identificados.

5.2 Características evaluadas

De las muestras colectadas, se cuantificó, la concentración de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn y Zn en la planta y en relación a las muestras de suelos, se cuantificó la materia orgánica, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn Zn y pH.

5.2.1 Análisis químico de las muestras de suelo

Las muestras de suelos, fueron analizadas con la metodología seguida por el laboratorio de manejo de suelos del ICTA. En el cuadro 4, se presentan los elementos analizados y métodos utilizados.

Cuadro 4 Características químicas de los suelos analizados, muestreados a una profundidad de 0-25 centímetros y sus respectivos métodos de análisis utilizados.

Característica	Método	Referencia
Materia Orgánica (%)	Por el método de Walkey-Black	Sais del Rio (37)
pH 1:2.5 (suelo:agua)	Potenciómetro	Díaz-Hunter (11)
P disponible (ppm)	(H ₂ SO ₅ 0.025N+HCl 0.05N)	Jackson (28)
K disponible (ppm)	(H ₂ SO ₅ 0.025N+HCl 0.05N)	Jackson (28)
Ca disponible (ppm)	(H ₂ SO ₅ 0.025N+HCl 0.05N)	Jackson (28)
Mg disponible (ppm)	(H ₂ SO ₅ 0.025N+HCl 0.05N)	Jackson (28)
Micronutrientos aprovechables (ppm) Fe, Mn, Zn, Cu,	(HCl 0.1N) (Acido clorhídrico)	Jackson (28)
Cationes Intercambiables (meq/100 g) (K, Ca, Mg, Na)	Acetato de Amonio 1N., pH.7.0	Chapman (9)

5.2.2 Análisis químico de las muestras foliares

El análisis químico de las muestras foliares, se hizo vía combustión seca; se pesaron 0.5 gramos de muestra molida y se incineró en la mufla a una temperatura de 475 grados centígrados. El método para la determinación de cada elemento fue: El N por Semimicrokjeldahl según Jackson (27). El P con HCl 1N y por colorimetría; mientras que para el resto, se preparó el extracto con HCl 1N y su determinación fue con Espectrofotómetro de absorción atómica (28).

5.3 Análisis de las variables cuantificadas

Para la interpretación de los resultados obtenidos del análisis foliar, se utilizó como comparación, los estándares reportados por la Universidad de California y principalmente, por la Universidad Estatal de Michigan, que se refieren a los rangos de concentración definidos como: Deficiente, Adecuado y Alto y que se presentan en los cuadros 5 y 6. Dichos estándares, contienen información obtenida de distintos países donde se producen cultivos deciduos, a nivel mundial. Y en el caso de los resultados del análisis de suelos, se usó la información con que cuenta el ICTA, la USAC y el CATIE, la que se presenta en el cuadro 7.

Cuadro 5 Niveles críticos de nutrimentos en hojas de frutales deciduos.

Cultivo	N		K		Ca	Mg	Na	Cl	B			Zn
	Defi.	Adec.	Defi.	Ade.	A d e c u a d o		E x e s i v o		Defic.	Adec.	Exc.	Adecuado
	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm
Manzana	1.9	2.2-2.4	1.0	1.2	1.0	0.25	-	0.3	20	25-70	100	18
Melocotón.	2.3	2.4-3.3	1.0	1.2	1.0	0.25	0.20	0.3	18	20-80	100	20

El nivel crítico para el fósforo (P), está entre 0.1%-0.3%; para el cobre (Cu), está arriba de 4 ppm y para el Manganeseo (Mn), está arriba de 20 ppm.

Fuente: Beutel et al (4).

Cuadro 6 Concentración óptima de nutrimentos en hojas de frutales deciduos de Michigan.

Nutriente	Cultivo		
	Manzanas Peras	Cerezas	Melocotones Ciruelos Albaricoques
N (%)	1.9-2.6	2.5-3.5	3.3-4.5
P (%)	0.16-0.30	0.15-0.30	0.15-0.25
K (%)	1.3-1.5	1.4-2.0	1.4-2.0
Ca (%)	1.1-1.6	1.2-2.0	1.5-2.5
Mg (%)	0.30-0.50	0.40-0.80	0.30-0.50
B (ppm)	30-50	25-40	30-50
Cu (ppm)	10-20	15-30	10-20
Fe (ppm)	150-250	75-150	75-150
Mn (ppm)	50-80	35-60	50-100
Zn (ppm)	20-40	15-40	20-50

Fuente: Departamento de Agricultura de la Universidad de Michigan (32).

Cuadro 7 Categorías de interpretación de algunas características analíticas de suelo

	D I S P O N I B L E S							
	ppm		meq/100 g		MO	CTI	pH	
	P	K	Ca	Mg				
Bajo	<12	<120	<4	<1	<2%	<12	<5.5	
Medio	12-30	120-200	4-10	1-3	2%-6%	12-25	>5.5-7.5	
Alto	>30	>200	>10	>3	>6%	>25	>7.5	
	I N T E R C A M B I A B L E S							
	meq/100 g			ppm				
	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	SB
Bajo	<0.3	<5	<1.3	<20	<10	<3	<6	<50%
Medio	0.3-0.6	5-10	1.3-3	20-32	10-34	3-7	6-10	50%-75%
Alto	>0.6	>10	>3	>32	>34	>7	>10	>75%

Fuente: Laboratorio de suelos, Facultad de Agronomía, USAC.
 Laboratorio de suelos, CATIE, Costa Rica.
 Laboratorio de suelos, ICTA.

5.4 Análisis estadístico

Los resultados de los análisis químicos, de las muestras de suelo y planta, se presentan de manera descriptiva, con los siguientes parámetros: Media y mediana, como parámetros de tendencia central y la desviación estándar, como medida de dispersión. Los datos obtenidos del análisis estadístico, se presentan en forma de barras, para la totalidad de elementos y con histogramas y polígonos de frecuencias para cada elemento según el cultivo.

También, a los resultados obtenidos, se hizo un análisis de correlación simple, entre los elementos contenidos en el suelo, con los contenidos en la planta.

6. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1 Características químicas de los suelos estudiados

En el cuadro 8 se presentan las medias de las características químicas de los cuatro grupos de suelos correspondientes a la región de estudio. Al analizar dichos valores, se observa que en todos los casos el pH es debilmente ácido, de tal manera que se considera adecuado para un normal crecimiento de los frutales deciduos. Por otro lado, la materia orgánica se encuentra en niveles medios, en todos los suelos excepto en el grupo de suelos IV, en donde están comprendidas, las localidades de: Las Guayabitas y Las Manzanas en el municipio de Chiantla; Las Brisas y San Juan Ixcoy en el municipio de San Juan Ixcoy, todos del departamento de Huehuetenango. En dichos suelos, se presentaron contenidos de materia orgánica arriba de 5 porciento, que es considerado alto. El P se encuentra en rangos adecuados a altos en todos los casos.

En relación al K, puede considerarse alto en todos los suelos; as'i mismo para el Ca, se observa que los contenidos están en niveles adecuados a altos. En tanto que el Mg, se encontró con contenidos medios en todos los casos. El Fe al igual que el Mn, se ubicaron en el rango medio en el grupo IV y en el rango alto, para los restantes grupos de suelos. Mientras que el Cu, se ubicó en el rango alto en el grupo IV y en el rango medio, para los suelos de los restantes tres grupos. Por último, el Zn se ubicó en el rango alto, en el grupo III y en el rango medio, para el resto de grupos de suelos.

En general, en ninguno de los grupos de suelos, se encontró que las medias de las características químicas, se ubicaran en el rango considerado bajo. Por lo que, a la luz de los resultados obtenidos, se considera que en promedio, los contenidos nutrimentales de

los distintos suelos se encuentran en niveles adecuados y con poca variación a nivel de grupos.

Cuadro 8 Medias de características químicas de los diferentes grupos de suelos de la región de estudio.

Parámetro	Grupos de suelos			
	I	II	III	IV
pH agua(1:2.5)	5.97	6.13	6.02	5.71
Mat. Org.(%)	4.17	3.62	4.50	7.75
P (ppm)	41.46	16.78	33.96	12.47
K (meq/100g)	1.32	1.30	1.18	0.92
Ca(meq/100g)	9.14	8.83	9.20	14.59
Mg(meq/100g)	1.86	2.28	1.95	1.35
Fe(ppm)	40.95	39.40	38.58	25.18
Cu(ppm)	3.47	4.24	3.37	9.35
Mn(ppm)	37.66	73.38	56.18	32.75
Zn(ppm)	8.22	10.40	11.71	9.62

Grupo I = 26 muestras; Grupo II = 22 muestras;
Grupo III = 18 muestras; Grupo IV = 6 muestras.

En las figuras 3 a la 11, se presenta la distribución de frecuencias de los sitios, con las características químicas más importantes de los suelos de toda la región, con el fin de visualizar a nivel general las condiciones de fertilidad de los suelos incluidos en el presente estudio. En términos generales, se puede observar que el mayor número de frecuencias encontradas para la materia orgánica, se encuentra en niveles adecuados (2% - 6%); de igual forma, la mayoría de sitios presentaron contenidos medios de Cu; mientras que para el Ca, el mayor número de frecuencias, se encontró ligeramente abajo (4.85 meq/100g) del valor mínimo del rango medio (5-10 meq/100g). En tanto, se observa que el mayor número de frecuencias, para P, K, Mg, Fe, Mn y Zn, se ubicaron arriba de los respectivos rangos medios; por lo que se consideran, altas las concentraciones de dichos nutrientes en los suelos del área de estudio.

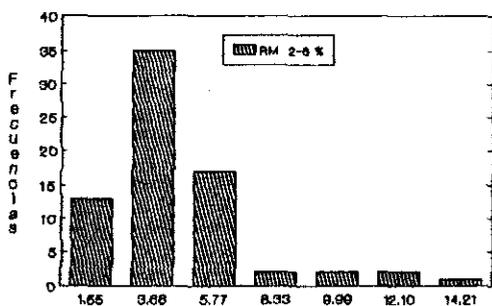


Figura 3. Distribución de frecuencias de % de Mat. org. del suelo en 72 sitios

RM-rango medio

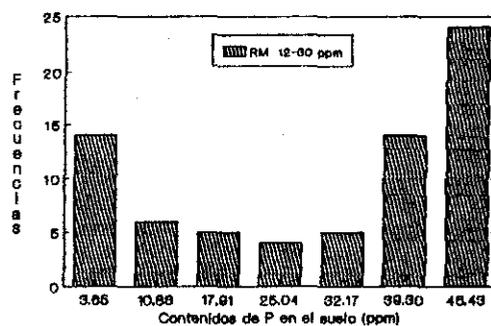


Figura 4. Distribución de frecuencias en ppm de P del suelo, en 72 sitios.

RM-rango medio

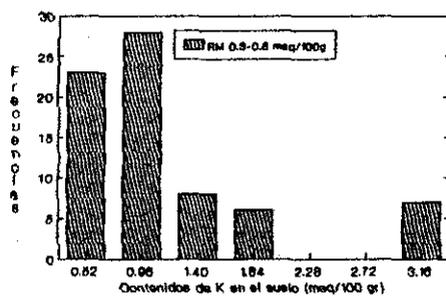


Figura 5. Distribución de frecuencias de meq/100g de K del suelo, en 72 sitios.

RM-rango medio

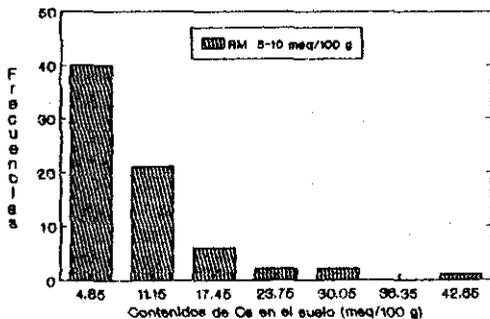


Figura 6. Distribución de frecuencias de meq/100g de Ca del suelo, en 72 sitios.

RM-rango medio

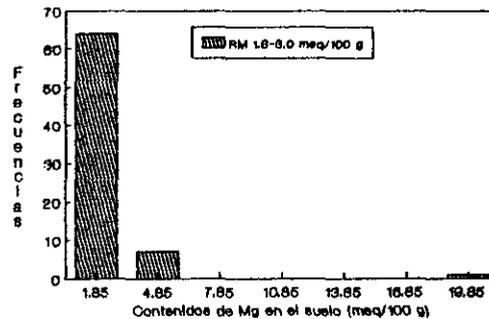


Figura 7. Distribución de frecuencias de meq/100g de Mg del suelo, en 72 sitios.

RM-rango medio

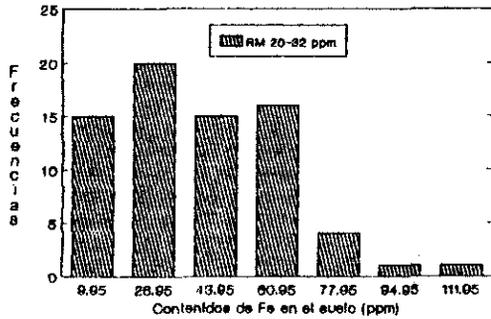


Figura 8. Distribución de frecuencias de las ppm de Fe del suelo, en 72 sitios.

RM = rango medio

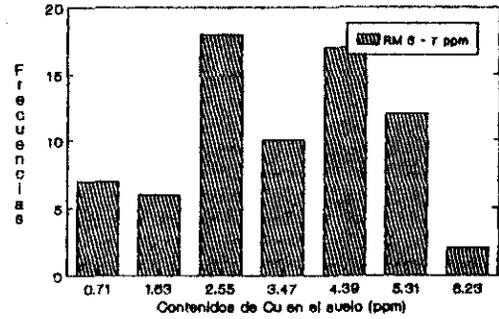


Figura 9. Distribución de frecuencias de las ppm de Cu del suelo, en 72 sitios.

RM = rango medio

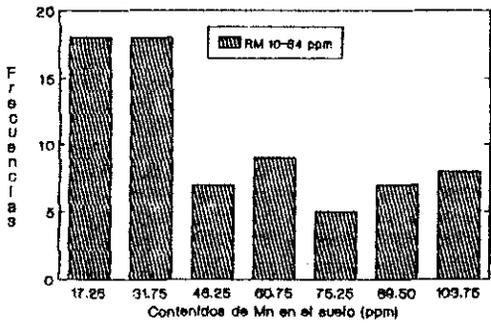


Figura 10. Distribución de frecuencias de las ppm de Mn del suelo, en 72 sitios.

RM = rango medio

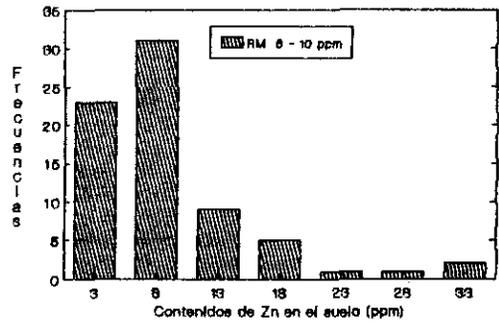


Figura 11. Distribución de frecuencias de las ppm de Zn del suelo, en 72 sitios.

RM = rango medio

6.2 Estado nutricional del cultivo

6.2.1 Estado nutricional de plantaciones de manzana

En el cuadro 9, se presenta la distribución de frecuencias de los sitios, con contenidos deficientes y adecuados de nutrimentos, en las hojas de plantaciones de manzana de los cuatro grupos de suelos muestreados; las medias y desviaciones estándar se presentan en el cuadro 13A del anexo. Se observa que los nutrimentos N, Ca, Fe, Cu, Zn y Mn, se encontraron con concentraciones, que se ubicaron en los respectivos rangos, adecuados o suficientes, en más

en 50% de los sitios del grupo IV, aquí están comprendidos las localidades de; Las Guayabitas y las Manzanas del municipio de Chiantla y, Las Brisas y San Juan ixcoy, en el municipio de San Juan Ixcoy. En tanto, el P, K y Mg, presentaron concentraciones que se ubicaron en los respectivos rangos deficientes, en la mayoría de los sitios de los grupos I, II y III; mientras que en el grupo IV, tanto el P como el K, se ubicaron dentro de los rangos adecuados, en 75% de los sitios. En el grupo III, que corresponde a las series de suelos Totonicapán y Patzite en dónde se encuentran incluidos, los municipios de Totonicapán en Totonicapán y, Comitancillo y Tejutla en el departamento de San Marcos, es donde se observan los mas altos porcentajes de sitios, con deficiencias de P, K y Mg, con 91%, 100% y 91% respectivamente; seguido de los grupos II, con 82%, 95% y 59% y, el grupo I, con 56%, 83% y 61% respectivamente. Por otro lado el Mg es el único nutrimento que presentó concentraciones deficientes en el 100% de los sitios del grupo IV, que corresponde a los suelos de las series Toquila e Ixcanac, en los municipios de Chiantla y San Juan Ixcoy.

Cuadro 9 Distribución de frecuencias (%) de sitios, con contenidos deficientes y adecuados de nutrimentos, en las hojas de plantaciones de manzana (*Pyrus malus* L.), según cuatro grupos de suelos.

Parámetro	Grupos de suelo							
	I		II		III		IV	
	Def.	Adec.	Def.	Adec.	Def.	Adec.	Def.	Adec.
	% de sitios							
N (%)	17	83	23	77	36	64	50	50
P (%)	56	44	82	18	91	9	25	75
K (%)	83	17	95	5	100	0	25	75
Ca(%)	17	83	0	100	0	100	0	100
Mg(%)	61	39	59	49	91	9	100	0
Fe(ppm)	0	100	0	100	0	100	0	100
Cu(ppm)	17	83	0	100	36	64	0	100
Mn(ppm)	22	78	23	77	27	73	50	50
Zn(ppm)	22	78	27	73	45	55	0	100

(*)Grupo I = 18 muestras; Grupo II = 22 muestras;
Grupo III = 11 muestras; Grupo IV = 4 muestras.

En las figuras 12 a la 20, se presentan gráficamente las distribuciones de frecuencias, de las concentraciones de cada nutrimento para el cultivo de manzana, a nivel de toda la región.

En cada gráfica se indica el rango de concentración adecuado del nutrimento respectivo; se observa que las concentraciones es de N, Ca, Cu, Zn y Mn presentan niveles por arriba de los estándares considerados como deficientes, ya que presentaron el mayor número de frecuencias en los rangos medios a altos; en tanto que el Fe destaca por presentar concentraciones que son consideradas como niveles altos para este cultivo. Por otro lado, es evidente que en el caso de el K y Mg, la mayoría de sitios presentaron concentraciones que son considerados bajos, según los estándares de comparación utilizados para la interpretación en este estudio.

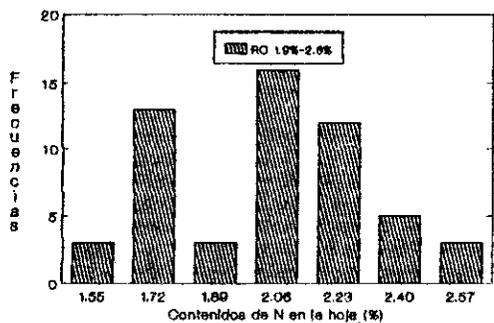


Figura 12. Distribución de frecuencias de % de N en 55 muestras de manzana

RO-rango óptimo

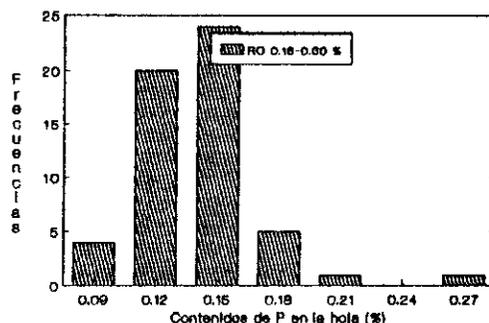


Figura 13. Distribución de frecuencias de % de P en 55 muestras de manzana

RO-rango óptimo

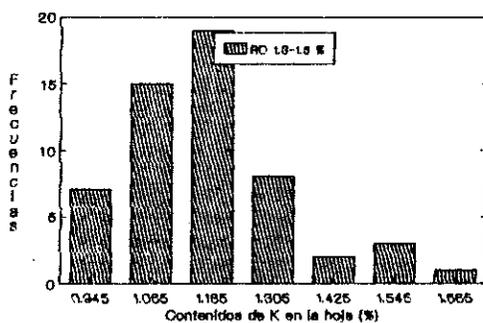


Figura 14. Distribución de frecuencias de % de K en 55 muestras de manzana

RO-rango óptimo

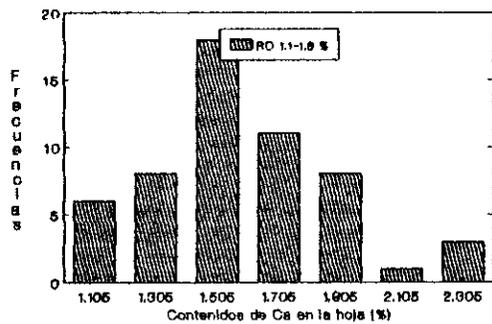


Figura 15. Distribución de frecuencias de % de Ca en 55 muestras de manzana

RO-rango óptimo

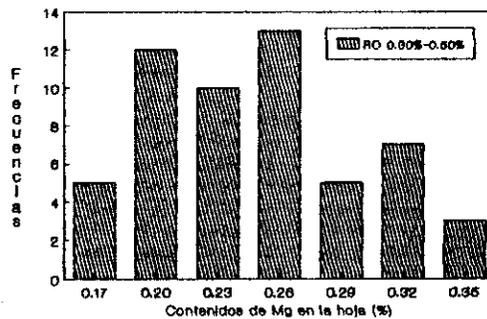


Figura 16. Distribución de frecuencias de (%) de Mg en 55 muestras de manzana

RO-rango óptimo

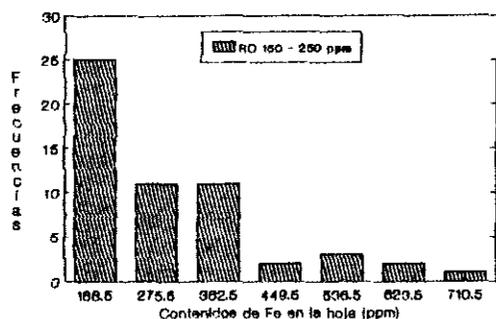


Figura 17. Distribución de frecuencias de ppm de Fe, en 55 muestras de manzana

RO - rango óptimo

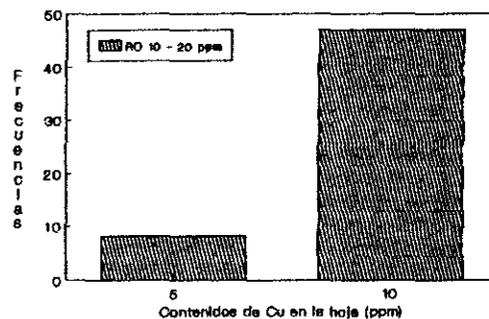


Figura 18. Distribución de frecuencias de ppm de Cu, en 55 muestras de manzana

RO - rango óptimo

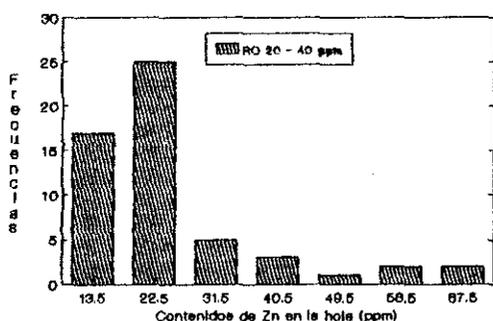


Figura 19. Distribución de frecuencias de ppm de Zn, en 55 muestras de manzana

RO - rango óptimo

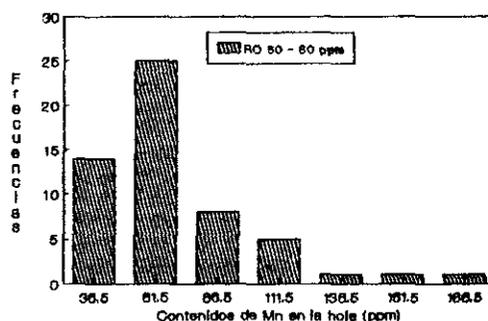


Figura 20. Distribución de frecuencias de ppm de Mn, en 55 muestras de manzana

RO - rango óptimo

En la figura 21, se resume la magnitud de la problemática nutricional del cultivo de manzana a nivel de los cinco departamentos, incluidos en el estudio.

En dicha figura, se presenta la distribución porcentual de los sitios con el respectivo nutrimento deficiente, en relación a las 55 plantaciones muestreadas.

La situación nutricional para este cultivo, presentó un 87% y 80% de los sitios con niveles deficientes de K y Mg respectivamente; mientras que un 67% de los mismos, presentaron niveles similares de P; en tanto, para el resto de nutrimentos, los sitios reportaron

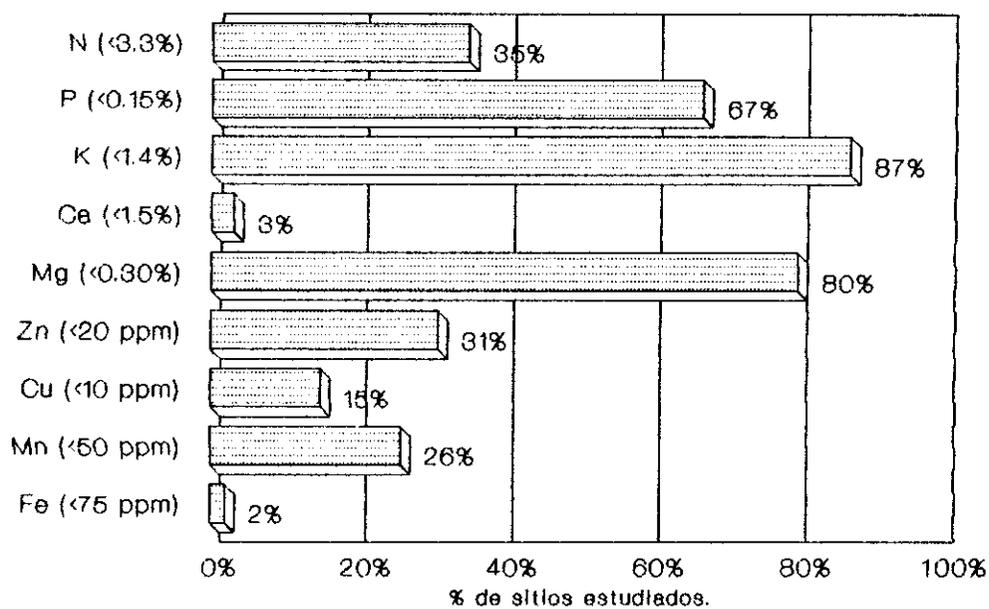


Figura 21. Porcentajes de plantaciones de manzana con deficiencias nutrimentales en el altiplano occidental.

deficiencias, por debajo del 36%; en donde el N y Zn presentaron los porcentajes más altos de este grupo, con 35% y 31% respectivamente, seguidos del Mn con 26%, el Cu con 15%, el Ca con 3% y el Fe con el 2% de deficiencias.

No obstante, que tanto a nivel general, como a nivel de grupos de suelos, las concentraciones de P, K y Mg, se reportaron adecuadas en la mayoría de los sitios; las concentraciones de dichos nutrimentos fueron deficientes en la planta, para la mayoría de sitios.

La deficiencia de P en la planta, no siempre coincidió con las deficiencias de dicho elemento en el suelo; es posible, que en parte ocurra porque el P es uno de los elementos,

altiplano occidental. Así mismo Fassbender (18), indica que en este tipo de suelos "La movilización de la materia orgánica, es más lenta y no permite un adecuado proceso de mineralización, por lo que no se produce una buena liberación de P en la solución del suelo. También puede ocurrir, debido a algún factor limitante del aprovechamiento del P soluble presente en la planta, como indican Etchevers *et al* (17). Así mismo, es posible pensar que en frutales deciduos, el análisis químico de P disponible con las metodologías actuales, sea de poco valor en la predicción de la verdadera disponibilidad de P en el suelo, porque los frutales tienen otro patrón de distribución de raíces y principalmente, por tener reservas de nutrimentos para los ciclos subsiguientes.

Lo anteriormente descrito, trata de explicar las bajas concentraciones de P en la planta, cuando las concentraciones del mismo en el suelo, son adecuadas en la mayoría de sitios de la zona y dónde además, el 81% de los fruticultores de dicha zona, hace uso de fórmulas químicas, que incluyen aplicaciones de P al suelo, como es el caso de las fórmulas 15-15-15 y 20-20-0.

También, en forma general y a nivel de grupos, las concentraciones de K y Mg, se encontraron adecuadas en los suelos de la mayoría de los sitios; sin embargo, las concentraciones obtenidas, mediante el método de análisis químico utilizado para las muestras de hoja; se ubicaron mayormente, en el rango considerado deficiente. En el cuadro 11A del anexo, pueden observarse resultados parecidos, los cuales fueron tomados de los archivos de análisis químico-foliar del laboratorio de suelos del ICTA; las muestras de hoja analizadas, fueron tomadas de plantaciones con diversas variedades, localizadas en distintos municipios y con distintas edades, en el año 1987. Por otro lado al observar estos resultados poco esperados; y para descartar algunas posibilidades de error en la metodología usada, principalmente para K, se practicó un análisis químico vía digestión húmeda ($\text{HNO}_3\text{-HCl}_4$ 5:1)

a tres de las muestras, en el laboratorio de suelos del CATIE, Costa Rica y los resultados obtenidos, son similares a los aquí discutidos, como se aprecia en el cuadro 12A.

Las deficiencias de K y Mg en la hoja, se trataron de explicar cuando se trabajaron las relaciones de Ca/Mg, Mg/K y (Ca+Mg)/K. Sin embargo, dichas deficiencias para la mayoría de plantaciones analizadas, no correspondieron a los contenidos en el suelo, ni a desbalances entre los cationes K, Ca y Mg; pues se encontraron plantaciones con altos y/o adecuados contenidos de dichos cationes en el suelo, pero con deficiencias, principalmente de K y Mg en la planta o viceversa, plantaciones con bajos contenidos de K, Ca y Mg, en el suelo, presentaron contenidos adecuados de dichos elementos en la planta.

Las deficiencias de Mg, pueden estar relacionadas con la movilidad que dicho nutrimento, presente en la planta; pero también es posible, que ocurran por desbalances con otros elementos, como indica el departamento de Agricultura de la Universidad Estatal de Michigan (32), "que aún cuando el K no provoca toxicidades, altos niveles, pueden inhibir la absorción de Mg y Ca e inducir deficiencias de esos elementos". Sin embargo, en las condiciones en que se llevó a cabo el presente estudio, tales desbalances no pudieron ser confirmados. Aún cuando en los suelos de la zona, no se reportó ninguna práctica de fertilización, que involucrara aplicaciones de Mg, las concentraciones encontradas fueron adecuadas, como se explicó anteriormente.

De acuerdo con los análisis realizados en esta oportunidad, las deficiencias de K, no se atribuyen a deficiencias de dicho nutrimento en el suelo, dado, que las concentraciones encontradas en el sustrato, fueron adecuadas, en donde además, el 72% de los fruticultores de la zona, realizan aplicaciones de fertilizantes, con fórmulas químicas que incluyen la adición de K, tal es el caso de la fórmula 15-15-15. Por otro lado, en este tipo de suelos

no se han encontrado respuestas a las aplicaciones de K en cultivos anuales, principalmente en maíz.

También, puede ocurrir como indican Millar et al (33), que el K es el único de los elementos que cuando no forma parte de los componentes vegetales, permanece en forma iónica en la planta. Por esta razón se pierde fácilmente del follaje por lavado.

6.2.2 Estado nutrimental de plantaciones de melocotón

En el cuadro 10, se presenta la distribución de frecuencias de los sitios, con contenidos deficientes y adecuados de nutrimentos, en las hojas de plantaciones de melocotón de los tres grupos de suelos muestreados; las medias y desviaciones estándar se presentan en el cuadro 14A del anexo. Se observa que los nutrimentos P, K, Ca, Mg, Fe, Cu y Zn se encontraron con concentraciones, que se ubicaron en los respectivos rangos, adecuados o suficientes, en más del 70% de los sitios y en los tres grupos, que comprende el área de estudio; con excepción del N, cuyas concentraciones, se encontraron en el rango bajo en 70% de los sitios en general y a nivel de grupos de suelos, están bajas en los grupos I y II. También se encontraron, concentraciones de Mn, que se ubicaron en el rango considerado bajo, en 54% del total de sitios y fué el grupo I con la serie de suelo Quetzaltenango, la incluye todos los municipios del valle de Quetzaltenango, el que presentó más acentuadamente, tal situación con un 71% de sus sitios deficientes en dicho nutrimento.

Cuadro 10 Distribución de frecuencias (%) de sitios, con contenidos deficientes y adecuados de nutrimentos, en plantaciones de melocotón (*Prunus* sp.), según tres grupos de suelos.

Parámetro	Grupos de suelo					
	I		II		III	
	Def.	Adec.	Def.	Adec.	Def.	Adec.
% de sitios						
N (%)	100	0	37	63	100	0
P (%)	14	86	12	88	0	100
K (%)	14	86	0	100	0	100
Ca (%)	29	71	12	88	0	100
Mg (%)	14	86	0	100	0	100
Fe (ppm)	0	100	0	100	0	100
Cu (ppm)	0	100	0	100	0	100
Mn (ppm)	71	29	25	75	50	50
Zn (ppm)	29	71	12	88	0	100

Grupo I = 7 muestras; grupo II = 8 muestras; grupo III = 2 muestras.

En las figuras 22 a la 30, se presentan gráficamente las distribuciones de frecuencias, de cada nutrimento para el cultivo de melocotón, a nivel de toda la región.

Se observa que los nutrimentos, cuyos mayores números de frecuencias, se encontraron dentro de los rangos óptimos de concentración foliar, son los que a continuación se indican con su respectivo rango: P (0.15%-0.25%), K (1.4%-2.0%), Ca (1.5%-2.5%), Mg (0.30%-0.50%), Cu (10-20 ppm) y Zn (20-50 ppm). Al igual que en manzana, el Fe presentó el mayor número de frecuencias, arriba de su respectivo rango óptimo >(75-150 ppm). En tanto, 8 de los 17 sitios, se encontraron con deficiencias de Mn y el resto, puede considerarse adecuado si se toma en cuenta, que el mayor número se encontró ligeramente abajo de su respectivo rango óptimo (50-100 ppm). También se aprecia, que es el N, el único nutrimento que presentó, el mayor número de frecuencias, por debajo, de su respectivo rango óptimo <(3.3%- 4.5%).

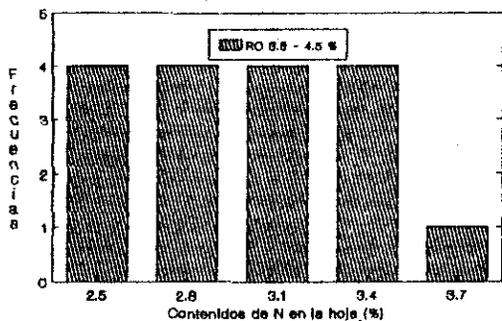


Figura 22. Distribución de frecuencias de % de N en 17 muestras de melocotón

RO - rango óptimo

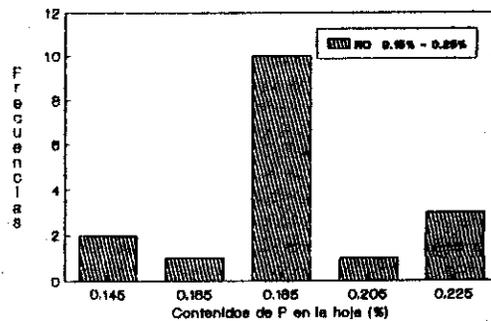


Figura 23. Distribución de frecuencias de ppm de P, en 17 muestras de melocotón

RO - rango óptimo

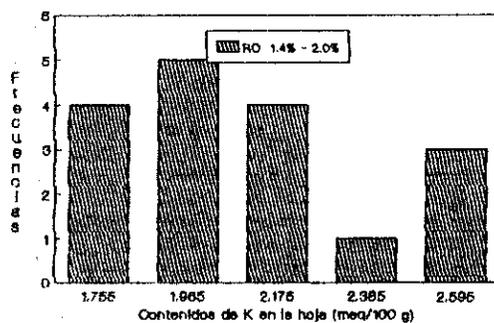


Figura 24. Distribución de frecuencias de meq/100g. de K\17 muestras de melocotón

RO - rango óptimo

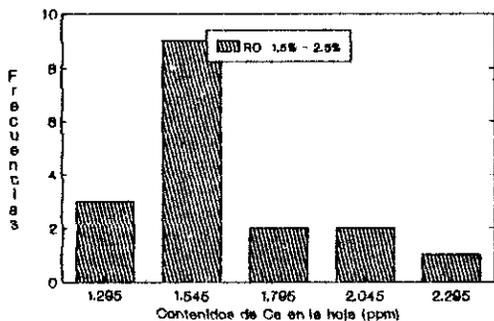


Figura 25. Distribución de frecuencias de ppm de Ca en 17 muestras de melocotón

RO - rango óptimo

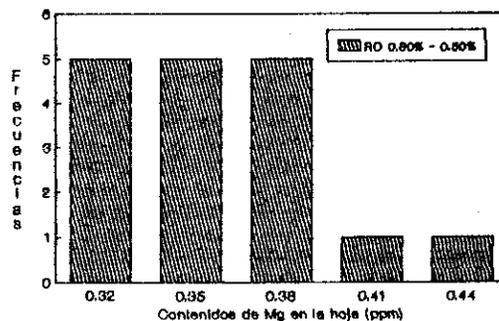


Figura 26. Distribución de frecuencias de ppm de Mg, en 17 muestras de melocotón

RO - rango óptimo

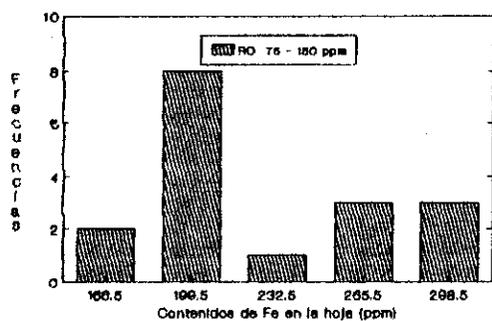


Figura 27. Distribución de frecuencias de ppm de Fe, en 17 muestras de melocotón

RO = rango óptimo

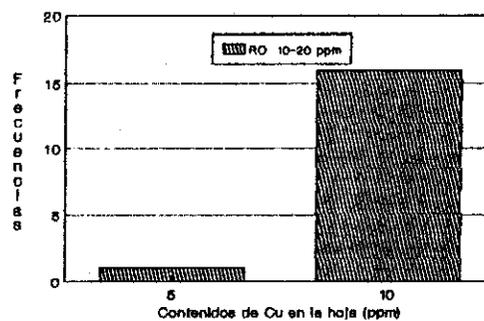


Figura 28. Distribución de frecuencias de ppm de Cu, en 17 muestras de melocotón

RO = rango óptimo

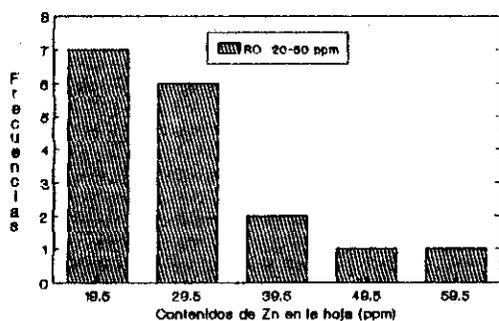


Figura 29. Distribución de frecuencias de ppm de Zn, en 17 muestras de melocotón

RO = rango óptimo

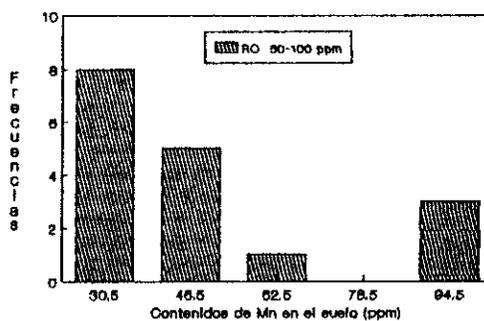


Figura 30. Distribución de frecuencias de ppm de Mn, en 17 muestras de melocotón

RO = rango óptimo

En la figura 31, se resume la magnitud de la problemática nutricional del cultivo de melocotón a nivel de los cinco departamentos, incluidos en el estudio.

En dicha figura, se presenta la distribución porcentual de los sitios con el respectivo nutrimento deficiente, en relación a las 17 plantaciones muestreadas.

La situación nutrimental para este cultivo, presentó un 76% y 47% de los sitios, con niveles deficientes de N y Mn respectivamente.

En tanto, para el resto de nutrimentos, los sitios reportaron deficiencias, por debajo del 18%; y contrariamente, a la situación observada en manzana, ninguno de los sitios, presentó deficiencias para el K y Mg.

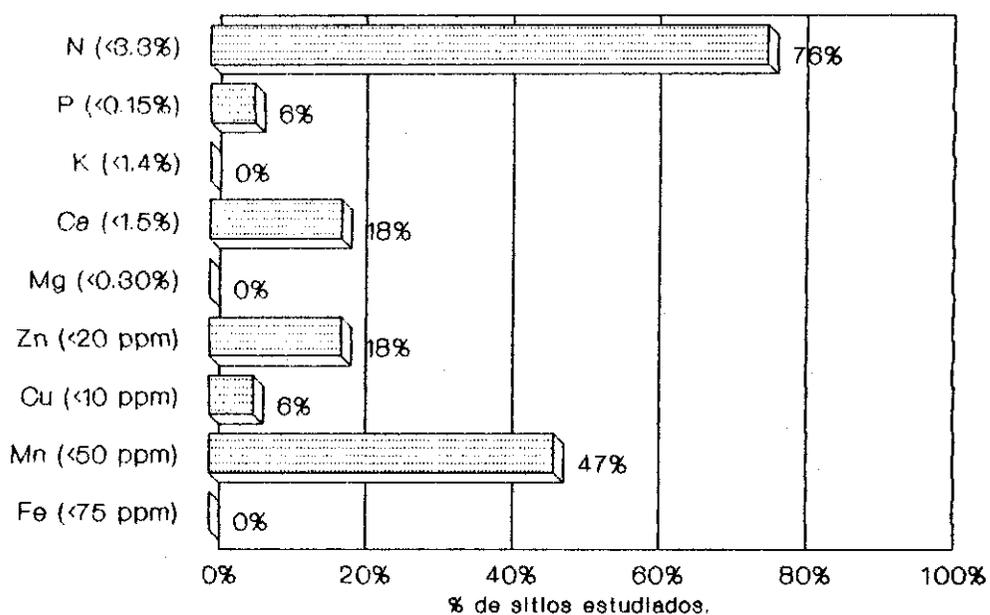


Figura 31. Porcentajes de plantaciones de melocotón con deficiencias nutrimentales en el altiplano occidental.

No obstante, que tanto a nivel general, como a nivel de grupos de suelos, los contenidos de materia orgánica se encontraron en su mayoría en los rangos adecuados, los contenidos de N fueron deficientes en la planta, aún cuando el rango de comparación, para este cultivo es mucho más alto que para manzana; si además a ello, sumamos las aplicaciones de N (0.37 kg/árbol promedio) que el fruticultor realiza en la zona, mediante el uso de fertilizantes químicos, principalmente en forma de 46-0-0 (urea) y también en las fórmulas 15-15-15 y 20-20-0.

Así mismo Fassbender (18), indica que al igual que ocurre con el P, en muchos de los suelos del altiplano, la movilización de la materia orgánica, es más lenta y no permite un adecuado proceso de mineralización, por lo que no se produce una buena liberación de N en la solución del suelo. Los resultados encontrados en el presente estudio, son puramente a nivel de diagnóstico y que de alguna manera, nos dan algunas pautas de que es lo que hay que investigar en el futuro, para un mejor manejo de estos cultivos, desde el punto de vista nutricional. Un estudio debe de incluir ensayos a nivel de campo; en donde haya control de la fertilización, medición de la producción y la calidad de la fruta. Se debe incluir igualmente, estudios de sorción, para poder medir el grado de fijación de los nutrientes, especialmente del P.

6.3 Análisis de correlación de algunas variables analíticas de suelo y de hoja

En las figuras 32 a la 45, se presentan gráficamente la relación, entre algunos parámetros del suelo y los niveles de concentración de nutrientes en la hoja de los cultivos de manzana y melocotón encontrados en el estudio; se relacionaron principalmente, el pH del suelo con las variables P, Ca, Mg y K encontradas en la planta y, la Materia Orgánica con el porcentaje de N. Por otro lado, los elementos que mostraron ser deficientes en el

análisis foliar, también se hace una correlación con los niveles de estos elementos encontrados en el suelo.

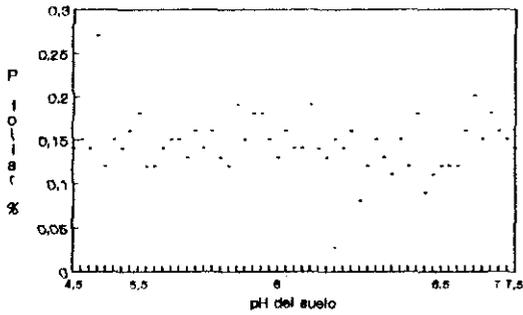


Figura 32. Correlación pH del suelo vs P contenido en la hoja, cultivo de manzana (55 muestras)

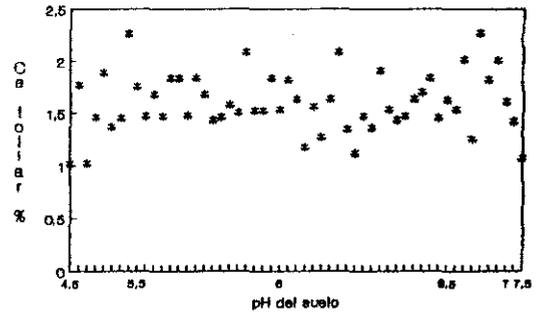


Figura 33. Correlación pH del suelo vs Ca contenido en la hoja, cultivo de manzana (55 muestras)

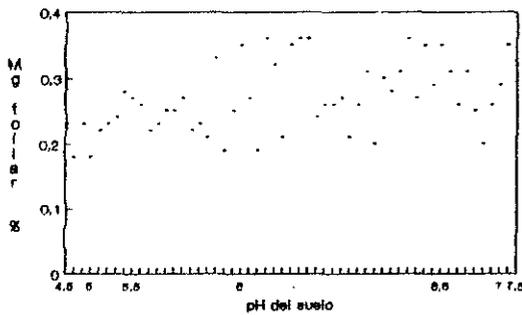


Figura 34. Correlación pH vs Mg contenido en la hoja; cultivo de manzana, (55 muestras)

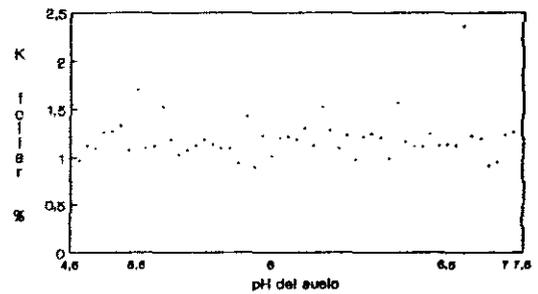


Figura 35. Correlación pH vs K contenido en la hoja, cultivo de manzana, (55 muestras)

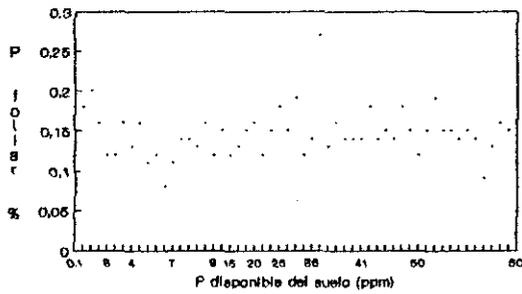


Figura 36. Correlación P disponible del suelo vs. P contenido en la hoja, cultivo de manzana (55 muestras)

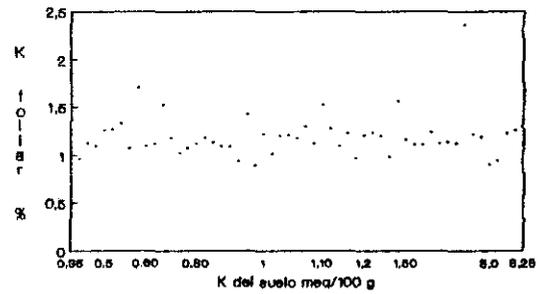


Figura 37. Correlación K del suelo vs K contenido en la hoja, cultivo manzana, (55 muestras)

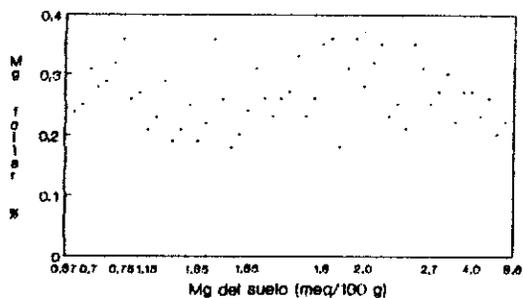


Figura 38. Correlación Mg del suelo vs Mg contenido en la hoja, cultivo de manzana (55 muestras)

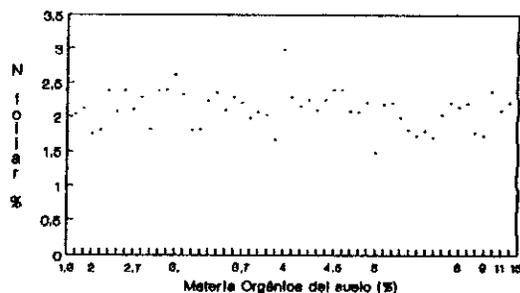


Figura 39. Mat. Org. vs N contenido en la hoja, cultivo de manzana, (55 muestras)

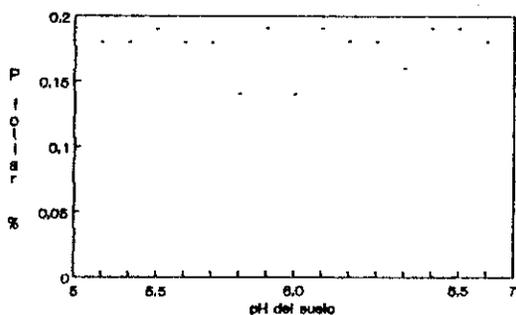


Figura 40. Correlación pH vs P contenido en la hoja, Cultivo de melocotón (17 muestras)

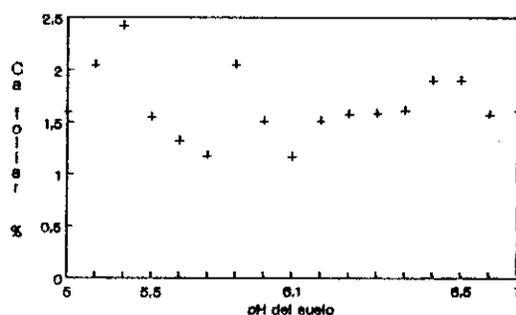


Figura 41. Correlación pH vs Ca contenido en la hoja, cultivo de melocotón (17 muestras)

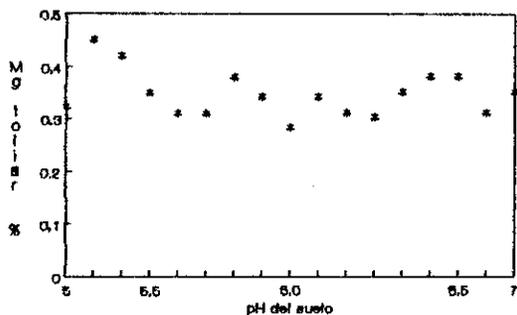


Figura 42. Correlación de pH vs Mg contenido en la hoja, cultivo de melocotón (17 muestras)

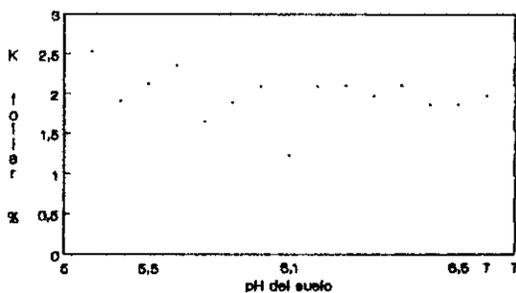


Figura 43. Correlación pH vs K contenido en las hojas, cultivo de melocotón (17 muestras)

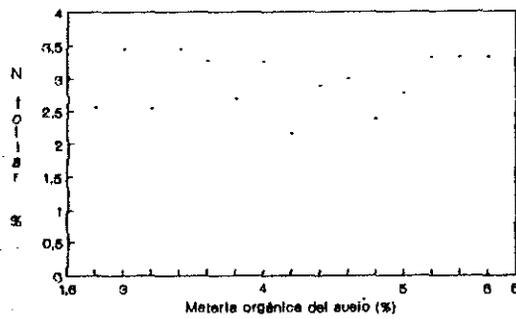


Figura 44. Correlación mat. org. vs N contenido en la hoja, cultivo de melocotón (17 muestras)

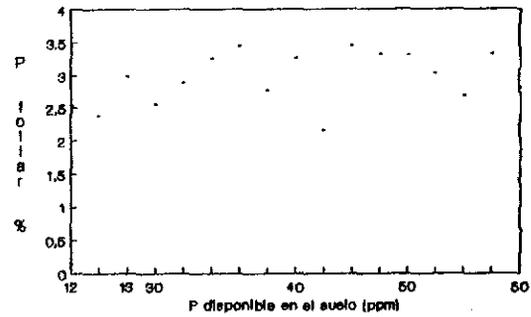


Figura 45. Correlación P disponible del suelo vs P contenido en la hoja, cultivo de melocotón (17 muestras)

Dada la situación nutrimental que se presentó con P, K y Mg en la hoja de manzana, se analizaron las concentraciones y desbalances de los nutrimentos del suelo, que pudieran estar provocando tal situación. Sin embargo, las deficiencias manifestadas en la hoja, para la mayoría de plantaciones analizadas, no correspondió a los contenidos en el suelo, ni a desbalances entre los cationes K, Ca y Mg, pues se encontraron plantaciones, con altos y/o adecuados contenidos de dichos cationes en el suelo, pero con deficiencias, principalmente de K y Mg en la planta o viceversa, plantaciones con bajos contenidos de K, Ca y Mg, presentaron contenidos óptimos de dichos elementos en la planta. También, las relaciones de dichos nutrimentos deficientes en la hoja con los respectivos contenidos en el suelo y con el pH, no presentaron significancia en la correlación, como se aprecia en las figuras 32 a la 39.

En el cultivo de melocotón, también se hicieron correlaciones similares a las de manzana, pero para este caso, fué el N el único nutrimento que se encontró en concentraciones deficientes en la planta, las que se correlacionaron con los contenidos de materia orgánica del suelo y al igual que en el cultivo de manzana, en ninguno de los casos se encontr'o que

los contenidos y/o las deficiencias encontradas en la planta, guardarán una relación directa con los contenidos encontrados en el suelo, y que fueron considerados en dichas correlaciones. Todas estas relaciones se aprecian en las figuras 40 a la 45. Como ya se mencionó anteriormente, es posible que en frutales deciduos, el análisis de nutrimentos con las metodologías actuales, sea de poco valor en la predicción de la verdadera disponibilidad de nutrimentos en el suelo, porque los frutales tienen otro patrón de distribución de raíces y principalmente por tener reservas de nutrimentos para los ciclos subsiguientes.

Es importante señalar, que aún cuando los rangos de comparación en melocotón, están en su mayoría más altos que para manzana, las concentraciones de K, Mg y P en particular, fueron óptimas; por lo que podría decirse, que existen diferencias entre los dos cultivos, diferencia que bien pudiera ser fisiológica, con respecto a la absorción y/o retención de nutrimentos.

7. CONCLUSIONES

- 7.1 Se determinó que el 87 por ciento de las plantaciones de manzana muestreadas, son deficientes en K; así mismo, se encontró un 80 por ciento de estas plantaciones, deficientes en Mg y un 67 por ciento con deficiencias de P.
- 7.2 Se estableció que un 76 por ciento de las plantaciones de melocotón muestreadas, son deficientes en N; y un 47 por ciento se encontraron deficientes en Mn.
- 7.3 Se encontró que existen diferencias en los estados nutrimentales, para algunos nutrimentos, en las plantaciones de manzana, en relación con los encontrados en las plantaciones de melocotón.
- 7.4 En la región de estudio, a nivel general, en ninguno de los grupos de suelos considerados, se encontró que las medias de las características químicas evaluadas en el suelo, se ubicaran en el rango considerado bajo. Por lo que se considera que en promedio, los contenidos nutrimentales de los distintos suelos se encuentran en niveles adecuados y con poca variación a nivel de grupos.
- 7.5 No se encontró correlación significativa, entre las concentraciones de nutrimentos evaluadas en el suelo, con respecto a la concentraciones de nutrimentos contenidos en la planta, en los dos cultivos.

8. RECOMENDACIONES

- 8.1 Para el cultivo de manzana, se recomienda estudiar más detalladamente, la nutrición con K, Mg y P, en las plantaciones de la zona, mediante ensayos a nivel de campo, en donde pueda tenerse un mejor control en la toma de la muestra, con respecto a la fertilización química; obtener datos sobre rendimiento y calidad de la fruta e, incluir estudios de sorción, para medir el porcentaje de fijación de los nutrimentos, principalmente el P.

- 8.2 Para el cultivo de melocotón, se recomienda evaluar, la respuesta a la aplicación de N, mediante ensayos a nivel de campo, que permitan o no, confirmar los resultados obtenidos en el presente estudio, en el cual, un 76 por ciento de las plantaciones a nivel general, presentó concentraciones consideradas deficientes de dicho nutrimento.

9. BIBLIOGRAFIA

1. AREVALO, E.B. 1979. Fruticultura; decíduos de Guatemala. Guatemala, Editorial Landivar. 245 p
2. BARCELO, COLL, J. et al. 1980. Fisiología vegetal. Madrid, España, Pirámide. 750 p.
3. BARILLAS, J.M. 1987. Determinación del rango y nivel de concentración crítica de fósforo y potasio con dos metodologías de extracción, en las series de suelo Guatemala y Patzité. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos Guatemala, Fac. de Agr. 46 p.
4. BEUTEL J.; URIU K. ; LILLELAND O. 1985. Leaf analysis for California decíduos fruits. USA, University of California, Division of Agricultural Sciences, Agricultural sciences Publications. Bulletin 1879. p. 15-17
5. BOWEN, E.J. 1979. Análisis de los tejidos vegetales. Agricultura de las Américas (EE.UU) 28(12):56-62.
6. BROLO, J. 1976. Métodos de análisis de suelos para determinación de P, K, Ca, Mg, Al, Ph. Guatemala, ICTA, s.p.
7. BUCKMAN, H; BRADY, N. 1977. Naturaleza y propiedades de los suelos . Trad. por R. Salord Barceló. Barcelona, España, Montaner y Simon 590 p.
8. CATE, R.; NELSON, L. 1965. Modelos discontinuos para una rápida correlación, interpretación y utilización de los datos de análisis de suelo y las respuestas a los fertilizantes. Traducido por Isabel Mendoza. EE.UU, Carolina del Norte, Universidad estatal. Boletín técnico No.7 106 p
9. CHAPMAN, M.O. ; PRATT, P.F. 1976. Métodos de análisis de suelos, plantas y aguas. México, Trillas. 195 p.
10. CRUZ, J. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
11. DIAZ-ROMEU, R. ; HUNTER, A. 1978. Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal e investigaciones de invernadero. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 68 P.
12. DOMINGUEZ, M.E. 1986. Correlación de metodologías de extracción de fósforo disponible en suelos agrícolas como información básica para planes de fertilización. Tesis Lic. Química. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 56 p.

13. ESCALANTE, H.E. 1985. Análisis foliar para determinar el rango de concentración crítica de fósforo en plántulas de trigo (Triticum aestivum L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 32 p.
14. ESPAÑA. MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1976. Síntomas de carencias en los frutales. 3 ed. Madrid, España, Bravo Murillo. 75 p
15. ETCHEVERS, J. D. 1987. Análisis químico de plantas aspectos teóricos. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados. 14 p.
16. _____. 1987. Diagnóstico visual. Chapingo, México. Colegio de Postgraduados, Centro de Edafología. 30 p.
17. _____. et al. 1985. Levantamiento nutricional del maíz en la sierra Tarasca de Michoacán. Agrociencia (Mex.) no:60:p 143-152.
18. FASSBENDER, K.W. 1980. Química de suelos con énfasis de América Tropical. Turrialba, Costa Rica, IICA. 398 p.
19. FITTS, J.W. ; WAUGH, D.L. 1966. Estudios de interpretación de suelos, laboratorio y macetas. EE.UU, Universidad Estatal de Carolina del Norte, International Soil Testing. Boletín técnico No.3. 36 p
20. GALIANO, S.F. 1979. Diagnóstico foliar, fundamentos y empleo en algunos cultivos. In Fertilidad de suelos: Diagnóstico y Control. - 1980. Ed. Francisco Silva Mojica. Cali, Colombia, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. p 201-224.
21. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1978. Diccionario Geográfico de Guatemala. 2 ed. Guatemala, Tipografía Nacional. Tomos 1-4.
22. _____. MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1980. Regionalización agrícola de Guatemala. Guatemala, DIGESA-DECA. 20 p
23. _____. MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERIA Y ALIMENTACION. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. 1988. Manual sobre cultivo de la manzana en el altiplano de Guatemala. Quetzaltenango, Guatemala. p 1-8.
24. _____. PROGRAMA DE FRUTALES DECIDUOS. 1987. Informe anual 1987. Quetzaltenango, Guatemala. 115 p
25. GUERRERO, R. 1979. El diagnóstico químico de la fertilidad. In Fertilidad de suelos: Diagnóstico y Control. 1980. Ed. Francisco Silva Mojica. Cali, Colombia, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. p 141-193.
26. HOWELER, H.R. 1974. Análisis foliar de algunos cultivos tropicales. Cali, Colombia, CIAT. 20 p.

27. IRVING, R.M. 1969. Plant sample collection; handling reporting & interpretation. USA, Frances Greer, Research & Devenlop Divition. P 54-67.
28. JACKSON, M.L. 1976. Análisis químico de suelos. 3 ed. trad. José Beltrán M. Barcelona, España, Omega. 661 p.
29. JOHNSTON, J. 1972. Econometric methods. 2a ed. New York, McGraw - Hill. p 34-35.
30. MALAVOLTA, E. et. al. 1982. Nutrición mineral y fertilización en cítricos. Berna, Suiza, Instituto Internacional de la Potasa. Boletín técnico 5. 122 p
31. MEDINA, E.E. 1983. Relationship of the compositon of plant tissue in mesquite (Prosopis velutina) and grapefruit (Citrus paradisi), to soil compositon. Thesis Mag. Sc. USA, Texas University. 62 p.
32. MICHIGAN STATE UNIVERSITY. DEPARTAMENT OF AGRICULTURE. 1988. Fertilizing fuit crops. USA, part 1. p 3-16.
33. MILLAR, C.E; TURK, L.M; FOTH, H.D. 1975. Fundamentos de la ciencia del suelo. México, Continental. 527 p.
34. OLSEN, S.R. 1972. Interacciones de los micronutrientes. En Micronutrientes en la agricultura, 1972. Morvedt, J.J; Giordano P.M.; Lindsay W.L. Comps. 3 ed. Madison, Wisconsin, EE.UU, Soil Science Society of America. p 267-286.
35. PEREZ IXCHOP, O. 1988. Fertilización foliar de macro y micronutrimientos en un andosol de la sierra Tarasca, Michoacán. Tesis de maestria. Chapingo, México, colegio de Postgraduados. 167 p.
36. RAIJ, B. V. 1983. Avaliacao da fertilidade do solo. 2 ed. Piracicaba. Brasil, Instituto Agronómico do Estado de São Paulo. 142 p.
37. SAIS DEL RIO, J.F. Y BORNEMIZA, S. 1961. Análisis químico de suelos. Turrialba, Costa Rica, IICA. 88 p.
38. SANCHEZ, P.A. 1981. Suelos del trópico, características y manejo. San José, Costa Rica, IICA. 634 p.
39. SIERRA, R.R. 1989. Determinación del nivel crítico de azufre y boro empleando dos soluciones extractoras, para cada elemento, en 25 suelos de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landívar. 56 p.
40. SIMMONS, CH; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación a nivel de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Edición en español por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.

Vo. Bo. Quijano de la Roca



10. ANEXO

Cuadro 11A. Resultados del análisis químico, en hojas de manzana (*Pyrus malus* L.), variedades Winther Banana y Red Delicius, en distintos municipios del altiplano occidental, 1987.

Resultados para la variedad Winther Banana.

Procedencia	%				ppm			
	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn
San Juan Ixcoy, Huehuetenango	0.13	1.32	2.87	0.19	525	5	35	50
San Juan Ixcoy, Huehuetenango	0.10	0.81	1.97	0.18	365	5	20	15
San Juan Ixcoy, Huehuetenango	0.13	1.00	2.30	0.29	315	5	25	15
San Juan Ixcoy, Huehuetenango	0.11	0.82	2.15	0.30	360	5	20	55
San Juan Ixcoy, Huehuetenango	0.10	0.75	1.85	0.29	585	5	25	75
La Grandeza, Tejutla, Sn Marcos	0.17	1.50	1.88	0.21	405	6	50	20
La Grandeza, Tejutla, Sn Marcos	0.13	1.50	1.76	0.21	485	6	50	15
La Grandeza, Tejutla, Sn Marcos	0.12	1.44	1.73	0.21	410	6	50	15
La Grandeza, Tejutla, Sn Marcos	0.11	1.50	1.91	0.22	440	6	50	20
La Grandeza, Tejutla, Sn Marcos	0.13	1.44	1.73	0.20	245	6	35	20
Tejutla, San Marcos	0.13	1.07	1.39	0.25	360	5	55	15
Tejutla, San Marcos	0.13	1.07	1.35	0.29	660	5	70	10
Tejutla, San Marcos	0.11	0.94	1.39	0.33	750	5	75	10
Tejutla, San Marcos	0.13	0.94	1.35	0.29	290	5	95	15
Tejutla, San Marcos	0.13	1.07	1.20	0.26	315	5	75	15
La Floresta, Quetzaltenango	0.17	1.38	1.58	0.23	190	5	180	65
Olintepeque, Quetzaltenango	0.17	1.25	1.05	0.21	220	5	45	20
Olintepeque, Quetzaltenango	0.26	1.44	1.22	0.28	260	3	50	15
Olintepeque, Quetzaltenango	0.19	1.44	1.15	0.24	285	5	70	20
Quetzaltenango, Quetzaltenango	0.18	1.32	1.27	0.25	240	5	70	20
Quetzaltenango, Quetzaltenango	0.18	1.32	1.11	0.24	170	5	65	15
Quetzaltenango, Quetzaltenango	0.18	1.32	1.27	0.25	185	5	105	25
Quetzaltenango, Quetzaltenango	0.18	1.38	1.11	0.22	235	5	70	20

Resultados para la variedad Red Delicius.

San Juan Ixcoy, Huehuetenango	0.16	1.38	2.25	0.17	355	5	35	25
San Juan Ixcoy, Huehuetenango	0.13	1.13	2.82	0.19	485	5	40	25
San Juan Ixcoy, Huehuetenango	0.16	1.13	2.72	0.21	425	5	45	105
San Juan Ixcoy, Huehuetenango	0.15	1.13	2.50	0.17	325	5	45	30
San Juan Ixcoy, Huehuetenango	0.18	1.24	2.55	0.21	300	5	45	20
Chichicastenango, El Quiché	0.18	1.32	1.76	0.26	220	10	340	65
Chichicastenango, El Quiché	0.18	1.32	1.99	0.30	200	10	375	70
Chichicastenango, El Quiché	0.18	1.32	1.99	0.30	180	10	455	75
Chichicastenango, El Quiché	0.16	1.32	1.88	0.30	210	10	475	85
Cojacán, Ixcoy, Huehuetenango	0.16	1.25	2.77	0.20	500	5	45	25
Cojacán, Ixcoy, Huehuetenango	0.18	1.25	2.20	0.18	335	5	60	40
Cojacán, Ixcoy, Huehuetenango	0.17	1.25	2.65	0.24	430	5	45	65
Cojacán, Ixcoy, Huehuetenango	0.13	1.13	2.82	0.19	485	5	40	25
Cojacán, Ixcoy, Huehuetenango	0.16	1.13	2.72	0.21	425	5	45	105

Fuente: Laboratorio de suelos ICTA. 1987.

Cuadro 12A. Resultados del análisis químico en hojas de manzana (Pyrus malus), vía digestión húmeda (HNO₃-HClO₄ 5:1), realizado en el laboratorio de suelos del CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1991.

No. de laboratorio	No. de introducción	%					ppm		
		N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn
15893	9.1/mz. Cantel	2.48	0.16	1.26	1.48	0.26	8	134	156
		2.48	0.16	1.20	1.42	0.26	10	136	148
15894	11/mz. San Cristobal, Toto.	2.36	0.16	1.11	1.22	0.30	10	32	24
		2.44	0.16	1.07	1.31	0.34	10	36	28
15895	8/mz Salcajá	2.48	0.20	1.07	1.55	0.33	8	84	28
		2.52	0.18	1.00	1.53	0.40	10	86	30

Fuente: Laboratorio de suelos CATIE.

Cuadro13A Medias, medianas y desviaciones estandar de las concentraciones nutrimentales en muestras de hojas de manzana (Pyrus malus L.), colectadas en plantaciones de cinco departamentos del altiplano occidental de Guatemala.

Nutriente	(*) Media	(*) Mediana	Desviación Estandar
N(%)	2.03	2.08	0.27
P(%)	0.14	0.14	0.03
K(%)	1.17	1.18	0.16
Ca(%)	1.58	1.52	0.30
Mg(%)	0.25	0.25	0.05
Fe(ppm)	294.00	245.00	135.24
Zn(ppm)	25.18	20.00	13.61
Cu(ppm)	9.27	10.00	1.78
Mn(ppm)	66.54	55.00	31.62

(*) = media y mediana de 55 muestras.

Cuadro14A Medias, medianas y desviaciones estandar de las concentraciones nutrimentales en muestras de melocotón (Prunus sp.), colectadas en plantaciones de 4 departamentos del altiplano occidental de Guatemala.

Nutriente	(*) Media	(*) Mediana	Desviación Estandar
N(%)	2.96	2.98	0.38
P(%)	0.18	0.18	0.02
K(%)	2.08	2.01	0.31
Ca(%)	1.64	1.57	0.32
Mg(%)	0.36	0.35	0.36
Fe(ppm)	226.76	205.00	46.00
Zn(ppm)	26.76	25.00	11.00
Cu(ppm)	9.70	10.00	1.21
Mn(ppm)	65.59	55.00	39.96

(*) = media y mediana de 17 muestras.

Cuadro15A Medias, medianas y desviaciones estandar de las características químicas de muestras de suelos en plantaciones de manzana (*Pyrus malus* L.) de cinco departamentos del altiplano occidental.

Característica Química	(*) Media	(*) Mediana	Desviación Estandar
pH agua(1:2.5)	5.91	5.80	0.57
Mat. Org.(%)	4.44	3.89	2.84
P disponible(ppm)	27.92	31.40	19.04
K interc.(meq/100g)	1.15	0.97	0.74
Ca inter.(meq/100g)	9.38	7.73	7.52
Mg inter.(meq/100g)	1.60	1.40	0.98
Fe extractable(ppm)	36.58	33.70	24.25
Cu extractable(ppm)	3.46	3.50	1.34
Zn extractable(ppm)	8.49	6.50	5.84
Mn extractable(ppm)	50.21	43.00	30.15
CTI (meq/100g)	20.95	19.85	10.46
S.B. (%)	58.96	55.64	22.75

(*) = medias y medianas de 55 muestras.

Cuadro16A Medias, medianas y desviaciones standar de las características químicas de las muestras de suelo, de plantaciones de melocotón (*Prunus* sp.), obtenidas en cuatro departamentos del altiplano occidental.

Característica Química	(*) Media	(*) Mediana	Desviación standar
pH agua(1:2.5)	5.61	5.19	0.54
Mat. Org.(%)	3.67	3.82	1.55
P disponible(ppm)	37.72	41.11	13.68
K interc.(meq/100g)	1.04	0.90	0.84
Ca inter.(meq/100g)	8.22	6.74	5.48
Mg inter.(meq/100g)	1.48	1.36	0.84
Fe extractable(ppm)	41.03	41.50	21.35
Cu extractable(ppm)	3.19	3.00	1.20
Zn extractable(ppm)	10.22	8.30	6.39
Mn extractable(ppm)	47.92	39.00	25.74
CTI (meq/100g)	17.44	16.28	6.82
S.B. (%)	63.16	61.87	19.93

(*) = promedio de 17 muestras.

BOLETA DE INFORMACION SOBRE MANEJO DE FRUTALES DECIDUOS

MANEJO DE LA PLANTACION

1. Cultivo; _____
2. Variedad; _____
3. Usa fertilizante? Si _____ No _____
- 3.1 Que fertilizante(s) utiliza? _____
- 3.2 Cuánto fertilizante aplica por árbol? _____ lbs
- 3.3 Cuánto fertilizante aplica por plantación? _____ qq
- 3.4 Cuántas veces fertiliza su plantación en el año? _____
- 3.5 En que mes(es), fertiliza? _____
4. Que pesticida(s) usa; a). para el control de insectos? _____

 b). para el control de enfermedades? _____

PRODUCCION

5. Cuánta fruta cosecha en promedio por árbol? _____
6. Cuánta fruta cosecha en promedio, en la plantación _____
7. Que tamaño de fruta cosecha más? Grande (%) _____
 Mediana (%) _____ Pequeña (%) _____

OTROS DATOS

8. Pendiente del terreno; _____ (%)
9. Ubicación; _____
10. Altitud (msnm); _____



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
 AGRONOMICAS

Ref. Sem.012- 94

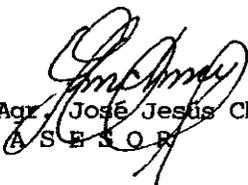
LA TESIS TITULADA: "DIAGNOSTICO DEL ESTADO NUTRIMENTAL EN PLANTACIONES DE
 MANZANA (Pyrus malusL.) Y MELOCOTON (Prunus sp.) EN
 CINCO DEPARTAMENTOS DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATE-
 MALA".

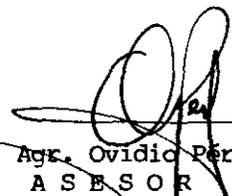
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: ERBERTO RAUL ALFARO ORTIZ

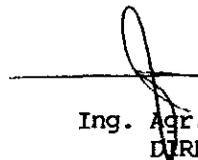
CARNET No: 82-13702

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Carlos Fernández
 Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
 Ing. Agr. Maxdelio Herrera

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cum-
 plido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la
 Universidad de San Carlos de Guatemala.

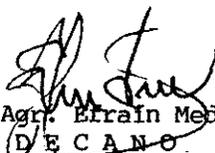

 Ing. Agr. José Jesús Chonay
 ASESOR


 Ing. Agr. Ovidio Pérez Ixchop
 ASESOR


 Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
 DIRECTOR DEL IIA.



IMPRIMASE


 Ing. Agr. Errain Medina Guerra
 DECANO



c.c. Control Académico
 Archivo
 /prr.

APARTADO POSTAL 1545 - 01901 GUATEMALA, C. A.
 TELEFONO 769794 -- FAX (5022) 769770

