



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas

**CAMPUS MONTECILLO
POSTGRADO DE EDAFOLOGIA**

**DEFICIENCIAS NUTRIMENTALES EN HUERTOS DE
GUAYABO Y SU RELACIÓN CON LA INCIDENCIA DE
PECA EN FRUTO**

ISRAEL CARDOSO DEL RÍO

**T E S I S
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO

2010

La presente tesis titulada: Deficiencias nutrimentales en huertos de guayabo y su relación con la incidencia de peca en fruto, realizada por el alumno: Israel Cardoso Del Río, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:


MAESTRO EN CIENCIAS
EDAFOLOGÍA

CONSEJO PARTICULAR


CONSEJERA


Dra. María de las Nieves Rodríguez Mendoza


ASESORA


Dra. Lucero del Mar Ruiz Posadas

ASESOR


Dr. Víctor H. Volke Haller

ASESOR


Dr. Gustavo Almaguer Vargas

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Julio de 2010

DEFICIENCIAS NUTRIMENTALES EN HUERTOS DE GUAYABO Y SU RELACIÓN CON LA INCIDENCIA DE PECA EN FRUTO

Israel Cardoso Del Río, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2010

RESUMEN

Con el objetivo de identificar las deficiencias nutrimentales relacionadas con la incidencia de la peca de la guayaba en región oriente del estado de Michoacán, se realizó un muestreo de suelo y foliar el 8 de mayo de 2007 para la obtención de un diagnóstico preliminar para la posterior aplicación de tratamientos foliares que contrarrestaran posibles deficiencias relacionadas con los daños de la peca en fruto, en tres huertos de los municipios Zitácuaro, Juárez y Jungapeo. La aplicación de los tratamientos fue vía foliar, éstos fueron: 1) fertilización mineral, empleando la formulación NV3, consistente en 1.0, 1.0, 2.0, 2.0, 2.0, 0.03, 0.05, 0.02, 0.05 y 0.02 g L⁻¹ de Urea, MgSO₄, KNO₃, CaNO₃, KH₂PO₄, H₃BO₃, MnSO₄ 4H₂O, CuSO₄ 5H₂O, ZnSO₄ 7H₂O y FeEDTA, respectivamente; 2) fertilización orgánico-mineral, consistió en la formulación NV3 y miel de abeja (20 mL L⁻¹); 3) aplicación de fungicida, utilizando el ingrediente activo Carbendazim a dosis de 1.5 g L⁻¹; y 4) el testigo, sin aplicaciones foliares. Se realizaron siete aplicaciones, una cada 21 días a partir del 15 de junio de 2007. Los tres huertos fueron podados 30, 85 y 68 días respectivamente antes de los muestreos. Se realizaron dos muestreos de follaje a los 108 y 171 días después del muestreo diagnóstico. Los resultados mostraron que: i) en el muestreo diagnóstico los rangos de las concentraciones nutrimentales fueron 16.9-20.9, 1.7-2.8, 6.4-10, 7.9-10 y 3.1-3.2 g kg⁻¹ para N, P, K, Ca y Mg, y de 128-243, 38-62, 12-23, 29-46, y 78-80 mg kg⁻¹ para Fe, Mn, Cu, Zn y Mg, respectivamente, permanecieron dentro de los rangos de suficiencia de acuerdo a la literatura, ii) la incidencia de peca de la guayaba fue independiente de los estados nutrimentales de los huertos, iii) la aplicación de fertilizantes foliares orgánico-minerales no disminuyó la incidencia de peca de la guayaba, sólo aumentó los niveles de P, Ca y Mn en el follaje, iv) en general la fertilización foliar contribuyó a mantener los niveles nutrimentales dentro del óptimo o superior a la referencia.

NUTRITIONAL DEFICIENCIES IN GUAVA ORCHARDS AND ITS RELATION WITH THE RED SPOT INCIDENCE IN FRUIT

Israel Cardoso Del Río, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2010

ABSTRACT

In order to identify nutritional deficiencies related to the incidence of guava freckle at the eastern region of Michoacan, soil and foliar samples were done on May 8, 2007 to obtain a preliminary diagnosis for subsequent treatments with foliar application that will offset any possible deficiencies related to the damage of freckle in fruit, in three orchards from Zitácuaro, Juárez y Jungapeo towns. The foliar treatments evaluated were: 1) fertilization mineral, using NV3 formulation, consisting in 1.0, 1.0, 2.0, 2.0, 2.0, 0.03, 0.05, 0.02, 0.05 y 0.02 g L⁻¹ of Urea, MgSO₄, KNO₃, CaNO₃, KH₂PO₄, H₃BO₃, MnSO₄ 4H₂O, CuSO₄ 5H₂O, ZnSO₄ 7H₂O y FeEDTA, respectively; 2) fertilization organic-mineral, consisting in NV3 formulation and honey bee (20 mL L⁻¹); 3) fungicide application, using Carbendazim active ingredient at 1.5 g L⁻¹ doses; and 4) the witness, without foliar applications. Seven applications were done, one every 21 days from June 15, 2007. The three orchards were pruned 30, 85 and 68 days respectively before sampling. Two more foliage samplings were done at 108 and 171 days after diagnosis sampling. The results showed that: i) diagnosis sampling ranges of nutrient concentrations were 16.9-20.9, 1.7-2.8, 6.4-10, 7.9-10 and 3.1-3.2 g kg⁻¹ for N, P, K, Ca y Mg respectively, and between 128-243, 38-62, 12-23, 29-46 and 78-80 mg kg⁻¹ for Fe, Mn, Cu, Zn and Mg respectively, remained within the ranges of proficiency according to literature, ii) red spot incidence of guava was independent of nutritional status of orchards, iii) foliar application of organic-mineral fertilizers did not decrease the incidence of freckle of guava, only increased the levels of P, Ca and Mn in the foliage, iv) in general, foliar fertilization helped to maintain optimal nutritional levels within or above the reference.

CONTENIDO

RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
1 INTRODUCCIÓN	1
2 REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1 Producción mundial	2
2.2 Producción nacional	2
2.3 Producción estatal	2
2.4 Características de la zona productora de guayaba en Michoacán.....	3
2.5 Estacionalidad de la producción.....	3
2.6 Características de la guayaba	5
2.6.1 Taxonomía.....	5
2.6.2 Descripción botánica.....	5
2.6.3 Variedades.....	6
2.7 Requerimientos ambientales del guayabo.....	6
2.7.1 Disponibilidad de agua	7
2.7.2 Temperatura	7
2.7.3 Suelo.....	7
2.8 Manejo del huerto	8
2.8.1 Establecimiento del huerto.....	8
2.8.2 Fertilización.....	8
2.8.3 “Calmeo”	10
2.9 Características de la peca o baqueteado de la guayaba	10
2.10 Conclusión de la revisión de literatura.....	11
3 OBJETIVOS	12
3.1 Objetivo general	12
3.2 Objetivos particulares.....	12
4 HIPÓTESIS	13
4.1 Hipótesis general	13

4.2	Hipótesis particulares.....	13
5	MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
5.1	Localización del experimento.....	14
5.2	Material vegetal.....	15
5.3	Diagnóstico inicial de la fertilidad del suelo.....	15
5.4	Diagnóstico nutrimental de follaje.....	16
5.5	Descripción de tratamientos.....	18
5.6	Distribución de tratamientos.....	19
5.7	Aplicaciones foliares.....	21
5.8	Manejo del huerto.....	21
5.9	Concentración nutrimental en diferentes etapas de muestreo.....	22
5.10	Calculo de índices de desequilibrio nutrimental.....	22
5.11	Evaluación de incidencia y severidad de peca.....	23
5.12	Postcosecha de fruto.....	24
5.13	Diagnóstico final de la fertilidad de suelo.....	24
5.14	Cambios estructurales en el tejido vegetal.....	25
5.15	Metodología de análisis de datos.....	25
6	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
6.1	Huerto comercial “La Joyita”, Zitácuaro.....	26
6.1.1	Actividades realizadas y fenología del huerto.....	26
6.1.2	Diagnóstico inicial de suelo.....	26
6.1.3	Diagnóstico nutrimental de follaje.....	27
6.1.4	Concentración nutrimental del follaje en diferentes etapas de muestreo.....	27
6.1.5	Dinámica nutrimental del follaje durante la etapa experimental.....	29
6.1.6	Índices nutrimentales.....	32
6.2	Huerto comercial “Odales”, Juárez.....	33
6.2.1	Actividades realizadas y fenología del huerto.....	33
6.2.2	Diagnóstico inicial de suelo.....	33
6.2.3	Diagnóstico nutrimental de follaje.....	34
6.2.4	Concentración nutrimental del follaje en diferentes etapas de muestreo.....	34
6.2.5	Dinámica nutrimental del follaje durante la etapa experimental.....	36
6.2.6	Índices nutrimentales.....	39
6.3	Huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo.....	40

6.3.1	Actividades realizadas y fenología del huerto	40
6.3.2	Diagnóstico inicial de suelo.....	40
6.3.3	Diagnóstico nutrimental de follaje	41
6.3.4	Concentración nutrimental del follaje en diferentes etapas de muestreo	41
6.3.5	Dinámica nutrimental del follaje durante la etapa experimental.	43
6.3.6	Índices nutrimentales	46
6.4	Dinámica nutrimental del follaje de los huertos.	47
6.5	Índices nutrimentales de los huertos.	47
6.6	Diagnóstico nutrimental de fruto.....	48
6.6.1	Huerto comercial “La Joyita”, Zitácuaro	48
6.6.2	Huerto comercial “Odales”, Juárez	49
6.6.3	Huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo.....	51
6.7	Diagnóstico final de la fertilidad de suelo.....	53
6.8	Cambios estructurales en el tejido vegetal.....	54
7	CONCLUSIÓN.....	56
7.1	General.....	56
7.2	Particulares.....	56
	LITERATURA CITADA.....	57
	ANEXOS.....	62

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Indicadores sobre producción de guayaba en el estado de Michoacán.....	3
Cuadro 2. Extracción nutrimental de una huerta de guayaba.....	8
Cuadro 3. Condiciones de los huertos al momento de iniciar los tratamientos.....	15
Cuadro 4. Determinaciones realizadas en las muestras de suelo.....	16
Cuadro 5. Determinaciones realizadas en las muestras de tejido vegetal.....	17
Cuadro 6. Tratamientos establecidos en cada uno de los huertos en estudio.....	18
Cuadro 7. Formulación foliar empleada para corregir deficiencias (NV3).....	19
Cuadro 8. Asignación de tratamientos.....	21
Cuadro 9. Fechas de aplicación de los tratamientos foliares.....	21
Cuadro 10. Características físico-químicas del suelo proveniente del huerto comercial “La Joyita”, Zitácuaro.....	27
Cuadro 11. Concentración nutrimental en follaje proveniente del huerto comercial “La Joyita”, Zitácuaro.....	27
Cuadro 12. Comparación de medias de concentración nutrimental de hojas de guayabo entre tratamientos del huerto comercial “La Joyita”, Zitácuaro, en el primer muestreo foliar, 108 días después de la primera fertilización foliar.	28
Cuadro 13. Comparación de medias de concentración nutrimental de hojas de guayabo entre tratamientos del huerto comercial “La Joyita”, Zitácuaro, en el segundo muestreo foliar, 171 días después de la primera fertilización foliar.....	29
Cuadro 14. Índices nutrimentales (DOP) en hojas de guayabo para muestreo diagnóstico, proveniente del huerto comercial “La Joyita”, Zitácuaro.....	32
Cuadro 15. Índices nutrimentales (DOP) en hojas de guayabo en el huerto comercial “La Joyita”, Zitácuaro, en el primer muestreo foliar, 108 días después de la primera fertilización foliar.....	32
Cuadro 16. Índices nutrimentales (DOP) en hojas de guayabo en el huerto comercial “La Joyita”, Zitácuaro, en el segundo muestreo foliar, 171 días después de la primera fertilización foliar.....	32
Cuadro 17. Características físico-químicas del suelo proveniente del huerto comercial “Odales”, Juárez.....	34

Cuadro 18. Concentración nutrimental en follaje proveniente del huerto comercial “Odales”, Juárez.	34
Cuadro 19. Comparación de medias de concentración nutrimental de hojas de guayabo entre tratamientos del huerto comercial “Odales”, Juárez, en el primer muestreo foliar, 108 días después de la primera fertilización foliar. 35	
Cuadro 20. Comparación de medias de concentración nutrimental de hojas de guayabo entre tratamientos del huerto comercial “Odales”, Juárez, en el segundo muestreo foliar, 171 días después de la primera fertilización foliar.	36
Cuadro 21. Índices nutrimentales (DOP) en hojas de guayabo para muestreo diagnóstico, proveniente del huerto comercial “Odales”, Juárez.	39
Cuadro 22. Índices nutrimentales (DOP) en hojas de guayabo en el huerto comercial “Odales”, Juárez, en el primer muestreo foliar, 108 días después de la primera fertilización foliar.	39
Cuadro 23. Índices nutrimentales (DOP) en hojas de guayabo en el huerto comercial “Odales”, Juárez, en el segundo muestreo foliar, 171 días después de la primera fertilización foliar.	39
Cuadro 24. Características físico-químicas del suelo proveniente del huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo.....	41
Cuadro 25. Concentración nutrimental en follaje proveniente del huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo.....	41
Cuadro 26. Comparación de medias de concentración nutrimental de hojas de guayabo entre tratamientos del huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo, en el primer muestreo foliar, 108 días después de la primera fertilización foliar.....	42
Cuadro 27. Comparación de medias de concentración nutrimental de hojas de guayabo entre tratamientos del huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo, en el segundo muestreo foliar, 171 días después de la primera fertilización foliar.....	43
Cuadro 28. Índices nutrimentales (DOP) en hojas de guayabo para muestreo diagnóstico, proveniente del huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo.....	46
Cuadro 29. Índices nutrimentales (DOP) en hojas de guayabo en el huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo, en el primer muestreo foliar, 108 días después de la primera fertilización foliar.	46

Cuadro 30. Índices nutrimentales (DOP) en hojas de guayabo en el huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo, en el segundo muestreo foliar, 171 días después de la primera fertilización foliar.	46
Cuadro 31. Comparación de medias de concentración nutrimental en frutos de guayabo entre tratamientos del huerto comercial “La Joyita”, Zitácuaro, en el muestreo del día 2 de noviembre de 2007.....	48
Cuadro 32. Comparación de medias de concentración nutrimental en frutos de guayabo entre tratamientos del huerto comercial “Odales”, Juárez, en el primer muestreo del día 21 de septiembre de 2007.	49
Cuadro 33. Comparación de medias de concentración nutrimental en frutos de guayabo entre tratamientos del huerto comercial “Odales”, Juárez, en el segundo muestreo del día 28 de septiembre de 2007.....	50
Cuadro 34. Comparación de medias de concentración nutrimental en frutos de guayabo entre tratamientos del huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo, en el primer muestreo del día 21 de septiembre de 2007.....	51
Cuadro 35. Comparación de medias de concentración nutrimental en frutos de guayabo entre tratamientos del huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo, en el segundo muestreo del día 28 de septiembre de 2007.	52
Cuadro 36. Conteos de elementos detectados por el microscopio de barrido y espectrometría de dispersión de rayos X.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de la producción de guayaba en el estado de Michoacán y en el ámbito Nacional.	4
Figura 2. Superficie plantada con guayaba en miles de hectáreas en Michoacán.	14
Figura 3. Croquis del diseño experimental implementado en el huerto comercial “La Joyita”, Zitácuaro.....	19
Figura 4. Croquis del diseño experimental implementado en el huerto comercial “Odales”, Juárez.....	20
Figura 5. Croquis del diseño experimental implementado en el huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo.	20
Figura 6. Escala empleada para clasificar los frutos según la severidad de peca.	24
Figura 7. Fenología y actividades realizadas en el huerto comercial “La Joyita”, Zitácuaro.....	26
Figura 8. Concentración de macronutrientes en hojas de guayabo en tres fechas de muestreo en el huerto comercial “La Joyita”, Zitácuaro.	30
Figura 9. Concentración de micronutrientes en hojas de guayabo en tres fechas de muestreo en el huerto comercial “La Joyita”, Zitácuaro.	31
Figura 10. Fenología y actividades realizadas en el huerto comercial “Odales”, Juárez.	33
Figura 11. Concentración de macronutrientes en hojas de guayabo en tres fechas de muestreo en el huerto comercial “Odales”, Juárez.	37
Figura 12. Concentración de micronutrientes en hojas de guayabo en tres fechas de muestreo en el huerto comercial “Odales”, Juárez.	38
Figura 13. Fenología y actividades realizadas en el huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo.....	40
Figura 14. Concentración de macronutrientes en hojas de guayabo en tres fechas de muestreo en el huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo.....	44
Figura 15. Concentración de micronutrientes en hojas de guayabo en tres fechas de muestreo en el huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo.....	45
Figura 16. Frutos de guayaba con “Peca” encontrados en campo.	55
Figura 17. Imágenes obtenidas con el microscopio electrónico de barrido de la epidermis a diferentes distancias (a y b), apariencia de una peca aislada (c) y corte longitudinal de un segmento afectados con peca (d).	55

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Características de los sitios donde se establecieron los experimentos.	62
Anexo 2. Fenología y actividades realizadas en los tres huertos estudiados.	63
Anexo 3. Actividades realizadas durante la fase de campo en los tres huertos comerciales “Odales”, “La Joyita” y “La Soledad”.	64
Anexo 4. Análisis químico de suelo del muestreo del día 8 de mayo de 2007.	65
Anexo 5. Análisis químico de suelo del muestreo del día 30 de octubre de 2007.	67
Anexo 6. Referencias para la interpretación de los análisis químicos de suelo.	69
Anexo 7. Referencias para la interpretación de los análisis químicos follaje en guayabo.	69

DEFICIENCIAS NUTRIMENTALES EN HUERTOS DE GUAYABA Y SU RELACIÓN CON LA INCIDENCIA DE PECA EN FRUTO

1 INTRODUCCIÓN

En México, el valor de producción de guayaba (*Psidium guajava* L.) es superior a 863 millones de pesos, con una producción anual de 302.6 mil toneladas, los principales estados productores son: Aguascalientes, Michoacán y Zacatecas, con 89% de las 23 mil hectáreas cultivadas en el país. Se estima que la producción de guayaba en el estado de Michoacán genera 2.5 millones de jornales al año, lo que además da importancia social, ya que dicho cultivo representa una fuente de empleo para la población.

El estado de Michoacán se ha convertido en el principal productor de guayaba a nivel nacional, con una producción aproximada de 140 mil toneladas. Aunque México tiene una reconocida tradición en el cultivo de guayabo principalmente en los estados de Zacatecas y Aguascalientes, las condiciones específicas de cada estado son diferentes a las características de la región oriente del estado de Michoacán, por lo tanto es trascendente estudiar las características ambientales de ésta región productora, previendo la proliferación de problemas de índole nutricional y fitosanitarios.

A finales de 2006 y durante 2007, según información no publicada aún, autoridades agrícolas de Michoacán reportan que muchos productores de guayaba tuvieron problemas fitosanitarios con una enfermedad o fisiopatía conocida como peca de la guayaba, situación que disminuyó la calidad de la fruta, a tal grado que algunos productores se vieron orillados a no cosechar, a causa de los bajos precios ofertados por los intermediarios, que en ocasiones no alcanzaba, ni para pagar la mano de obra necesaria para la cosecha. Dicho fenómeno se ha asociado, entre otros factores, con deficiencias nutrimentales, por lo tanto el objetivo de la presente investigación es identificar las deficiencias nutrimentales de guayabo relacionadas con la peca y corregirlas por medio de la fertilización foliar para incrementar la calidad comercial de fruto.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Producción mundial

El cultivo de guayabo, en la producción mundial de frutales perennes, representa 2.8% del valor total (ASERCA, 1998).

Los principales países productores de guayaba son India y México con 200 y 115 mil toneladas, en superficies de 60 mil y 20 mil hectáreas, respectivamente. Otras 65 mil toneladas son producidas entre Egipto, Venezuela, Jamaica, Sudáfrica, Australia y Estados Unidos de América (Cortés *et al.*, 1994; González *et al.*, 2002).

Aunque en México la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) en su base de datos SIACON reporta una producción nacional de 302.6 mil toneladas para el año 2004 (con lo que se supera a la producción de India) (ASERCA, 1998), este incremento en la producción de guayaba está influenciado por la tasa de crecimiento de 334% anual en la superficie dedicada a su cultivo en el estado de Michoacán de 1995 a 2005 (Sánchez, 2007).

2.2 Producción nacional

Los estados con una tradición en la producción de guayaba son Michoacán Aguascalientes y Zacatecas, con 128, 107.8 y 44.4 mil toneladas, respectivamente (SAGARPA, 2006). En la actualidad, la guayaba se produce de manera comercial en 19 estados, Michoacán es el principal productor de guayaba con una producción proyectada de 140 mil toneladas para 2007, sustituyendo a Aguascalientes anterior poseedor de dicho sitio.

2.3 Producción estatal

En Michoacán son 36 los municipios donde se produce la guayaba de manera comercial (Cuadro 1), los que destacan en cuanto a producción se localizan en la zona oriente, estos son Jungapeo, Juárez y Zitácuaro, con 35.3, 32 y 24 mil toneladas respectivamente, representando 76.78% de la producción estatal. Además, estos municipios son los que tienen mayores rendimientos (más de 1400 g m⁻²).

Cuadro 1. Indicadores sobre producción de guayaba en el estado de Michoacán.

Localidad	Superficie sembrada (hectáreas)	Superficie cosechada (hectáreas)	Volumen de producción (t)	Rendimiento (g m ⁻²)	Precio medio rural (\$ t ⁻¹)
Jungapeo	2700	2525	35350	1400	2848
Juárez	2020	1883	32011	1700	2800
Zitácuaro	1550	1337	24066	1800	2600
Susupuato	430	396	7128	1800	2452
Nuevo Urecho	306	305	3632	1190	1706
Tuzantla	294	294	3822	1300	2000
Tuxpan	195	182	3276	1800	2850
Ario	160	160	1056	660	6000
Zinapecuaro	120	120	820	680	3850
Resto *	743*	695*	5792*	690**	2722.8**
TOTAL	8518	7897	116953	860	2795

* Corresponde a la suma de 27 municipios productores de guayaba restantes.

** Corresponde a la media de 27 municipios productores de guayaba restantes.

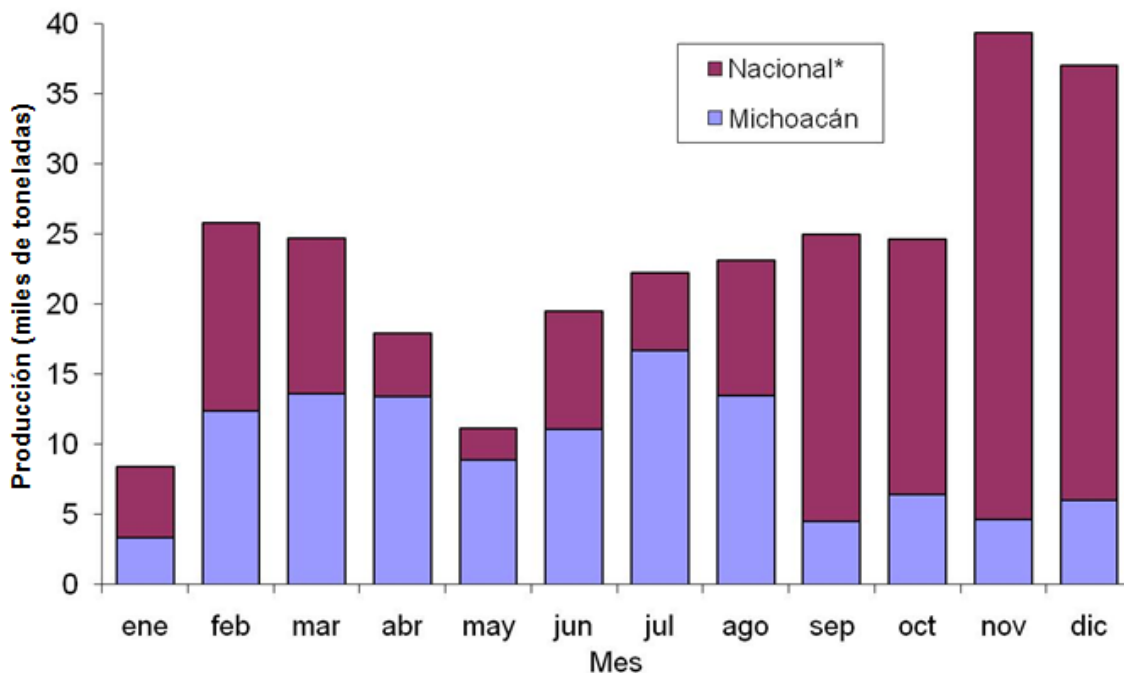
SAGARPA, 2006.

2.4 Características de la zona productora de guayaba en Michoacán

Se localiza al este del estado de Michoacán, entre las coordenadas 19° 19' N y 100° 30' O, en una altura de 1300 a 1940 m. Su relieve lo constituye el sistema volcánico transversal y la sierra de Zitácuaro. Su clima es templado y en algunas partes tropical, con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual entre 813.2 y 1244.5 mm y temperaturas que oscilan de 9.3 a 28.2 °C (Anexo 1). Los suelos predominantes en la región son del tipo podzólico, andosol, vertisol y gleysol; sus principales usos son forestal y en menor proporción agrícola y ganadero (SEGOB, 2005).

2.5 Estacionalidad de la producción

La producción de guayaba en Michoacán presenta dos picos de producción, uno en febrero y marzo, y otro en julio y agosto (Figura 1), y durante todo el año presenta una variación menor a 11.65%, esto puede ser considerado como una ventaja comparativa, al cosechar antes del principal pico de producción nacional donde los precios tienden a disminuir por el exceso de producto ofertado, que se presenta en los meses de septiembre a diciembre (SAGARPA, 2006; Damián *et al.* 2004).



* Se considera como producción nacional la proveniente de los 5 principales estados productores: Aguascalientes, Jalisco, México, Michoacán y Zacatecas.

SAGARPA, 2006.

Figura 1. Distribución de la producción de guayaba en el estado de Michoacán y en el ámbito Nacional.

De la producción total para la industria se destina de 8 a 13%, donde tiene usos como la obtención de Vitaminas o flavonoides (Vargas *et al.*, 2006), y de 87 a 92% para consumirse como fruta fresca, los mercados más importantes son las ciudades: Distrito Federal, Guadalajara, Monterrey, León, Puebla y Torreón (Montiel y Avelar, 2001). No obstante, el mercado de exportación es una alternativa atractiva para los productores michoacanos de guayaba, ya que después del aguacate y el mango procesado, la guayaba puede ser el tercer fruto que logre posicionarse de manera importante en el mercado hispano (Ayala, 2005).

2.6 Características de la guayaba

2.6.1 Taxonomía

La clasificación taxonómica de la guayaba es:

Reino: Vegetal

Subreino: Fanerógamas

Clase: Angiospermas

Subclase: Dicotiledoneas

Subdivisión: Lignosae

Orden: Myrtaceles

Familia: Myrtacea

Genero: *Psidium*

Especie: *P. guajava*

2.6.2 Descripción botánica

Es una planta arbórea o arbustiva que alcanza una altura de 3 a 10 m y su fruto se conoce como guayaba (Caamal, 2001). Tiene un tallo corto y torcido, ramifica libremente cerca del suelo y puede llegar a ser más denso. En la corteza de sus troncos y ramas existen felógenos de distintos colores (verde, café, entre otros), que forman capas de corcho que se desprenden en escamas o pedacitos (Mata y Rodríguez, 2000).

Las hojas del guayabo son de color verde claro u oscuro, ovales, oblongas u oblongo-elípticas, y entrecruzadas o dísticas hacia el ápice de las ramas; miden de 3 a 6.5 cm de ancho y de 5 a 15 cm de largo; presentan de 10 a 25 nervaduras laterales y prominentes de color amarillo verdoso; tienen pubescencia fina en el envés, especialmente cuando son jóvenes; su pecíolo es corto de 0.3 a 1.5 cm de longitud; las bases obtusas, redondeadas o subcordadas; los ápices obtusamente acuminados o recortados y puntiagudos, y sus bordes son lisos (Mata y Rodríguez, 2000).

Las flores se desarrollan en las axilas de la hojas, en ocasiones son solitarias, pero generalmente son cimas, y la inflorescencia es ramificada; son bisexuales, los sépalos generalmente están separados e imbricados; también nacen en grupos de dos a tres, y rara vez son terminales (Mata y Rodríguez, 2000; Caamal, 2001).

Los frutos son bayas de hasta 8 cm de diámetro, de globosas a ovoides con el cáliz persistente, carnosas de color crema a rosado, de olor fragante y sabor agridulce; con abundante contenido de semillas de 3 a 5 mm rodeadas de una pulpa amarillenta de sabor muy agradable y comestible (Caamal, 2001).

La raíz es superficial, sin embargo, mediciones realizadas demuestran que puede ser profunda y extensa, característica que depende del tipo de suelo; la raíz del guayabo posee una gran capacidad de absorción, puesto que está formada por una gran cantidad de raicillas de 1 mm o más de diámetro (Samson, 1991).

2.6.3 Variedades

A la fecha, en la República Mexicana no se cuenta con un programa de selección nacional, y los intentos son en ámbitos locales (Mondragón *et al.*, 2009). Los cultivares criollos disponibles son los regionales como: calvillo, china, media, la labor, acaponeta, callame, selección media china, criolla de mascotas, entre otras; siendo la media china, criolla de mascotas y china las más difundidas (Mata y Rodríguez, 2000).

Debido a que en las regiones productoras de Zacatecas y Aguascalientes, en un inicio, el guayabo fue propagado a través de semilla, se provocó una gran variabilidad fenotípica, existiendo árboles con forma de fruto redondo, aplanado u ovoide, con pulpa de color blanca, amarilla y rosa, con peso promedio de fruto de 58 a 211 g y un número de semillas por fruto de 40 a 435 (González *et al.*, 2002).

2.7 Requerimientos ambientales del guayabo

Esta especie es originaria de América y a pesar de su origen tropical, las condiciones climáticas a las que el guayabo se adapta son amplias, prefiriendo los climas secos (Chávez y Rivas, 2005). Su área ecológica se encuentra en la faja paralela al ecuador terrestre, con límites que no van más allá del paralelo 30° de cada hemisferio. En áreas libres de heladas puede desarrollar en altitudes superiores a 1500 m. En México se cultiva en altitudes desde 50 hasta 1800 m (González, 1989; Mata y Rodríguez, 2000).

2.7.1 Disponibilidad de agua

Precipitaciones anuales de 1000 a 1800 mm y humedad relativa entre 36 y 96% son considerados propicios para un buen desarrollo del guayabo, sin embargo, para que ocurra una floración abundante se requiere de una época seca definida y humedad relativa de 78% (Mata y Rodríguez, 2000). Aunque el guayabo posee la habilidad de establecerse en condiciones extremas de disponibilidad de agua, en México las regiones con precipitación anual entre 600 y 700 mm son consideradas como idóneas para su explotación comercial. (González, 1989).

2.7.2 Temperatura

La temperatura óptima para el guayabo oscila entre 23 y 28 °C, llegando a tolerar temperaturas de 45 °C o más, por el contrario es una especie sensible a las heladas, sin embargo, cuando es afectada por éstas, la planta se recupera fácilmente. Variaciones de temperatura entre el día y la noche de 8 a 10 °C favorece la formación de azúcares (González, 1989; Mata y Rodríguez, 2000).

2.7.3 Suelo

El guayabo es poco exigente a las condiciones del suelo, por tener un sistema radical fasciculado (Mata y Rodríguez, 2000) puede llegar a desarrollarse en suelos superficiales siempre y cuando estén bien drenados. Sin embargo las mejores producciones se obtienen en suelos aluviales profundos y ricos (González, 1989).

El rango de pH edáfico donde puede prosperar este frutal oscila entre 4.5 y 9.4 (González *et al.*, 2002), pero para una óptima producción los niveles deben estar entre 5 y 7 (Mata y Rodríguez, 2000).

2.8 Manejo del huerto

2.8.1 Establecimiento del huerto

La plantación se realiza en línea recta para terrenos planos, y para terrenos inclinados se sigue el contorno del mismo, con base a los sistemas de “tres bolillo” y “marco real”. Las distancias utilizadas son de 3 x 3, 3 x 4, 4 x 4, 4 x 5, 4 x 6, 4 x 8 m para árboles manejados como setos, mientras que para árboles o arbustos se prefieren de 5 x 5, 6 x 6, 6 x 7.5 hasta 7 x 7. Con el sistema “tres bolillo” se tiene 15% de incremento en los árboles por hectárea.

2.8.2 Fertilización

La fertilización consiste en añadir al terreno abonos orgánicos y minerales, o también, correctores y enmiendas, para elevar el nivel nutricional de los árboles e incrementar el rendimiento y calidad de la cosecha (Bashir *et al.*, 2009).

El guayabo es considerado como un árbol rústico que tolera suelos ácidos y alcalinos; sin embargo, para obtener rendimientos satisfactorios es necesario completar sus exigencias nutrimentales. El guayabo requiere de 14 elementos químicos para su buen desarrollo, estos son: C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, B, Fe, Mn y Cu. Para una fertilización óptima se requiere conocer la demanda nutrimental del cultivo y diagnosticar, mediante el análisis del suelo y foliar, el estado nutrimental del mismo (González *et al.*, 2002). El Cuadro 2, muestra en promedio las cantidades estimadas de nutrimentos extraídos por metro cuadrado para producir 100 g de fruta, se considera una densidad de población de 285 árboles por hectárea.

Cuadro 2. Extracción nutrimental de una huerta de guayaba.

Elemento (g m ⁻²) [†]										
N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
0.74	0.06	0.59	0.65	0.18	0.14	0.002	0.012	0.020	0.028	0.002

[†] Cantidad extraída por metro cuadrado para producir 100 g de fruta.

González *et al.*, 2002.

La fertilización edáfica con N, P y K, y foliar con microelementos aumentan el rendimiento entre 45 y 72%; así mismo, incrementa 52% la cantidad de frutos clasificados como primera (Nieto, 1996).

En estudios realizados en el campo experimental de los Cañones del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) se ha encontrado respuesta en rendimiento y calidad de la fruta a la aplicación de los tres elementos mayores N, P y K, donde existe una tendencia a mantener el equilibrio de 1:1:1 entre éstos.

El tipo de fertilizante a utilizar se determinara con base a un análisis de suelo y follaje, vigor de la planta, sanidad, producción del ciclo anterior. González *et al.* (2002) mencionan que para el primer año de establecido el cultivo se aplica la fórmula 01-01-01[¶] para el segundo año 02-02-02[¶]; para el tercero 04-04-04[¶]; y del cuarto año en adelante 06-06-06[¶]. Para plantas en producción se han tenido buenos resultados con la aplicación de este último tratamiento en huertas donde se aplica estiércol, mientras que en sitios donde no se aplica estiércol se sugiere utilizar la fórmula 09-08-08[¶].

Padilla *et al.* (1999) mencionan que en el INIFAP, campo experimental el Pabellón, Aguascalientes, México, para que la práctica de fertilización sea eficiente, es necesario tener presente las siguientes indicaciones:

Aplicar el fertilizante alrededor del tallo, para lo cual se realiza una pequeña zanja de 10 a 15 cm de profundidad a 70 ó 80 cm de distancia del tallo. Donde se distribuye de manera uniforme el fertilizante asignado, posteriormente, el fertilizante se cubre con suelo y se aplica el riego para facilitar la incorporación del producto. Cuando la planta este en desarrollo, la aplicación del fertilizante debe realizarse al inicio de la brotación. Para árboles en producción se recomienda hacer las aplicaciones en dos partes: la mitad del N, todo el P y K en el primer riego al romper el “calmeo”, con lo que la planta iniciará su brotación de manera vigorosa; la segunda mitad del N se aplicara 60 días después del riego inicial.

No es conveniente realizar aplicaciones de N durante el desarrollo del fruto ya que retrasa la maduración o provoca que el fruto caiga prematuramente del árbol.

[¶]Gramos de por metro cuadrado de N, P y K, respectivamente.

2.8.3 “Calmeo”

Esta práctica es empleada por los productores para inducir al árbol a una etapa de estrés hídrico mediante la suspensión de riego de uno a seis meses durante la época seca, ocasionando que el árbol se defolie por completo, con lo que pasa a un estado de quiescencia, aunque se mantiene vivo con las raicillas que se encuentran a más de 60 cm de profundidad; este estado es roto con el primer riego o lluvia, con el cual se vuelve a reactivar el árbol (González *et al.* 2002). Esta práctica se realiza después de la cosecha y su duración definirá en que época se volverá a cosechar, ya que una vez reactivado el árbol, se obtienen cosechas a los 6 ó 7 meses dependiendo de las temperaturas del lugar. Técnicamente se considera al “calmeo” como una práctica perjudicial para la sanidad del árbol, ya que ésta destruye una gran cantidad de pequeñas raíces funcionales localizadas en los primeros 30 cm de profundidad, lo cual conlleva un gasto de energía extra para reponerlas, y si el estrés hídrico es demasiado prolongado, es posible afectar la fase reproductiva del árbol.

2.9 Características de la peca o baqueteado de la guayaba

Son pequeñas lesiones en los frutos, necrosadas, rodeadas por un halo rojizo, solitarias y circulares (con diámetro de 2 mm); sin embargo, en ataques severos se unen (perdiendo la forma circular) y llegan a cubrir una porción considerable del fruto, lo que demerita su calidad y por lo tanto el precio ofertado por estos frutos. Los ataques son sólo a nivel de epidermis. Se presenta a partir de septiembre cuando hay temperaturas bajas y presencia de rocío (González *et al.*, 2002).

Nieto (1996), realizó aislamientos de frutos procedente de Calvillo, Aguascalientes y de Uruapan, Michoacán. En 100 siembras que realizó, no logró aislar algún hongo o bacteria patógena, señala que la reducción en la severidad de las enfermedades está relacionado con una buena nutrición del cultivo, encontró que Zn y Cu disminuyeron significativamente la severidad de la peca de la guayaba, logrando con la interacción de ambos, eliminar la presencia de esta alteración; además Zn y Mn favorecieron en 30 y 50% respectivamente la firmeza de los frutos. Domínguez (1993), estableció una relación inversamente proporcional entre la severidad de la peca y la concentración de Cu, Zn y Mn.

2.10 Conclusión de la revisión de literatura

La región oriente del estado de Michoacán reúne condiciones favorables para el cultivo de guayabo, como lo demuestra el vertiginoso crecimiento que, en los últimos años, ha tenido la superficie cultivada. Además, los rendimientos logrados en dicha región son altos comparados con el rendimiento medio nacional.

El cultivo de guayabo, aunque se adapta a una amplia gama de ambientes es necesario brindarle las condiciones óptimas, para que logre expresar su máximo potencial genético.

Dado que los suelos donde se cultiva este frutal son del tipo vertisol, presentarán problemas con deficiencias de elementos minerales tales como: P, B, Mn, Cu y Zn, por lo tanto, los frutales al estar deficientes en nutrimentos son más propensos a la incidencia de plagas y enfermedades.

En México, son pocos o someros los estudios científicos referentes al cultivo de guayaba, sobre todo al diagnóstico y control de la nutrición y fitosanidad.

El control de enfermedades depende de un manejo integrado que involucre disminuir el deterioro ambiental, no afecte la salud humana y mantenga la economía del productor.

El problema conocido como peca de la guayaba es una limitante importante, para la economía del productor rural, ya que los daños que ocasiona, aunque son superficiales a nivel epidermis sin llegar a dañar la calidad interna, como pudiera suceder con otros daños por enfermedades o insectos, es un factor que deja indefenso al productor ante los intermediarios que buscan cualquier motivo para pagar un menor precio por la cosecha.

En México, son pocos los estudios científicos que se tienen reportados para la solución o disminución de la peca de la guayaba, el problema limita la comercialización y exportación de la guayaba, su etiología es desconocida y algunos autores la reportan como una característica intrínseca de la variedad. Existen reportes de una relación inversa entre la severidad de la peca y la concentración de Cu, Zn y Mn.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

- Identificar las deficiencias nutrimentales del guayabo relacionadas con la incidencia de peca de la guayaba en los huertos de la región oriente del estado de Michoacán, dedicados a la producción de guayaba.

3.2 Objetivos particulares

- Estudiar las deficiencias nutrimentales más comunes en los huertos de guayabo.
- Relacionar la aplicación de fertilizantes foliares orgánico-minerales, minerales y fungicida con la incidencia y severidad de la peca de guayaba y calidad de fruto.
- Describir el daño ocasionado por la peca de la guayaba a nivel epidermis mediante microscopia electrónica de barrido.

4 HIPÓTESIS

4.1 Hipótesis general

Los huertos con deficiencias de nutrimentos presentan mayor incidencia de peca de la guayaba en los huertos de la región oriente del estado de Michoacán, dedicados a la producción de guayaba.

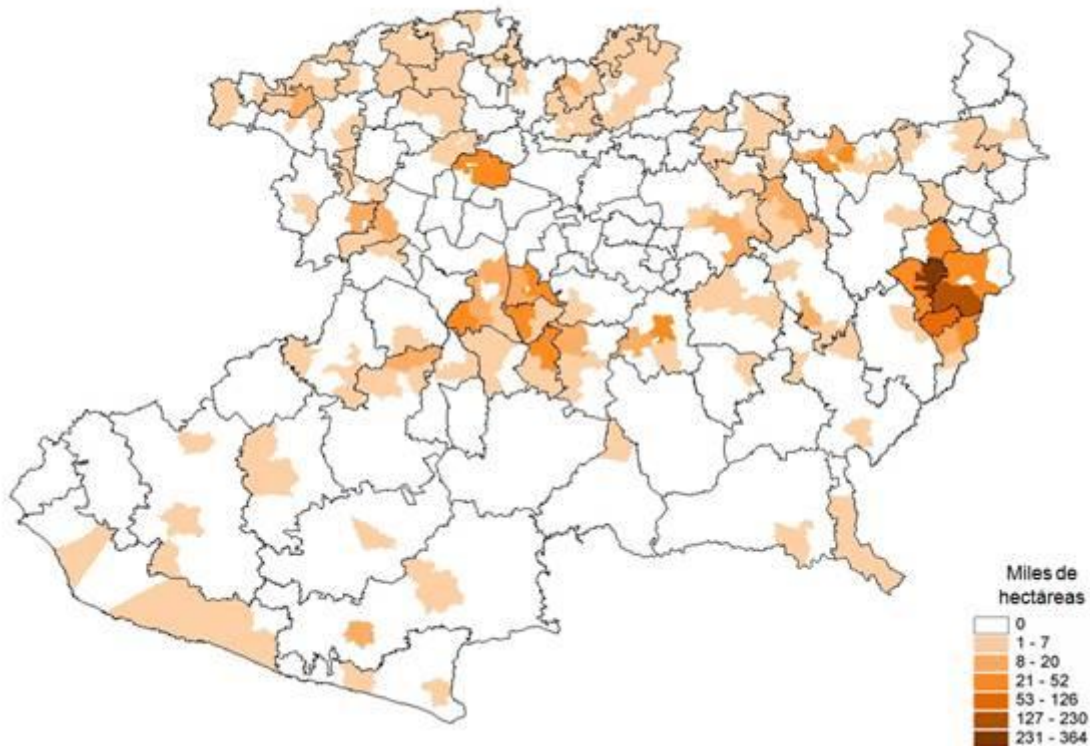
4.2 Hipótesis particulares

- Las deficiencias nutrimentales más comunes en los huertos de guayabo son P, B, Mn, Cu y Zn.
- La aplicación de fertilizantes foliares orgánico-minerales que incluyan los nutrimentos deficientes disminuirán la incidencia de peca de la guayaba y mejoraran la calidad del fruto.
- Existen cambios estructurales en la epidermis a causa de las lesiones identificadas como peca de la guayaba.

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Localización del experimento

En la zona oriente del estado de Michoacán se seleccionaron los municipios de Zitácuaro, Jungapeo y Juárez (Figura 2), los cuales en conjunto representan alrededor de 80% de la producción estatal.



ASERCA, 1998.

Figura 2. Superficie plantada con guayaba en miles de hectáreas en Michoacán.

En cada uno de estos municipios se seleccionó un huerto comercial en función a la facilidad de acceso, interés por parte del productor en participar en el proyecto y homogeneidad de los árboles en su edad, tamaño, distribución y sanidad. El Anexo 1 muestra la superficie los tres huertos seleccionados, la ubicación geográfica y las condiciones particulares encontradas, el día 8 de mayo de 2007, cuando iniciaron las actividades correspondientes a la fase experimental (Anexo 3). Las tres huertas son diferentes en el tiempo de su establecimiento así como las fechas de poda (Cuadro 3), motivo por el cual no será posible comparar las huertas y los resultados serán presentados por separado.

Cuadro 3. Condiciones de los huertos al momento de iniciar los tratamientos.

Huerto	Edad (años)	Características
“La Joyita”, Zitácuaro	10	El huerto tenía 30 días de haberse podado, aún no existían indicios de botones florales.
“Odales”, Juárez	15	El huerto tenía 85 días de haberse podado, ya se presentaban algunas flores abiertas.
“La Soledad”, Jungapeo	8	El huerto tenía 68 días de haberse podado, al momento de iniciar las actividades se encontraba en botón.

5.2 Material vegetal

En las huertas hay árboles de guayaba cultivar Media China, de una altura máxima de 2 m y diámetro de copa de 2.5 m, establecidas a campo abierto. El cultivar media China es el más común en todas las zonas productoras del país; se caracteriza por producir frutos ovoides, de pulpa blanca y cremosa, de tamaño aceptable comercialmente. En campo los árboles son medianos, de copa redondeada y no sobrepasan los 3 m de altura, a la edad de plena producción (Espinosa, 1987).

5.3 Diagnóstico inicial de la fertilidad del suelo

En el muestreo inicial de suelo, realizado el 8 de mayo de 2007, se consideró que los terrenos elegidos tienen pendiente menor de 30%, pero aun así se considerada como una pendiente fuerte, ya que para terrenos agrícolas se recomienda pendientes menores al 2%, por lo que el área de cada huerto se dividió en tres estratos en función a la pendiente en superior, media e inferior del terreno, en cada uno se realizaron submuestreos en forma de zigzag, tratando de obtener un número representativo de éstos. El muestreo se hizo a una profundidad de 40 cm, se hizo una muestra compuesta de 1 kg por cada estrato, esto con la finalidad de tener la mayor representatividad posible (Licon *et al.*, 2001). Las muestras compuestas se secaron a temperatura ambiente, se tamizaron con una malla de 2 mm y se colocaron en sobres de papel. Una vez obtenida la muestra seca y tamizada, se realizaron los análisis físicos y químicos (Cuadro 4), considerando tres repeticiones por muestra (Aguilar *et al.*, 1987), En el Laboratorio de Nutrición Vegetal “Salvador Alcalde Blanco” del Colegio de Postgraduados.

Cuadro 4. Determinaciones realizadas en las muestras de suelo.

Variable	Método
pH	Potenciómetro (relación suelo agua 1:2) (Jackson, 1964).
C.E.	Potenciómetro (Richards, 1990).
Materia Orgánica (M.O.)	Digestión Húmeda (Walkley y Black, 1947).
P disponible	Bray P1 (Bray y Kurtz, 1945).
C.I.C.	Extracción con acetato de amonio ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$) 1N a pH 7 y cuantificación por destilación y titulación con H_2SO_4 (Reyes, 1996).
K^+ y Na^+ intercambiables	Extracción con acetato de amonio ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$) 1N a pH 7 y cuantificación por Espectrofotometría de Emisión de Llama (Dewis y Freitas, 1984).
Ca^{2+} y Mg^{2+} intercambiables	Extracción con acetato de amonio ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$) 1N a pH 7 y titulación con EDTA (Chapman, 1965).
Cu, Fe, Zn y Mn	Extracción con DTPA (ácido dietilentriaminopentacético 0.005 M) (Linsay y Norvell, 1978) y cuantificado por absorción atómica mediante el Espectrofotómetro de Emisión Atómica con Inducción Acoplada con Plasma (ICP AES) (Al-Swaidan, 1994).
Textura	Hidrómetro de Bouyoucos (Bouyoucos, 1951).

5.4 Diagnóstico nutricional de follaje

En los mismos estratos asignados para el muestreo inicial de suelo, se procedió a realizar una colecta de follaje (Anexo 3), se siguió un patrón de zigzag, se eligieron árboles con diámetro de tallo y desarrollo similares, en cada uno se cortaron 40 hojas, a una altura media y de la parte media de brotes del ciclo productivo, sin fructificar y en cada punto cardinal (norte, este, sur y oeste), se colocaron dentro de bolsas de papel estraza (Chetri y Kar, 1999; Licon *et al.*, 2001; Guerra y Bautista, 2002).

Se lavaron las hojas con agua destilada para eliminar cualquier residuo que pudiera producir sesgo en el análisis químico (Marín *et al.*, 1999), se colocaron en una estufa de secado con aire forzado (marca SHEL LAB, modelo 1600 HAFO SERIES) por 72 horas a 70 °C. Una vez deshidratadas, las hojas se pulverizaron en un molino de cuchillas marca Wely, con criba de acero inoxidable y se tamizaron con un malla de 20 mm (Castelán y Becerril, 2004). Posteriormente el material se procesó para determinar las

variables (Cuadro 5) en el Laboratorio de Nutrición Vegetal “Salvador Alcalde Blanco” del Colegio de Postgraduados.

Cuadro 5. Determinaciones realizadas en las muestras de tejido vegetal.

Determinación	Método	
	Micro-Kjeldhal	ICP-EAS
	N _t [¶]	P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Zn, Mn y B

¶ N_t: Nitrógeno total. (Alcántar y Sandoval, 1999).

El nitrógeno total fue determinado mediante el método Micro-Kjeldhal (Bremmer y Breitenbeck, 1983). En tubos de ensayo para digestión se colocaron 0.10 g de material seco, se agregó 4 mL de la mezcla de ácido sulfúrico-ácido salicílico y se dejó en proceso de predigestión por 24 h. Después del período de predigestión se agregó a cada tubo 1.1 g de una mezcla catalizadora (sulfato de potasio, sulfato de cobre pentahidratado y selenio negro) y 0.5 g de tiosulfato de sodio, se realizó la digestión (Alcántar y Sandoval, 1999).

La digestión se realizó a una temperatura no mayor de 380 °C hasta que la muestra adquirió una coloración verde esmeralda o translúcida. Se dejó enfriar a temperatura ambiente, se adicionó 10 mL de agua desionizada a la muestra, para colocarla en el bulbo destilador, al cual se le agregó posteriormente 10 mL de NaOH a 50%. Se accionó el sistema de destilación y el destilado se recibió en matraces Erlenmeyer de 125 mL que contenían 10 mL de ácido Bórico a 1.6% más 0.2 mL de mezcla de indicadores (0.1% de verde de bronocresol y 0.066% de rojo de metilo, en alcohol etílico), una vez que viró de marrón a verde se aforó con el mismo destilado hasta obtener 50 mL esto ocurre aproximadamente 3 min a partir de que inició la destilación. Entonces se procedió a titular con H₂SO₄ 0.05 N, con ayuda de una micro bureta, se adicionó el ácido hasta que el destilado viró de verde a rosa. Por cada 10 muestras se incluyó un blanco y una repetición al azar para constatar la calibración del método (Guerra y Bautista, 2002; Pierre-Louis, 2002; Gómez, 2003).

Para el resto de los elementos esenciales se pesó 0.5 g de material seco, se colocaron en un tubo de ensayo para la digestión, se adicionó 10 mL de HNO₃,

dejándolo reposar por 24 h, posteriormente se agregó 2 mL de HClO₄ y 1.5 de H₂SO₄. La digestión se concluyó cuando el líquido presentó un color totalmente translucido. Una vez que el líquido adquiere una temperatura ambiente es transferido a matraces volumétricos de 25 mL, aforándolos con agua desionizada. Posteriormente se filtró con papel filtro de poro cerrado libre de cenizas. El extracto se guardó en frascos de plástico para realizar las determinaciones (P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn y Zn) por espectrometría de absorción atómica en el ICP-EAS (Espectrofotómetro de Emisión Atómica con inducción Acoplada con Plasma) modelo Liberty II Secuencial, marca Varian (Alcántar y Sandoval, 1999; Guerra y Bautista, 2002; Pierre-Louis, 2002; Gómez, 2003; Osorio, 2005).

5.5 Descripción de tratamientos

Con los resultados de los análisis iniciales de suelo y follaje, se efectuó un diagnóstico nutrimental, se identificaron los elementos que se encontraron deficientes en el follaje y se propusieron tres tratamientos y el testigo de referencia (Cuadro 6).

Cuadro 6. Tratamientos establecidos en cada uno de los huertos en estudio.

Tratamiento	Descripción
T-1	Testigo (manejo tradicional del productor).
T-2	Aplicación foliar de fertilizante orgánico-mineral.
T-3	Aplicación foliar de la fertilizante mineral.
T-4	Aplicación de fungicida comercial.

En el tratamiento testigo no se le realizó ninguna aplicación foliar; El tratamiento foliar de fertilizante mineral fue la formulación NV3 (Cuadro 7), que fue desarrollada en el área de Nutrición Vegetal del Colegio de Postgraduados (Rodríguez *et al.*, 1998). El tratamiento foliar de fertilizante foliar orgánico-mineral consistió en la formulación NV3 y miel de abeja 20 mL L⁻¹; En el tratamiento con fungicida comercial, se utilizó el ingrediente activo Carbendazim a dosis de 1.5 g L⁻¹. Todas la unidades experimentales recibieron una fertilización edáfica de apoyo, que se describe en el apartado 5.8 referente al manejo del huerto.

Cuadro 7. Formulación foliar empleada para corregir deficiencias (NV3).

Fuente fertilizante	dosis g L ⁻¹	gramos para 18 L
Urea	1.00	18
MgSO ₄	1.00	18
KNO ₃	2.00	36
CaNO ₃	2.00	36
KH ₂ PO ₄	2.00	36
H ₃ BO ₃	0.03	3
MnSO ₄ 4H ₂ O	0.05	8
CuSO ₄ 5H ₂ O	0.02	2
ZnSO ₄ 7H ₂ O	0.05	2
FeEDTA	0.02	2

Rodríguez *et al.* 1998.

5.6 Distribución de tratamientos

Al identificar que existía homogeneidad en la fertilidad del suelo, dentro de cada huerto se procedió a establecer un arreglo experimental completamente al azar con cuatro repeticiones (Figuras 3, 4 y 5), cada repetición consistió en un conjunto de 4 árboles equidistantes, con fines de identificación les fue atado un listón de 1 m de longitud alrededor del tronco de cada árbol a una altura de 50 cm con respecto al suelo.

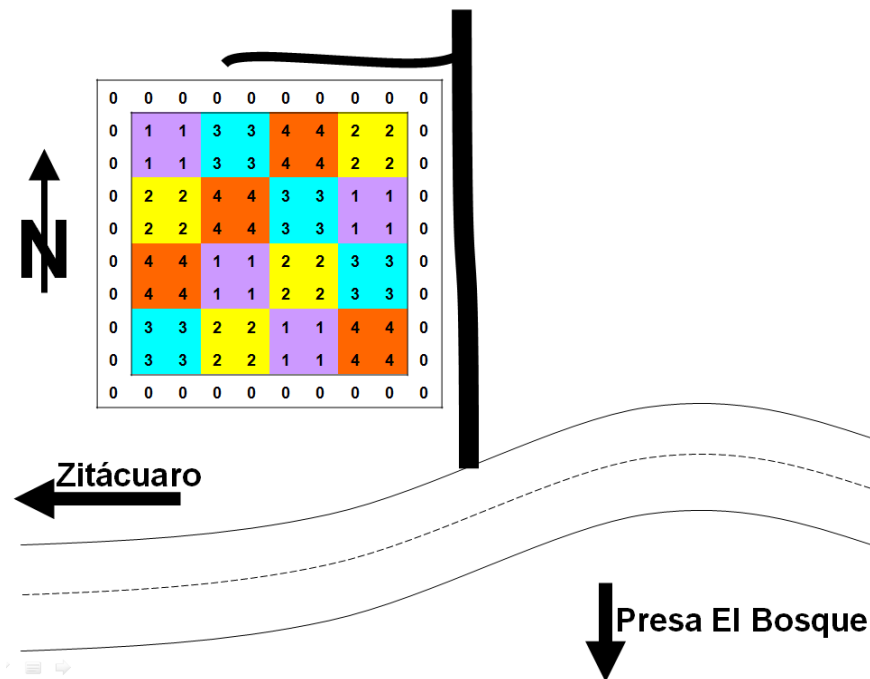


Figura 3. Croquis del diseño experimental implementado en el huerto comercial “La Joyita”, Zitácuaro.

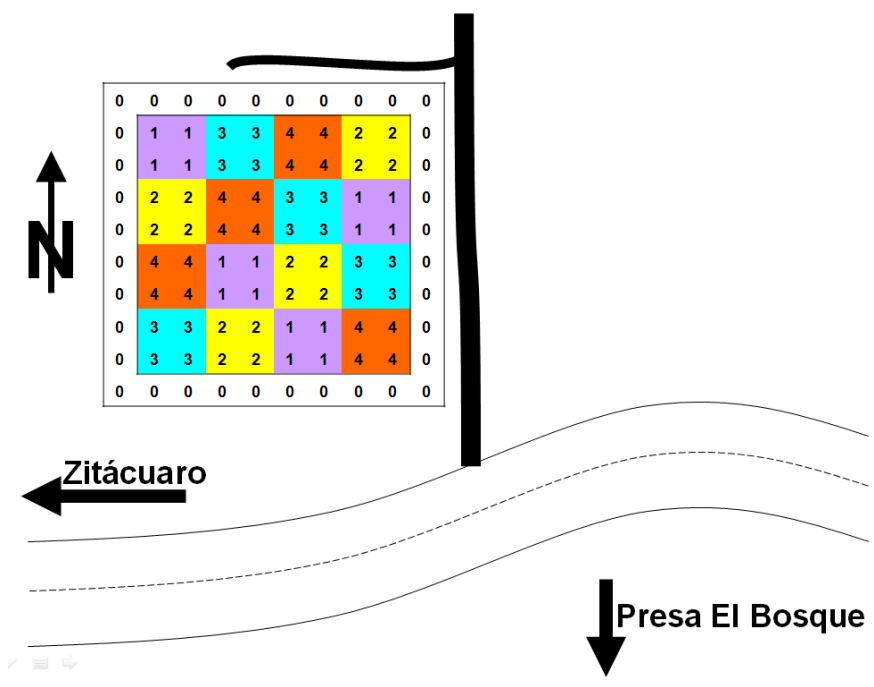


Figura 4. Croquis del diseño experimental implementado en el huerto comercial “Odales”, Juárez.

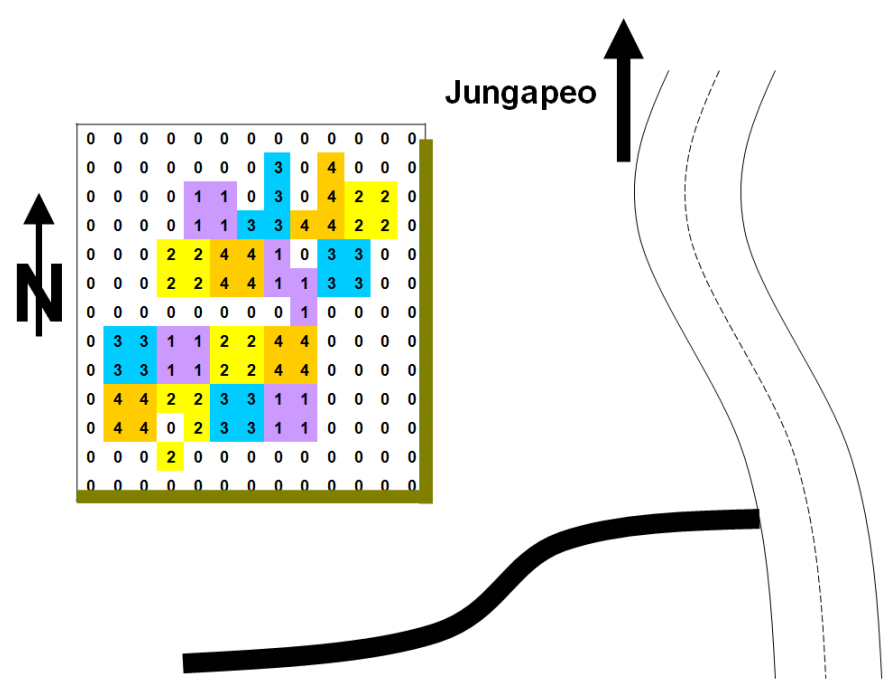


Figura 5. Croquis del diseño experimental implementado en el huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo.

Se asignó un número y un color de listón dentro de cada huerto, para identificar cada uno de los tratamientos designados, como se indica en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Asignación de tratamientos.

Tratamiento	Número	Color de listón
Testigo	1	Morado
Orgánico-Mineral	2	Amarillo
Mineral	3	Azul
Fungicida	4	Naranja

5.7 Aplicaciones foliares

Estas se realizaron en promedio cada 21 días (Cuadro 9), iniciando las aplicaciones a las 7:00 h en el huerto comercial “Odales”, Juárez, posteriormente a las 9:30 h se aplicó en el huerto comercial “La Joyita”, Zitácuaro, y por último a las 17:00 h en el huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo. Para tal actividad se empleó una mochila aspersor (15 L) con boquilla tipo ajustable de latón (0.63 L min^{-1} a 3 kg cm^{-2}), se calibró de tal manera que produjera un cono hueco y se aplicó aproximadamente 2 L de los respectivos tratamientos por árbol.

Cuadro 9. Fechas de aplicación de los tratamientos foliares.

Fecha	Actividad
15 de junio	Aplicación foliar 1
6 de julio	Aplicación foliar 2
27 de julio	Aplicación foliar 3
24 de agosto	Aplicación foliar 4
14 de septiembre	Aplicación foliar 5
04 de octubre	Aplicación foliar 6
26 de octubre	Aplicación foliar 7

5.8 Manejo del huerto

En todos los huertos a cada árbol le fue adicionado 500 g de cloruro de potasio y 500 g de súper fosfato de calcio triple alrededor del árbol en el área de goteo, el 27 de julio, ya que había iniciado la temporada de lluvia, mismo que se cubrió con suelo, correspondiendo a la fórmula 00-12-09[¶]. No se aplicó N puesto que en la etapa

[¶]Gramos de por metro cuadrado de N, P y K, respectivamente.

fenológica que se encontraba el huerto comercial “Odales”, Juárez, tenía 85 días de haberse realizado la poda, ya se presentaban algunas flores abiertas; y el huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo, tenía 68 días de haber sido podado, al momento de iniciar las actividades las flores estaban en botón. Dadas las etapas fenológicas de los huertos no era conveniente aplicar N ya que se estimularía un desarrollo vegetativo y lo que se buscó fue reforzar la floración (Anexo 2).

El control de plagas y enfermedades fue realizado por los productores de la forma habitual que la han venido haciendo a la fecha de acuerdo a las necesidades del huerto, capacidad económica al momento de presentarse el problema y, en general, por usos y costumbres de la región. Esta situación causó una serie de dificultades, principalmente al momento de realizar la obtención de frutos para las determinaciones de incidencia y severidad de peca en fruto, ya que en ciertas ocasiones algunos productores cosechaban uno o dos días antes del muestreo.

5.9 Concentración nutrimental en diferentes etapas de muestreo

En el momento que se inició el experimento los tres huertos tenían diferencias en cuanto a sus etapas fenológicas (Cuadro 3), por lo que los muestreos de follaje se realizaron 21 días después de tres aplicaciones foliares consecutivas de tratamientos, realizándose el primero el día 24 de agosto de 2007 a los 108 días de haber iniciado el experimento y el segundo el día 2 de noviembre de 2007 a los 171 días de haber iniciado el experimento.

Para el muestreo se eligió dentro de cada repetición sólo dos árboles: ubicados en la parte noreste y en la suroeste, para el muestreo de hojas y procesamiento se realizaron los mismos pasos que para el diagnóstico nutrimental de follaje (Página 16).

5.10 Calculo de índices de desequilibrio nutrimental

Con los resultados del análisis mineral de la hojas de guayaba se calcularon los índices de desequilibrio nutrimental mediante el método de diagnóstico nutrimental conocido como DOP (Desviación del Óptimo Porcentual), utilizando para obtener la “norma”, las concentraciones para guayaba reportados por Mata y Rodríguez (2000).

Este método que cuantifica la proporción en la cual un nutrimento se desvía de esta norma individual, de acuerdo con Montañés *et al.* (1991) se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$I = [(N * 100)/n]-100$$

Donde:

I es el índice calculado.

N es la concentración del nutrimento.

n es la norma (media del nutrimento).

Si el resultado de la ecuación es negativo se considera que existe un déficit en el elemento en cuestión, superávit si es positivo e igual a la norma si el resultado es igual a cero (Montañés *et al.*, 1991; Damián *et al.*, 2006).

5.11 Evaluación de incidencia y severidad de peca

Esta se realizó una vez que en los frutos presentaron un estado de madurez propicio para su cosecha, en los mismos árboles seleccionados para determinar la concentración nutrimental, se eligieron de forma aleatoria 10 frutos por árbol, en total 80 frutos por tratamiento y se transportaron al laboratorio de nutrición vegetal “Salvador Alcalde Blanco” del Colegio de Postgraduados, donde se evaluó:

La incidencia se determinó observando cuantos frutos presentaron peca sin importar la severidad de ésta.

Para la severidad se procedió a la elaboración de una escala (Figura 6), considerando 100% aquellos frutos que presentaban su epidermis cubierta por completo con peca y 0% aquellos frutos completamente limpios a simple vista de dicho problema; así pues para la escala: el número 1 corresponde a frutos con cubrimiento de 0 a 19%, el 2 de 20 a 39%, el 3 de 40 a 59%, el 4 de 60 a 79% y el 5 de 80 a 100%.

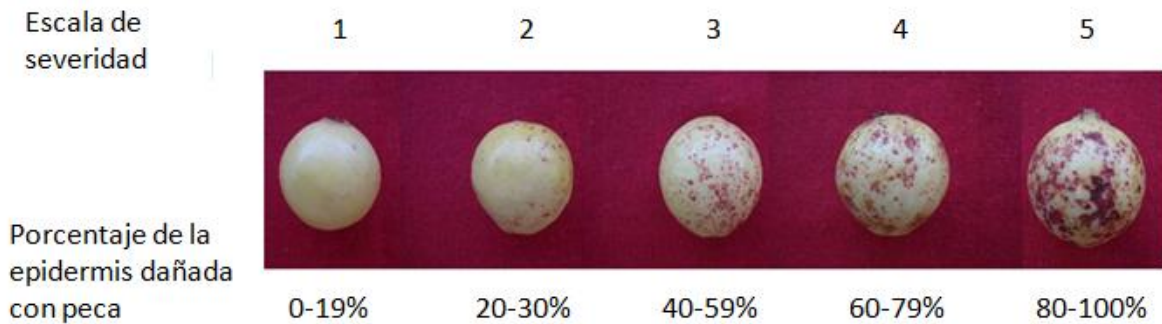


Figura 6. Escala empleada para clasificar los frutos según la severidad de peca.

5.12 Postcosecha de fruto

En los mismos frutos destinados para determinar incidencia y severidad, con ayuda de un vernier electrónico de precisión, se midió el diámetro ecuatorial y polar de cada fruto, y el grosor de cáscara (Mata y Rodríguez, 2000), y los sólidos solubles totales, empleando un refractómetro se asignó un valor de grados Brix.

Después de esto se inició con el procesamiento de los frutos para determinar la concentración nutrimental de los mismos, el procedimiento fue el mismo que para el diagnóstico nutrimental de follaje (Página 16), salvo que en el paso de secado se tuvo que disminuir la temperatura 10 °C y el tiempo de secado aumento 12 h, ya que por el alto contenido de azúcares en los frutos, éstos se caramelizaron dificultando las etapas de molido y tamizado, problema que se resolvió al disminuir la temperatura de secado y aumentando el tiempo de dicho proceso.

5.13 Diagnóstico final de la fertilidad de suelo

El 30 de noviembre de 2007, Una vez terminadas las aplicaciones foliares y realizados los muestreos de follaje y fruto, en las tres huertas se procedió a hacer el muestreo final de suelo, mismo que se realizó igual que el diagnóstico inicial de la fertilidad del suelo, variando en el muestreo, ya que en este caso se realizó por tratamiento, se obtuvo una muestra compuesta con las cuatro repeticiones de cada tratamiento.

5.14 Cambios estructurales en el tejido vegetal

Se seleccionaron de forma aleatoria frutos de guayaba con diferentes grados de afectación con peca (Figura 6), se enjuagaron con agua destilada para eliminar polvo y otros agentes contaminantes, apoyándose con un microscopio estereoscópico se eligieron áreas con peca y sin peca, utilizando una navaja de afeitarse se tomaron segmentos de 6 x 6 mm de las áreas seleccionadas y se fijaron con glutaraldehído 3% (durante 120 min), posteriormente se realizaron 3 lavados en solución amortiguadora de fosfato de potasio 0.1 M, pH 7.0, y se deshidrató en diferentes concentraciones de etanol diluido (30, 40, 50, 60, 70, 80 y 90% durante 30 min en cada concentración) y en etanol 100% (dos ocasiones durante 20 min). Las muestras deshidratadas se colocaron en una secadora TOUSIMIS SAMDRI-780 y se secaron con CO₂ a punto crítico; se recubrieron con oro en una ionizadora de metales JEOL-10 SPOTTER JFC-1100 y se observaron y obtuvieron fotografías con ayuda de un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo JEOL JSM-7401F acoplado a un espectrómetro de dispersión de rayos X, marca NORAN empleando el software VOYAGER II 1100/1110 (Gómez, 2003).

5.15 Metodología de análisis de datos

Con los datos obtenidos en los análisis de laboratorio se estructuró una base de datos con ayuda del programa Excel, éstos fueron analizados con ayuda del programa de análisis estadístico SAS (statistical analysis system). Realizando análisis de varianza para cada una de las variables con el procedimiento GLM y se realizaron pruebas de Tukey ($p = 0.05$) para la comparación de medias (SAS, 1990).

6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Huerto comercial “La Joyita”, Zitácuaro

6.1.1 Actividades realizadas y fenología del huerto

En este huerto se realizaron siete aplicaciones foliares de los tratamientos propuestos para contrarrestar los efectos de la peca, la poda fue realizada en el mes de mayo, la floración se presentó la primer quincena de agosto y la cosecha en el mes de noviembre (Figura 7). Coincidiendo con el segundo pico de producción reportado por *Damián et al.* (2004).

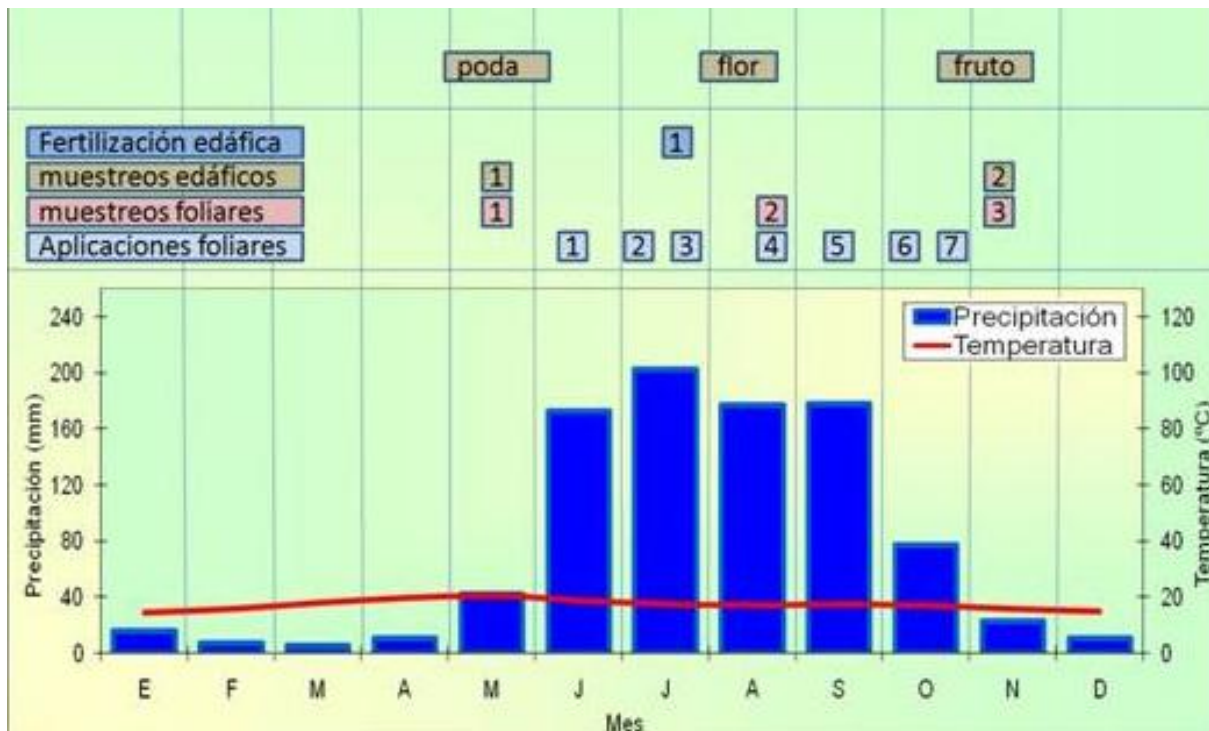


Figura 7. Fenología y actividades realizadas en el huerto comercial “La Joyita”, Zitácuaro.

6.1.2 Diagnóstico inicial de suelo

Las concentraciones de materia orgánica (M.O.), K y Zn, estaban dentro del rango óptimo (*Castellanos et al.*, 2000) (Anexo 6), pero los niveles de Ca, Mg, Cu, Fe y Mn, estuvieron significativamente altos con respecto a la referencia, no así para los valores de P y conductividad eléctrica (Cuadro 10).

Cuadro 10. Características físico-químicas del suelo proveniente del huerto comercial “La Joyita”, Zitácuaro.

Profundidad (cm)	pH	C.E. (dSm ⁻¹)	M.O. (%)	P (mg kg ⁻¹)	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CIC	Textura
					(cmol _c kg ⁻¹)					
0-30	6.6	0.4	2.4	8.6	0.2	0.5	24	10.2	35.28	Franco arcilloso

6.1.3 Diagnóstico nutrimental de follaje

En este muestreo realizado el 8 de mayo de 2007, Los niveles de Ca y Mg se encuentran dentro de los rangos considerados como óptimos (Mata y Rodríguez, 2000; Hundal *et al.*, 2007) (Anexo 7), pero los de N, P, Fe, Cu, Zn y B estaban por arriba de tales valores (Cuadro 11), mientras que los de K y Mn están por debajo de éstos.

Cuadro 11. Concentración nutrimental en follaje proveniente del huerto comercial “La Joyita”, Zitácuaro.

N	P	K (g kg ⁻¹)	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu (mg kg ⁻¹)	Zn	B
20.9	2.2	10.0	10.0	3.2	239.0	54.0	23.0	46.0	87.0

6.1.4 Concentración nutrimental del follaje en diferentes etapas de muestreo

El día 24 de agosto de 2007 después de 108 días de la primera aplicación se realizó un muestreo para monitorear la concentración nutrimental del huerto, en este sitio hubo diferencias significativas entre tratamientos en la concentración de K, siendo mayor en los árboles con tratamiento mineral, y en la concentración de Fe resulta mayor en los árboles tratados con fungicida (Cuadro 12). Pero todos los tratamientos lograron aumentar las concentraciones con respecto al muestreo foliar de diagnóstico o al menos mantenerse dentro del rango considerado como óptimo en la mayoría de los elementos salvo para Mn que el resultado fue mayor.

Cuadro 12. Comparación de medias de concentración nutrimental de hojas de guayabo entre tratamientos del huerto comercial “La Joyita”, Zitácuaro, en el primer muestreo foliar, 108 días después de la primera fertilización foliar.

Determinación	Tratamiento			
	Testigo	Orgánico-Mineral	Mineral	Fungicida
N (g kg ⁻¹)	20.3 a	19.9 a	19.2 a	19.0 a
P (g kg ⁻¹)	16.4 a	18.4 a	19.4 a	17.9 a
K (g kg ⁻¹)	55.3 a	46.8 b	58.8 a	42.5 b
Ca (g kg ⁻¹)	13.8 a	14.5 a	13.7 a	13.4 a
Mg (g kg ⁻¹)	3.6 a	3.7 a	3.6 a	3.7 a
Fe (mg kg ⁻¹)	175.0 b	108.0 c	131.0 c	268.0 a
Mn (mg kg ⁻¹)	124.0 a	88.0 b	98.0 b	113.0 a
Cu (mg kg ⁻¹)	43.0 a	34.0 a	45.0 a	38.0 a
Zn (mg kg ⁻¹)	44.0 a	44.0 a	45.0 a	39.0 a
B (mg kg ⁻¹)	184.0 a	185.0 a	169.0 a	177.0 a

Valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, p = 0.05).

El día 26 de octubre de 2007 después de 171 días de la primera aplicación se realizó un muestreo para monitorear la concentración nutrimental del huerto (Cuadro 13). En este sitio hubo diferencias significativas entre tratamientos, la concentración de P fue mayor en los árboles con tratamiento orgánico-mineral, la concentración de K fue mayor en los árboles con tratamiento mineral, la concentración de Ca fue mayor en los árboles con tratamientos orgánico-mineral y fungicida, la concentración de Mg fue mayor en los árboles con tratamiento orgánico-mineral y mineral, la concentración de Zn fue mayor en los árboles con tratamiento orgánico-mineral y la concentración de B fue mayor en los árboles con tratamientos orgánico-mineral y fungicida. Pero todos los tratamientos lograron aumentar las concentraciones con respecto al muestreo foliar de diagnóstico o al menos mantenerse dentro del rango considerado como óptimo en la mayoría de los elementos salvo para Mn que resultó ser mayor.

Cuadro 13. Comparación de medias de concentración nutrimental de hojas de guayabo entre tratamientos del huerto comercial “La Joyita”, Zitácuaro, en el segundo muestreo foliar, 171 días después de la primera fertilización foliar.

Determinación	Tratamiento			
	Testigo	Orgánico-Mineral	Mineral	Fungicida
N (g kg ⁻¹)	18.8 b	19.7 a	20.1 a	19.9 a
P (g kg ⁻¹)	14.3 a	21.8 a	9.6 a	16.4 a
K (g kg ⁻¹)	35.8 b	36.6 b	53.3 a	33.1 b
Ca (g kg ⁻¹)	11.9 b	18.6 a	9.9 b	15.5 a
Mg (g kg ⁻¹)	3.5 b	4.6 a	4.4 b	4.2 a
Fe (mg kg ⁻¹)	107.0 a	160.0 a	111.0 a	99.0 a
Mn (mg kg ⁻¹)	135.0 a	107.0 b	75.0 b	138.0 a
Cu (mg kg ⁻¹)	32.0 a	37.0 a	33.0 a	30.0 a
Zn (mg kg ⁻¹)	62.0 b	92.0 a	52.0 c	73.0 b
B (mg kg ⁻¹)	60.0 a	76.0 a	34.0 b	62.0 a

Valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, p = 0.05).

6.1.5 Dinámica nutrimental del follaje durante la etapa experimental.

Dado que en la concentración nutrimental del follaje en las diferentes etapas de muestreo no mostró diferencias estadísticas significativas claras o tendencias definidas con respecto a los dos muestreos, se presenta la dinámica nutrimental a través del tiempo en el huerto.

Las concentraciones de macronutrientes (N, P, K, Ca y Mg) se ubicaron dentro del rango óptimo (Mata y Rodríguez, 2000; Hundal *et al.*, 2007) (Anexo 7), sólo Ca al inicio de la fase experimental y K al final de la fase experimental (171 días) presentaron deficiencias en su concentración, pero no se apreciaron deficiencias visuales en los huertos. Los elementos N, P y K mostraron una disminución en su concentración durante el transcurso del experimento, no así para Ca y Mg cuya tendencia fue positiva (Figura 8).

En cuanto a los micronutrientes (Fe, Cu, Zn, Mn y B) ninguno presentó deficiencias (Figura 9), Fe y B disminuyeron su concentración durante el experimento y aumentaron Cu, Mn y Zn. Cu, Zn y B que estuvieron sobre el límite considerado como óptimo, pero en campo no mostraron síntomas de toxicidad característica relacionada con los elementos referidos.

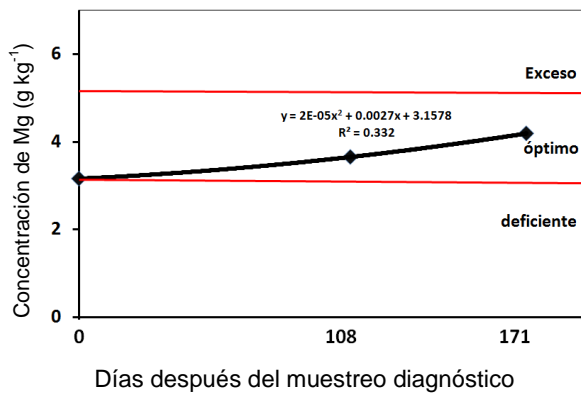
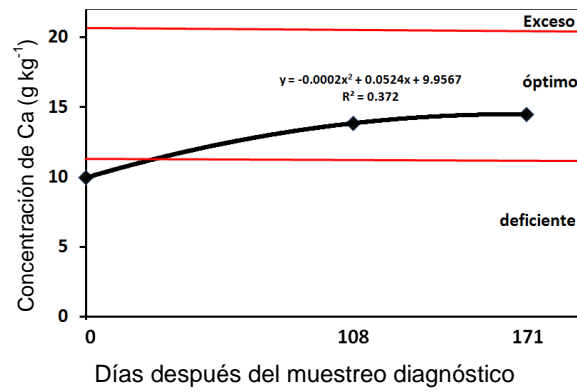
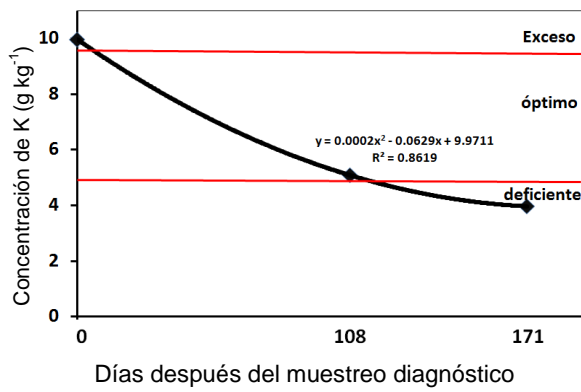
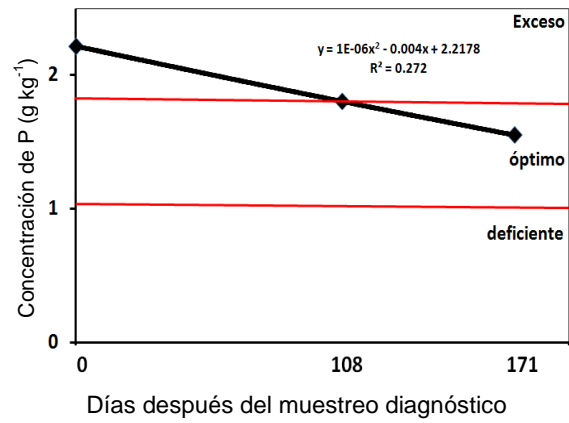
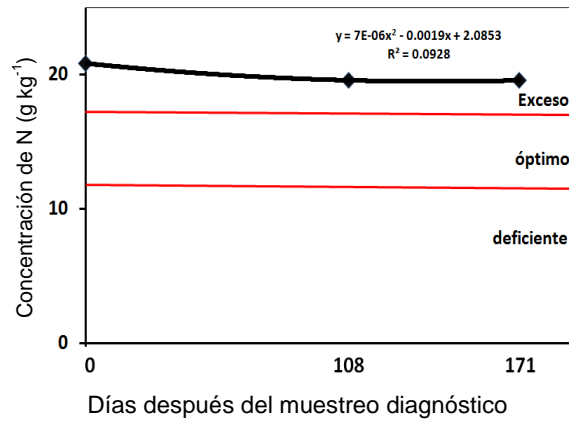


Figura 8. Concentración de macronutrientes en hojas de guayabo en tres fechas de muestreo en el huerto comercial “La Joyita”, Zitácuaro.

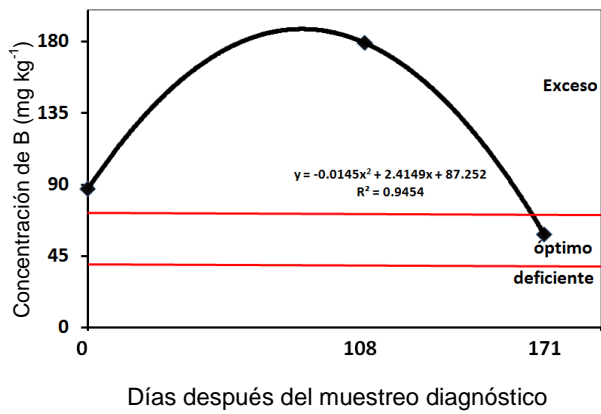
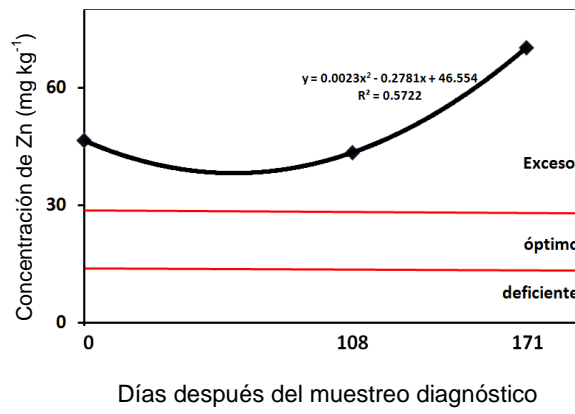
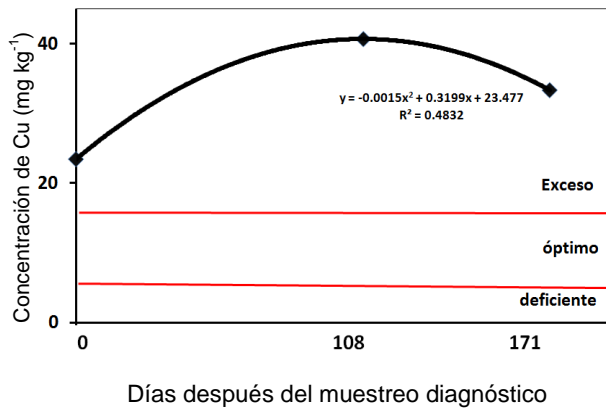
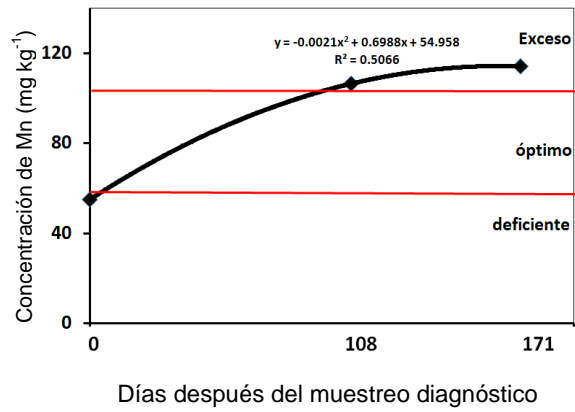
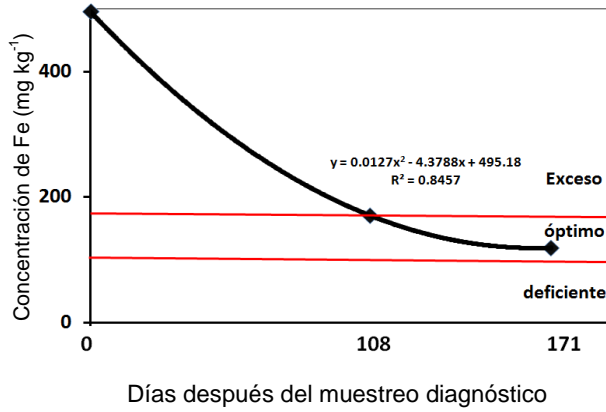


Figura 9. Concentración de micronutrientes en hojas de guayabo en tres fechas de muestreo en el huerto comercial “La Joyita”, Zitácuaro.

6.1.6 Índices nutrimentales

Para éste huerto los resultados de los índices de desequilibrio nutrimental mediante el método de diagnóstico nutrimental DOP (Damián *et al.*, 2006), mostraron deficiencias en el muestreo diagnóstico para los elementos P, K, Ca y Mg (Cuadro 14), pero lograron superar la norma en los dos muestreos foliares subsecuentes a los 108 y 171 días, no así para Fe y Mn, que en el primer muestreo se encontraban sobre la norma y mostraron deficiencia en los muestreos finales siendo mayor la deficiencia en Mn. Aunque el índice de desequilibrio nutrimental fue menor en el segundo muestreo con respecto al muestreo diagnóstico, igualándose el último con el primero, por lo que con las aplicaciones hasta el segundo muestreo sería suficiente (Cuadro 15 y 16).

Cuadro 14. Índices nutrimentales (DOP) en hojas de guayabo para muestreo diagnóstico, proveniente del huerto comercial “La Joyita”, Zitácuaro.

Estrato	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B	IDN*
1	42.2	-85.9	-32.6	-40.3	-79.9	42984	3425	1461	3024	6256	57431
2	47.9	-85.3	-29.6	-34.6	-79.5	33678	3735	1331	2829	5837	47686
3	34.0	-83.7	-35.0	-22.7	-76.3	57557	4529	1683	3316	6013	73349

*IND: índice de desequilibrio nutrimental.

Cuadro 15. Índices nutrimentales (DOP) en hojas de guayabo en el huerto comercial “La Joyita”, Zitácuaro, en el primer muestreo foliar, 108 días después de la primera fertilización foliar.

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B	IDN*
Testigo	37.4	11.5	279.0	11.0	7.3	14.4	-58.4	234.7	47.1	229.9	930.7
Orgánico-Mineral	34.6	25.0	220.7	16.4	9.3	-29.1	-70.4	167.6	49.5	230.8	853.4
Mineral	30.1	31.3	303.0	10.3	8.8	-14.1	-67.1	252.1	51.1	202.1	970.0
Fungicida	29.1	21.5	191.0	7.4	9.7	75.5	-62.2	198.2	31.6	217.5	844.6

*IND: índice de desequilibrio nutrimental.

Cuadro 16. Índices nutrimentales (DOP) en hojas de guayabo en el huerto comercial “La Joyita”, Zitácuaro, en el segundo muestreo foliar, 171 días después de la primera fertilización foliar.

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B	IDN*
Testigo	27.1	862.6	144.9	-4.0	5.4	-29.9	-54.8	148.7	107.1	7.7	1392.3
Orgánico-Mineral	33.4	1359.9	150.4	49.2	38.3	5.1	-64.1	186.1	208.8	36.6	2132.0
Mineral	35.9	544.5	264.8	-20.9	30.8	-27.4	-74.9	155.5	75.3	-38.4	1268.3
Fungicida	34.7	997.5	126.4	24.4	26.0	-35.6	-53.9	136.7	144.5	12.2	1591.9

*IND: índice de desequilibrio nutrimental.

6.2 Huerto comercial “Odales”, Juárez

6.2.1 Actividades realizadas y fenología del huerto

En este huerto se realizaron 7 aplicaciones foliares de los tratamientos propuestos para contrarrestar los efectos de la peca, la poda fue realizada en a partir del día 15 de marzo e inicios del mes de abril, la floración se presentó la segunda quincena de junio y la producción de fruto fue muy rápida dadas las altas temperaturas del mes de julio iniciando los últimos días de agosto y durante el mes septiembre (Figura 10). Coincidiendo con el segundo pico de producción reportado por Damián *et al.* (2004).

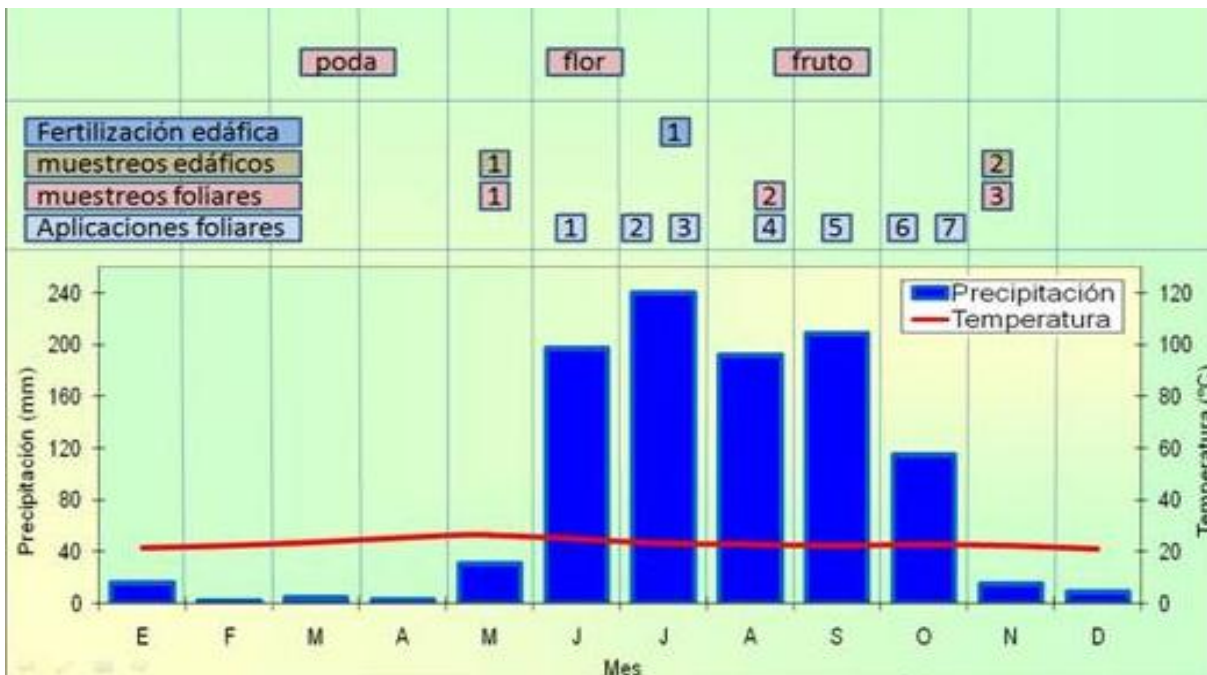


Figura 10. Fenología y actividades realizadas en el huerto comercial “Odales”, Juárez.

6.2.2 Diagnóstico inicial de suelo

El análisis demostró que la conductividad eléctrica y el contenido de P fueron inferiores a los referidos por Castellanos *et al.* (2000), la materia orgánica y los niveles K se encuentran dentro del rango considerado como óptimo (Cuadro 17), pero las concentraciones de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn y Zn son mayores a las referidas (Anexo 6).

Cuadro 17. Características físico-químicas del suelo proveniente del huerto comercial “Odales”, Juárez.

Profundidad (cm)	pH	C.E. (dSm ⁻¹)	M.O. %	P (mg kg ⁻¹)	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺ Mg ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	CIC	Textura	
0-30	6.5	0.33	2.12	18	0.3	0.31	22	11.6	34.34	Arcilloso

6.2.3 Diagnóstico nutrimental de follaje

Los niveles de Mg, Fe, Cu y Zn se encuentran dentro de los rangos considerados como óptimos (Mata y Rodríguez, 2000; Hundal *et al.*, 2007) (Cuadro 18), pero los de N, P y B están por arriba de tales valores, mientras que los de K, Ca y Mn están por debajo de éstos (Anexo 7).

Cuadro 18. Concentración nutrimental en follaje proveniente del huerto comercial “Odales”, Juárez.

N	P	K (g kg ⁻¹)	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu (mg kg ⁻¹)	Zn	B
16.9	1.7	6.4	9	3.1	128	62	12	29	78

6.2.4 Concentración nutrimental del follaje en diferentes etapas de muestreo

El día 24 de agosto de 2007 después de 108 días de la primera aplicación se realizó un muestreo para monitorear la concentración nutrimental del huerto, no existieron diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 19), salvo en la concentración de Zn que fue mayor en los árboles con tratamiento mineral, y la concentración de B siendo menor en los árboles con tratamiento orgánico-mineral. Pero en general todos los tratamientos lograron aumentar las concentraciones con respecto al muestreo foliar de diagnóstico o al menos mantenerse dentro del rango considerado como óptimo en la mayoría de los elementos salvo para Mn.

Cuadro 19. Comparación de medias de concentración nutrimental de hojas de guayabo entre tratamientos del huerto comercial “Odales”, Juárez, en el primer muestreo foliar, 108 días después de la primera fertilización foliar.

Determinación	Tratamiento			
	Testigo	Orgánico-Mineral	Mineral	Fungicida
N (g kg ⁻¹)	20.0 a	20.7 a	19.7 a	21.3 a
P (g kg ⁻¹)	11.6 a	13.1 a	13.3 a	13.3 a
K (g kg ⁻¹)	29.5 a	30.5 a	25.9 a	24.6 a
Ca (g kg ⁻¹)	11.2 a	10.5 a	13.1 a	12.1 a
Mg (g kg ⁻¹)	3.5 a	3.4 a	4.9 a	3.9 a
Fe (mg kg ⁻¹)	162.0 a	136.0 a	193.0 a	148.0 a
Mn (mg kg ⁻¹)	76.0 a	98.0 a	116.0 a	115.0 a
Cu (mg kg ⁻¹)	19.0 a	18.0 a	20.0 a	20.0 a
Zn (mg kg ⁻¹)	31.0 b	29.0 b	40.0 a	33.0 b
B (mg kg ⁻¹)	182.0 a	165.0 b	190.0 a	189.0 a

Valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, p = 0.05).

El día 26 de octubre de 2007 después de 171 días de la primera aplicación se realizó un muestreo para monitorear la concentración nutrimental del huerto, en este sitio no hubo diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 20), salvo en la concentración de Mn, siendo mayor en los árboles tratados con fungicida y la concentración de Cu que resultó mayor en los árboles a los que se les aplicó el tratamiento orgánico-mineral. Pero al igual que en los dos sitios anteriores todos los tratamientos lograron aumentar las concentraciones con respecto al muestreo foliar de diagnóstico o al menos mantenerse dentro del rango considerado como óptimo en la mayoría de los elementos salvo para Mn.

Cuadro 20. Comparación de medias de concentración nutrimental de hojas de guayabo entre tratamientos del huerto comercial “Odales”, Juárez, en el segundo muestreo foliar, 171 días después de la primera fertilización foliar.

Determinación	Tratamiento			
	Testigo	Orgánico-Mineral	Mineral	Fungicida
N (g kg ⁻¹)	24.7 a	24.2 a	20.7 a	21.2 a
P (g kg ⁻¹)	16.1 a	17.5 a	17.9 a	16.7 a
K (g kg ⁻¹)	29.2 a	31.4 a	32.3 a	33.9 a
Ca (g kg ⁻¹)	11.0 a	13.4 a	12.9 a	12.9 a
Mg (g kg ⁻¹)	3.9 a	4.7 a	5.1 a	4.7 a
Fe (mg kg ⁻¹)	161.0 a	127.0 a	147.0 a	132.0 a
Mn (mg kg ⁻¹)	86.0 c	146.0 b	143.0 b	153.0 a
Cu (mg kg ⁻¹)	20.0 b	18.0 b	21.0 a	19.0 b
Zn (mg kg ⁻¹)	63.0 a	66.0 a	77.0 a	46.0 a
B (mg kg ⁻¹)	81.0 a	80.0 a	95.0 a	90.0 a

Valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, p = 0.05).

6.2.5 Dinámica nutrimental del follaje durante la etapa experimental.

Dado que en la concentración nutrimental del follaje en las diferentes etapas de muestreo no mostró diferencias estadísticas significativas claras o tendencias definidas con respecto a los dos muestreos, se presenta la dinámica nutrimental a través del tiempo en el huerto.

Las concentraciones de Ca, Mg y P se ubicaron dentro del rango óptimo (Mata y Rodríguez, 2000; Hundal *et al.*, 2007) (Anexo 7), sólo N estuvo sobre y K por abajo de dicho rango. Todos los macronutrientes mostraron una tendencia positiva en cuanto a su concentración durante el transcurso del experimento (Figura 11).

En los micronutrientes ninguno presentó deficiencias (Figura 12) y estuvieron sobre el límite considerado como óptimo, pero en campo no mostraron síntomas de toxicidad característica relacionada con los elementos referidos.

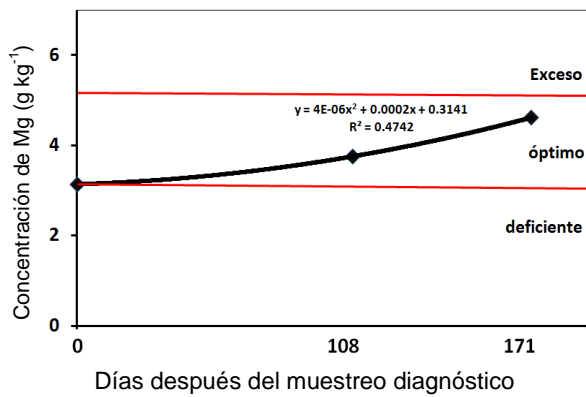
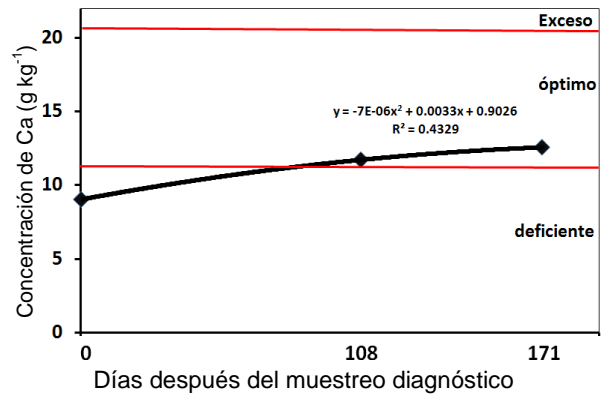
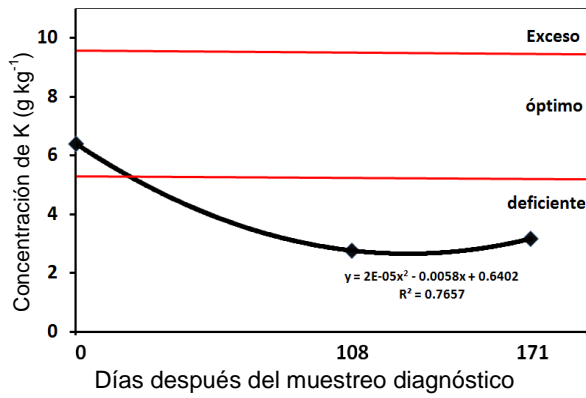
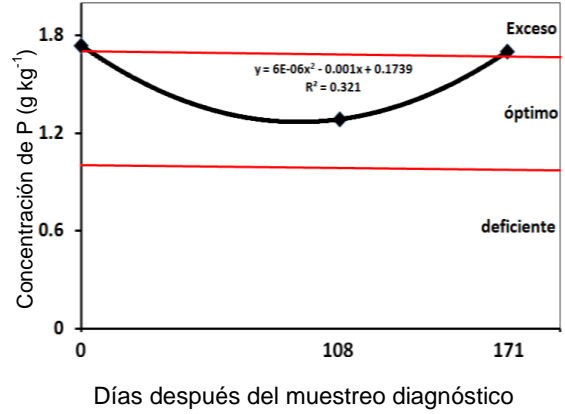
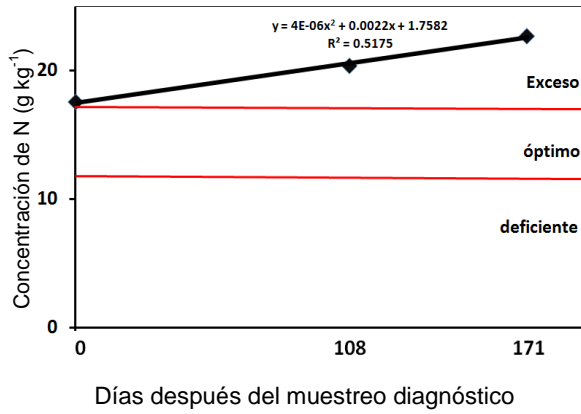
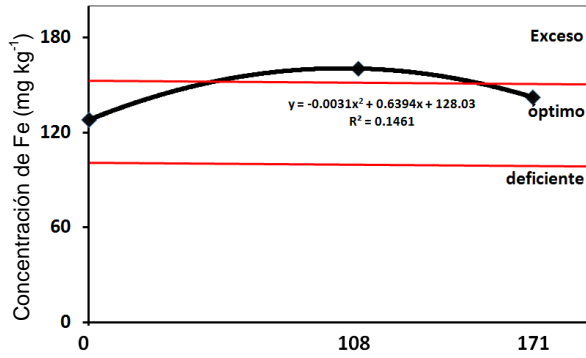
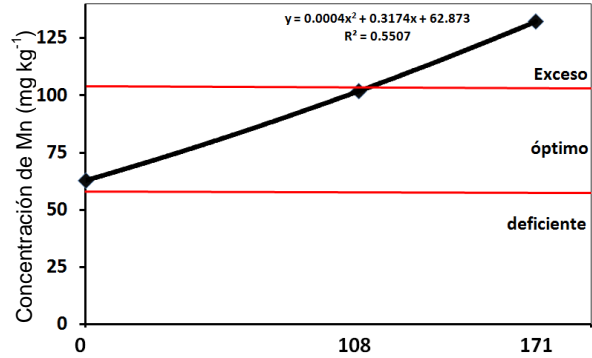


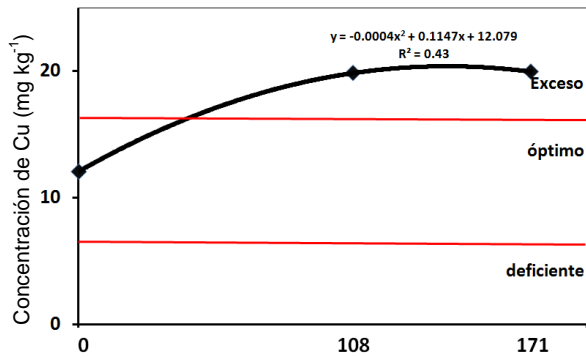
Figura 11. Concentración de macronutrientes en hojas de guayabo en tres fechas de muestreo en el huerto comercial “Odales”, Juárez.



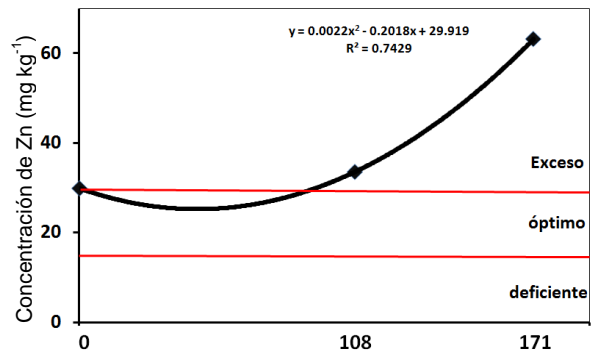
Días después del muestreo diagnóstico



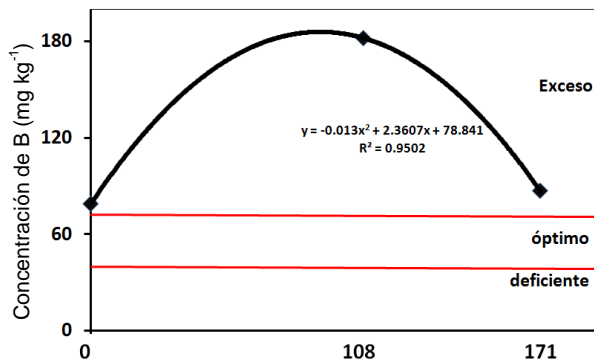
Días después del muestreo diagnóstico



Días después del muestreo diagnóstico



Días después del muestreo diagnóstico



Días después del muestreo diagnóstico

Figura 12. Concentración de micronutrientos en hojas de guayabo en tres fechas de muestreo en el huerto comercial “Odales”, Juárez.

6.2.6 Índices nutrimentales

Los resultados de los índices de desequilibrio nutrimental mediante el método de diagnóstico nutrimental DOP (Damián *et al.*, 2006), mostraron deficiencias en el muestreo diagnóstico para los elementos P, K, Ca y Mg (Cuadro 21), de estos sólo K y Mg lograron superar la norma en el muestreo foliar subsecuente a los 108 días, no así para P y Ca, a los cuales también se agrega la deficiencia de Fe y Mn, que en el primer muestreo se encontraban sobre la norma y mostraron deficiencia en los muestreos finales siendo mayor la deficiencia en Mn, pero P y Ca se lograron recuperar en el muestreo realizado a los 171 días. El índice de desequilibrio nutrimental fue menor en el segundo muestreo con respecto al muestreo diagnóstico, igualándose el último con el primero, por lo que con las aplicaciones hasta el segundo muestreo sería suficiente (Cuadro 22 y 23).

Cuadro 21. Índices nutrimentales (DOP) en hojas de guayabo para muestreo diagnóstico, proveniente del huerto comercial "Odales", Juárez.

Estrato	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B	IDN*
1	19.6	-86.9	-56.5	-44.7	-75.4	32864	3249	927.2	2062	4460	43845
2	30.5	-86.6	-55.5	-33.3	-77.8	9981	3922	759.2	2137	5132	22214
3	-6.3	-91.1	-66.1	-45.4	-82.9	6210	4558	440.9	1587	5090	18177

*IND: índice de desequilibrio nutrimental

Cuadro 22. Índices nutrimentales (DOP) en hojas de guayabo en el huerto comercial "Odales", Juárez, en el primer muestreo foliar, 108 días después de la primera fertilización foliar.

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B	IDN*
Testigo	35.5	-21.3	102.1	-10.3	4.8	6.4	-74.5	52.7	4.2	226.7	538.5
Orgánico-Mineral	40.0	-11.0	109.1	-15.4	2.8	-10.7	-67.2	45.4	-0.7	195.4	497.7
Mineral	33.3	-9.68	77.6	5.1	45.9	26.4	-61.1	54.3	34.3	239.4	587.2
Fungicida	44.1	-9.54	68.7	-2.9	17.3	-2.7	-61.4	58.4	10.1	239.2	514.4

*IND: índice de desequilibrio nutrimental

Cuadro 23. Índices nutrimentales (DOP) en hojas de guayabo en el huerto comercial "Odales", Juárez, en el segundo muestreo foliar, 171 días después de la primera fertilización foliar.

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B	IDN*
Testigo	67.1	979.5	99.9	-11.9	17.6	5.7	-71.3	56.7	110.2	45.1	1465.1
Orgánico-Mineral	64.1	1073.2	115.3	7.8	40.2	-16.9	-51.2	42.7	121.6	44.4	1577.4
Mineral	40.3	1099.3	121.4	3.9	51.9	-3.5	-52.2	62.6	156.7	70.0	1662.0
Fungicida	43.9	1018.5	131.9	3.9	41.5	-13.3	-48.9	52.1	53.7	61.7	1469.51

*IND: índice de desequilibrio nutrimental

6.3 Huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo

6.3.1 Actividades realizadas y fenología del huerto

En este huerto se realizaron 7 aplicaciones foliares de los tratamientos propuestos para contrarrestar los efectos de la peca, la poda fue realizada en el mes de abril y principios de mayo, la floración se presentó la segunda quincena del mes de julio y este huerto presentó un comportamiento intermedio en cuanto a su maduración, comparado con los otros dos huertos, ésta se presentó entre los días 15 de septiembre y 15 de octubre (Figura 13).

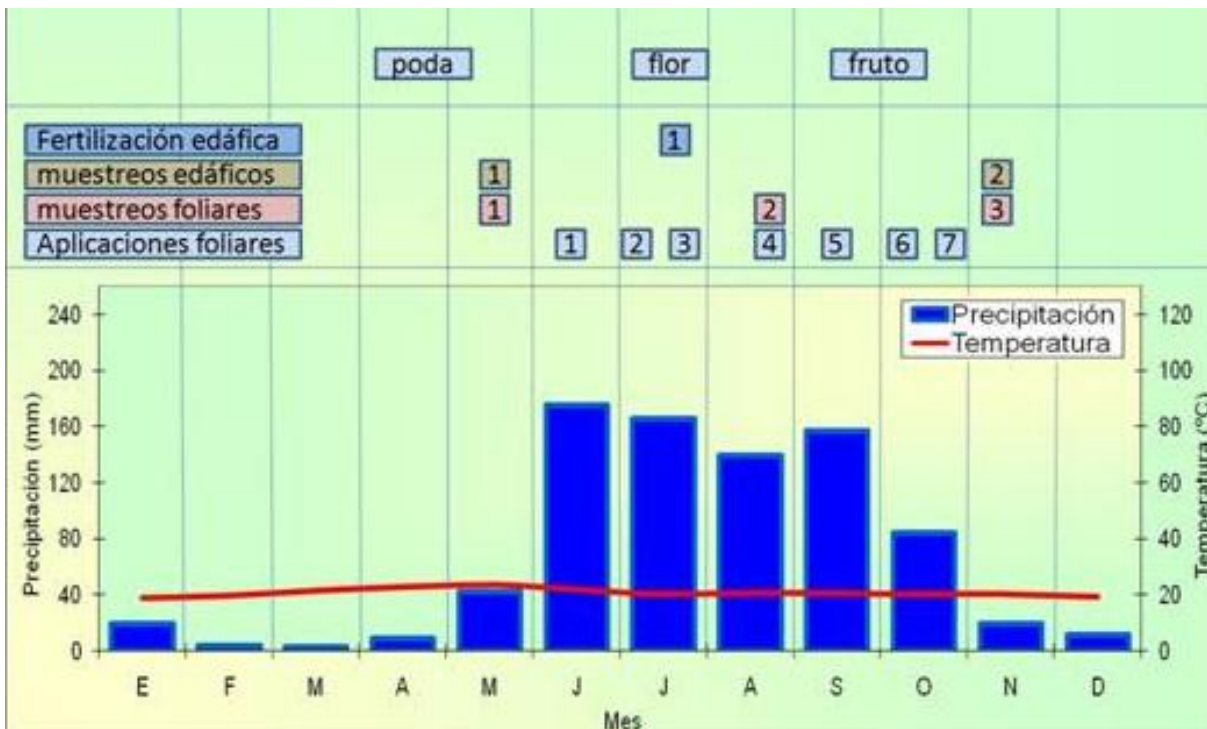


Figura 13. Fenología y actividades realizadas en el huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo.

6.3.2 Diagnóstico inicial de suelo

En este suelo los valores fueron estadísticamente mayores que en los otros sitios, pero aún así presentó valores bajos de conductividad eléctrica y P (Cuadro 24), pero en materia orgánica, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn y Zn, los valores resultantes de los análisis fueron superiores al óptimo reportado por Castellanos *et al.* (2000) para considerar a un suelo como fértil (Anexo 6).

Cuadro 24. Características físico-químicas del suelo proveniente del huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo.

Profundidad (cm)	pH	C.E. (dSm ⁻¹)	M.O. (%)	P (mg kg ⁻¹)	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	Mg ²⁺	CIC	Textura
0-30	7.37	0.66	3.6	11	0.8	1.4	34	20.1	65.04	Arcilloso

6.3.3 Diagnóstico nutrimental de follaje

Los niveles de Mg y Cu se encuentran dentro de los rangos considerados como óptimos (Mata y Rodríguez, 2000; Hundal *et al.*, 2007) (Cuadro 25), pero los de N, P, Fe, Zn y B están por arriba de tales valores, mientras que los de K, Ca y Mn están por debajo de éstos.

Cuadro 25. Concentración nutrimental en follaje proveniente del huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo.

N	P	K (g kg ⁻¹)	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu (mg kg ⁻¹)	Zn	B
17.4	2.8	8.3	7.9	3.2	243	38	14	34	80

6.3.4 Concentración nutrimental del follaje en diferentes etapas de muestreo

El día 24 de agosto de 2007 después de 108 días de la primera aplicación se realizó un muestreo para monitorear la concentración nutrimental del huerto, resultaron más diferencias en cuanto a los efectos de los tratamientos (Cuadro 26), siendo mayores las concentraciones de P en los árboles con tratamiento fungicida, las concentraciones de Fe y B en los árboles con tratamientos orgánico-mineral, mineral y fungicida, la concentración de Mn en los árboles con tratamiento orgánico-mineral, en cuanto al resto de los elementos no hubo diferencias significativas. Pero todos los tratamientos lograron aumentar las concentraciones con respecto al muestreo foliar de diagnóstico o al menos mantenerse dentro del rango considerado como óptimo en la mayoría de los elementos salvo para Mn.

Cuadro 26. Comparación de medias de concentración nutrimental de hojas de guayabo entre tratamientos del huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo, en el primer muestreo foliar, 108 días después de la primera fertilización foliar.

Determinación	Tratamiento			
	Testigo	Orgánico-Mineral	Mineral	Fungicida
N (g kg ⁻¹)	20.4 a	19.8 a	19.7 a	18.6 a
P (g kg ⁻¹)	26.2 b	20.8 b	23.5 b	27.3 a
K (g kg ⁻¹)	48.0 a	47.8 a	46.4 a	51.3 a
Ca (g kg ⁻¹)	13.2 a	13.2 a	12.5 a	13.7 a
Mg (g kg ⁻¹)	4.9 a	4.9 a	4.6 a	4.9 a
Fe (mg kg ⁻¹)	104.0 b	126.0 a	123.0 a	147.0 a
Mn (mg kg ⁻¹)	61.0 c	88.0 a	73.0 b	80.0 b
Cu (mg kg ⁻¹)	13.0 a	12.0 a	12.0 a	14.0 a
Zn (mg kg ⁻¹)	41.0 a	43.0 a	44.0 a	40.0 a
B (mg kg ⁻¹)	200.0 b	216.0 a	216.0 a	226.0 a

Valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, p = 0.05).

El día 26 de noviembre de 2007 después de 171 días de la primera aplicación se realizó un muestreo para monitorear la concentración nutrimental del huerto, en este sitio no hubo diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 27), salvo en la concentración de N siendo mayor en los árboles con tratamientos orgánico-mineral y mineral, Pero todos los tratamientos lograron aumentar las concentraciones con respecto al muestreo foliar de diagnóstico o al menos mantenerse dentro del rango considerado como óptimo en la mayoría de los elementos salvo para Mn.

Cuadro 27. Comparación de medias de concentración nutrimental de hojas de guayabo entre tratamientos del huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo, en el segundo muestreo foliar, 171 días después de la primera fertilización foliar.

Determinación	Tratamiento			
	Testigo	Orgánico-Mineral	Mineral	Fungicida
N (g kg ⁻¹)	20.5 b	21.6 a	23.0 a	20.4 b
P (g kg ⁻¹)	15.0 a	19.2 a	14.3 a	18.8 a
K (g kg ⁻¹)	37.8 a	44.9 a	44.5 a	53.3 a
Ca (g kg ⁻¹)	12.0 a	10.9 a	10.2 a	12.2 a
Mg (g kg ⁻¹)	4.7 a	4.4 b	4.6 b	5.2 a
Fe (mg kg ⁻¹)	89.0 a	80.0 b	69.0 b	81.0 b
Mn (mg kg ⁻¹)	116.0 b	81.0 a	58.0 a	99.0 a
Cu (mg kg ⁻¹)	12.0 a	15.0 a	13.0 a	14.0 a
Zn (mg kg ⁻¹)	70.0 a	61.0 a	69.0 a	65.0 b
B (mg kg ⁻¹)	90.0 a	96.0 a	84.0 a	87.0 a

Valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, p = 0.05).

6.3.5 Dinámica nutrimental del follaje durante la etapa experimental.

Dado que en la concentración nutrimental del follaje en las diferentes etapas de muestreo no mostró diferencias estadísticas significativas claras o tendencias definidas con respecto a los dos muestreos, se presenta la dinámica nutrimental a través del tiempo en el huerto.

Las concentraciones de macronutrientes (N, P, K, Ca y Mg) se ubicaron dentro del rango óptimo (Mata y Rodríguez, 2000; Hundal *et al.*, 2007) (Anexo 7), sólo N presentó una tendencia positiva y K a partir del día 108 entro en la zona de deficiencia, pero no se apreciaron deficiencias visuales en los huertos ya que estos estuvieron dentro de los rangos óptimos (Figura 14).

En cuanto a los micronutrientes (Fe, Cu, Zn, Mn y B) ninguno presentó deficiencias (Figura 15), Fe y B presentaron una tendencia negativa, y positiva para Cu, Mn y Zn. Cu, Zn, Mn y B estuvieron sobre el límite considerado como optimo, pero en campo no mostraron síntomas de toxicidad característica relacionada con los elementos referidos.

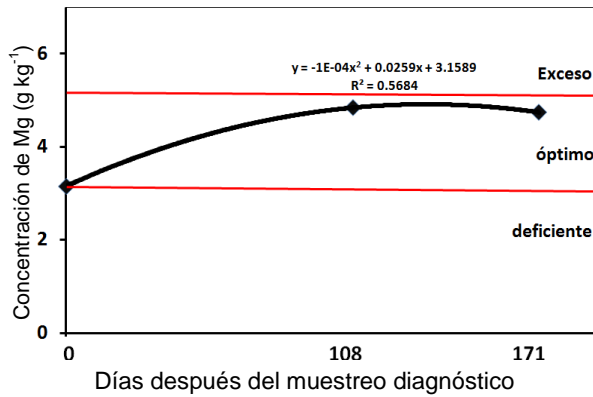
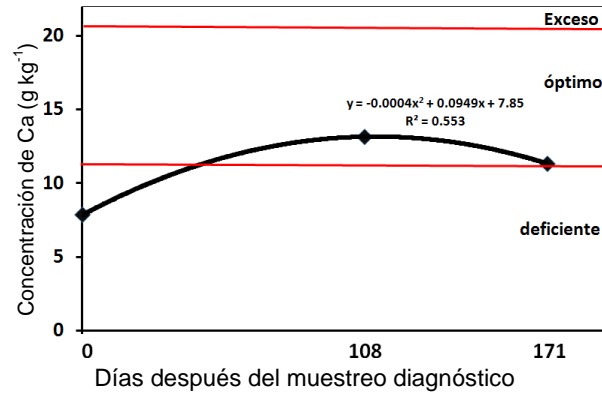
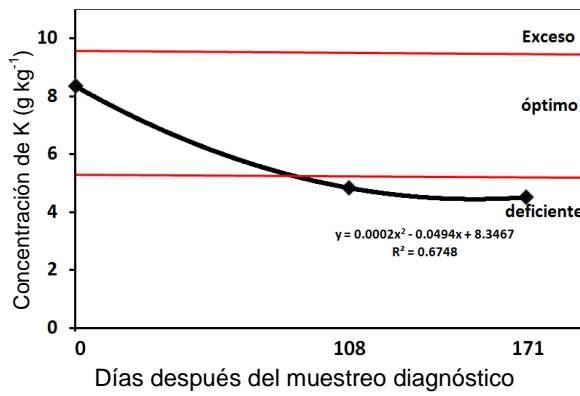
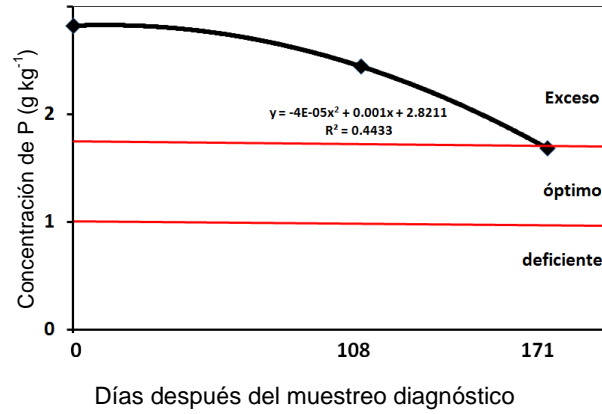
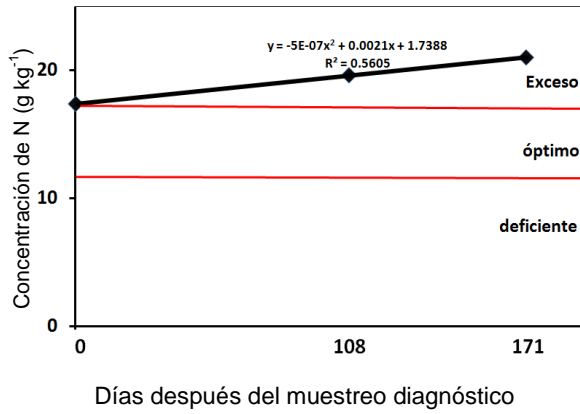


Figura 14. Concentración de macronutrientes en hojas de guayabo en tres fechas de muestreo en el huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo.

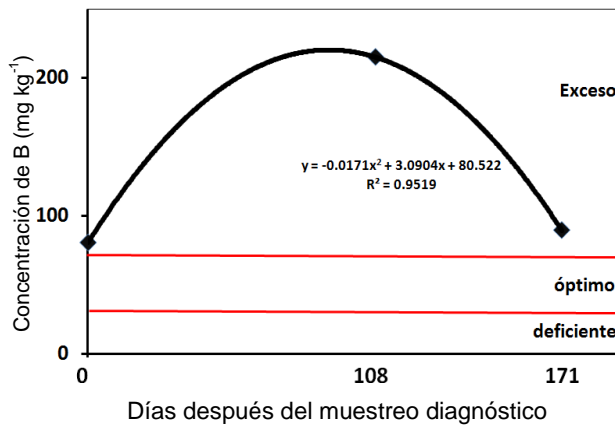
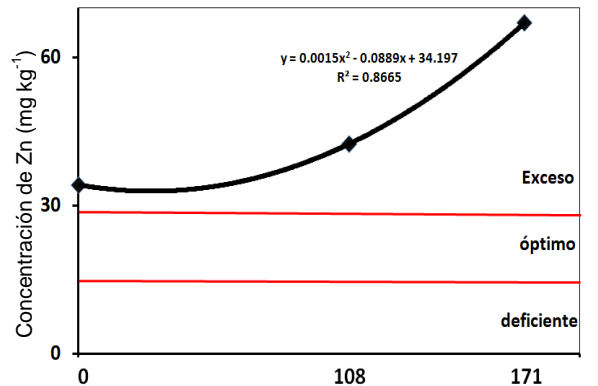
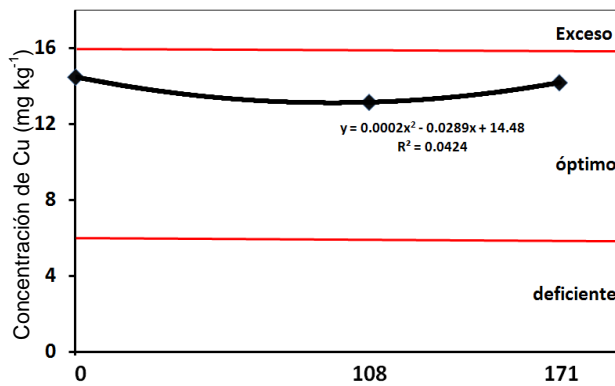
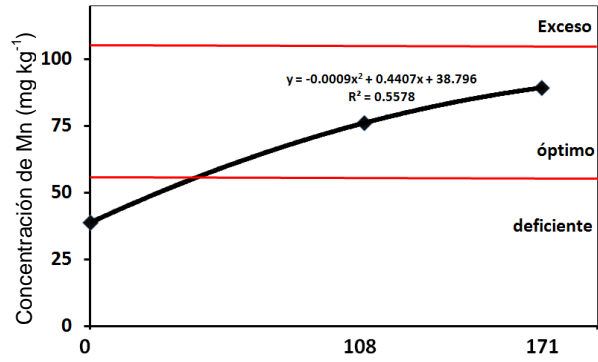
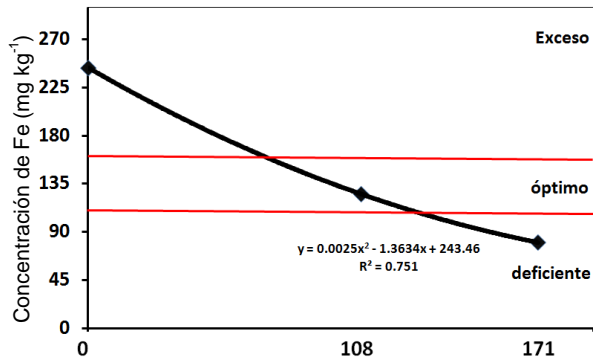


Figura 15. Concentración de micronutrientos en hojas de guayabo en tres fechas de muestreo en el huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo.

6.3.6 Índices nutrimentales

En éste huerto los resultados de los índices de desequilibrio nutrimental mediante el método de diagnóstico nutrimental DOP (Damián *et al.*, 2006), mostraron deficiencias en el muestreo diagnóstico para los elementos P, K, Ca y Mg (Cuadro 28), además Fe, Mn y Cu que en el primer muestreo se encontraban sobre la norma y mostraron deficiencia en los muestreos finales siendo mayor la deficiencia en Mn, seguido por Fe y Cu. Además el índice de desequilibrio nutrimental fue menor en el segundo muestreo con respecto al muestreo diagnóstico. Por lo que es necesario calcular las dosis correctas para no causar alteraciones en la nutrición (Cuadro 29 y 30).

Cuadro 28. Índices nutrimentales (DOP) en hojas de guayabo para muestreo diagnóstico, proveniente del huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo.

Estrato	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B	IDN
1	18.5	-79.3	-40.3	-36.2	-76.4	11411	2793	1079.0	2369	6052	23954
2	14.9	-81.6	-39.8	-44.5	-77.8	19976	2566	974.5	2280	5428	31483
3	20.3	-86.0	-50.2	-59.7	-81.6	29717	1783	1063.0	1740	4598	39198

*IND: índice de desequilibrio nutrimental

Cuadro 29. Índices nutrimentales (DOP) en hojas de guayabo en el huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo, en el primer muestreo foliar, 108 días después de la primera fertilización foliar.

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B	IDN
Testigo	38.5	77.9	228.5	5.7	46.6	-31.8	-79.7	3.1	37.7	257.2	806.8
Orgánico-Mineral	34.2	41.1	227.3	6.2	45.7	-17.3	-70.4	-6.6	43.9	287.1	779.8
Mineral	33.8	58.9	217.6	0.5	38.7	-19.1	-75.3	-5.8	49.9	287.0	786.8
Fungicida	26.0	84.8	251.4	10.3	47.2	-3.7	-73.2	13.6	35.1	305.1	850.4

*IND: índice de desequilibrio nutrimental

**T1: testigo, T2: orgánico-mineral, T3: Mineral, T4: Fungicida.

Cuadro 30. Índices nutrimentales (DOP) en hojas de guayabo en el huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo, en el segundo muestreo foliar, 171 días después de la primera fertilización foliar.

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B	IDN
Testigo	39.2	906.4	159.2	-3.6	39.7	-41.8	-61.1	-1.9	136.1	61.1	1450.0
Orgánico-Mineral	46.6	1187.3	207.7	-12.5	32.5	-47.2	-72.8	20.5	106.4	71.6	1805.2
Mineral	55.9	862.4	205.0	-17.7	38.4	-54.6	-80.4	5.6	132.5	50.8	1503.3
Fungicida	38.5	1159.6	264.8	-2.3	55.7	-46.6	-66.7	12.3	118.5	56.3	1821.2

*IND: índice de desequilibrio nutrimental

6.4 Dinámica nutrimental del follaje de los huertos.

En los tres huertos las concentraciones de macronutrientes (N, P, K, Ca y Mg) se ubicaron dentro del rango óptimo, sólo K estuvo abajo del rango óptimo, De los micronutrientes (Fe, Cu, Zn, Mn y B) ninguno presentó deficiencias y estuvieron sobre el límite considerado como óptimo (Anexo 7), y en campo no mostraron síntomas de toxicidad característica relacionada con los elementos referidos. Los huertos mostraron dinámicas similares aunque en diferentes dimensiones dadas las características de cada una en relación a su estado nutrimental inicial.

Sólo algunos elementos estuvieron en el rango de deficiencia, coincidiendo con Guerra y Bautista (2002), pero difiriendo con lo reportado por Damián *et al.* (2006) donde P, Mg, Cu, B y Zn se mantuvieron constantes durante el monitoreo realizado, pues en el presente experimento todos los elementos variaron conforme transcurrió la fase experimental.

La huerta “Odales” de Juárez, fue la que presentó valores nutricionales más bajos en sus indicadores, pero con la mayoría dentro de los rangos óptimos.

6.5 Índices nutrimentales de los huertos.

Según el método de diagnóstico nutrimental DOP en los tres huertos al inicio fueron constantes las deficiencias de P, K, Ca, Mg, estas deficiencias fueron superadas y ya no se presentaron a los 108 días de establecido el experimento, pero aparecieron las de Fe y Mn que se mantuvieron hasta los 171 días etapa en la que aparecen las deficiencias de Ca y Cu. No obstante los índices de desequilibrio nutrimental lograron disminuir conforme transcurrió el tiempo, pero al final del periodo se elevaron nuevamente, más no a los valores iniciales. La huerta con valores del IDN mayores fue “la Joyita” Zitácuaro, pero al final del experimento (171 días) se uniformizaron los IDN para las huertas.

Los resultados indican que la aplicación de nutrientes favoreció la absorción sin llegar a obtener niveles óptimos de cada nutriente.

6.6 Diagnóstico nutrimental de fruto

6.6.1 Huerto comercial “La Joyita”, Zitácuaro

El día 2 de noviembre de 2007 se realizó un único muestreo de fruto en el huerto comercial “la Joyita”, Zitácuaro (Cuadro 31), en éste no se encontraron diferencias significativas en la incidencia y severidad de la peca, grosor de cascara, tamaño y grados Brix en fruto de guayaba.

Cuadro 31. Comparación de medias de concentración nutrimental en frutos de guayabo entre tratamientos del huerto comercial “La Joyita”, Zitácuaro, en el muestreo del día 2 de noviembre de 2007.

Determinación	Tratamiento			
	Testigo	Orgánico-Mineral	Mineral	Fungicida
N (g kg ⁻¹)	11.9 a	13.6 a	12.0 a	13.2 a
P (g kg ⁻¹)	15.5 a	15.5 a	16.5 a	17.3 a
K (g kg ⁻¹)	67.0 a	76.2 a	76.4 a	63.1 a
Ca (g kg ⁻¹)	1.0 a	1.0 a	1.1 a	1.1 a
Mg (g kg ⁻¹)	1.0 a	1.2 a	1.2 a	1.3 a
Fe (mg kg ⁻¹)	43.5 a	53.7 a	123.0 a	63.7 a
Mn (mg kg ⁻¹)	6.8 b	11.9 a	11.0 a	10.4 a
Cu (mg kg ⁻¹)	5.8 c	6.1 b	7.3 a	7.1 b
Zn (mg kg ⁻¹)	17.5 c	27.8 a	18.9 b	22.8 b
B (mg kg ⁻¹)	28.9 a	30.1 a	33.8 a	33.9 a
Incidencia (%)	90.9 a	92.5 a	89.3 a	92.8 a
Severidad (escala)	3.0 a	2.0 a	3.0 a	3.0 a
Diámetro polar (cm)	6.5 a	6.4 a	6.4 a	6.7 a
Diámetro ecuatorial (cm)	5.1 a	5.1 a	5.1 a	5.2 a
Peso (g)	87.2 a	82.8 a	85.8 a	89.8 a
Grados Brix	10.5 a	10.8 a	11.1 a	10.9 a
Grosor de cascara (mm)	8.1 a	7.9 a	8.3 a	7.9 a

Valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, p = 0.05).

6.6.2 Huerto comercial “Odales”, Juárez

Los días 21 y 28 de septiembre de 2007 se realizaron muestreos de fruto en el huerto comercial “Odales”, Juárez, (Cuadro 32 y 33) donde sucedió lo mismo que en el huerto anterior con respecto a diferencias significativas en cuanto a incidencia y severidad de la peca, grosor de cascara, tamaño y grados Brix en fruto de guayaba.

Cuadro 32. Comparación de medias de concentración nutrimental en frutos de guayabo entre tratamientos del huerto comercial “Odales”, Juárez, en el primer muestreo del día 21 de septiembre de 2007.

Determinación	Tratamiento			
	Testigo	Orgánico-Mineral	Mineral	Fungicida
N (g kg ⁻¹)	7.7 a	7.9 a	6.7 a	7.0 a
P (g kg ⁻¹)	6.5 a	7.2 a	7.0 a	6.9 a
K (g kg ⁻¹)	57.2 b	68.9 a	54.6 b	44.3 b
Ca (g kg ⁻¹)	1.4 a	1.3 a	1.3 a	1.4 a
Mg (g kg ⁻¹)	0.7 a	0.7 a	0.7 a	0.7 a
Fe (mg kg ⁻¹)	25.7 b	31.8 b	38.3 b	60.6 a
Mn (mg kg ⁻¹)	7.3 a	11.4 a	9.1 a	10.0 a
Cu (mg kg ⁻¹)	2.1 b	4.7 a	4.2 a	4.1 a
Zn (mg kg ⁻¹)	5.7 b	11.6 a	8.0 b	11.9 a
B (mg kg ⁻¹)	32.5 a	38.0 a	40.4 a	39.6 a
Incidencia (%)	95.0 a	91.3 a	91.7 a	90.9 a
Severidad (escala)	3.0 a	3.0 a	3.0 a	3.0 a
Diámetro polar (cm)	5.5 a	5.7 a	5.8 a	5.9 a
Diámetro ecuatorial (cm)	4.6 a	4.8 a	4.8 a	4.8 a
Peso (g)	64.6 a	70.5 a	71.6 a	72.9 a
Grados Brix	12.4 a	12.5 a	12.6 a	12.3 a
Grosor de cascara (mm)	7.4 a	8.2 a	7.8 a	7.7 a

Valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, p = 0.05).

Cuadro 33. Comparación de medias de concentración nutrimental en frutos de guayabo entre tratamientos del huerto comercial “Odales”, Juárez, en el segundo muestreo del día 28 de septiembre de 2007.

Determinación	Tratamiento			
	Testigo	Orgánico-Mineral	Mineral	Fungicida
N (g kg ⁻¹)	7.9 a	8.5 a	7.8 a	7.1 a
P (g kg ⁻¹)	6.0 a	7.6 a	9.5 a	6.6 a
K (g kg ⁻¹)	49.2 b	46.5 b	60.7 a	46.7 b
Ca (g kg ⁻¹)	1.7 a	1.6 a	1.9 a	1.5 a
Mg (g kg ⁻¹)	0.8 a	0.6 b	0.8 a	0.7 b
Fe (mg kg ⁻¹)	119.0 a	96.1 b	36.4 c	25.8 c
Mn (mg kg ⁻¹)	8.0 b	9.3 a	10.6 a	8.8 b
Cu (mg kg ⁻¹)	3.8 a	3.8 a	4.7 a	3.4 a
Zn (mg kg ⁻¹)	9.3 a	12.0 a	8.2 a	8.2 a
B (mg kg ⁻¹)	32.6 a	36.8 a	35.4 a	29.4 a
Incidencia (%)	91.6 a	91.1 a	90.8 a	94.6 a
Severidad (escala)	2.0 a	3.0 a	3.0 a	4.0 a
Diámetro polar (cm)	5.8 a	5.6 a	5.7 a	5.5 a
Diámetro ecuatorial (cm)	4.8 a	5.0 a	4.8 a	4.6 a
Peso (g)	71.5 a	72.8 a	69.3 a	65.2 a
Grados Brix	12.2 a	12.5 a	12.9 a	12.3 a
Grosor de cascara (mm)	7.7 a	7.4 a	6.8 a	6.8 a

Valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, p = 0.05).

6.6.3 Huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo

Los días 21 y 28 de septiembre de 2007 se realizaron muestreos de fruto en el huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo, donde sucedió lo mismo que en los dos huertos anteriores con respecto a diferencias significativas en cuanto a incidencia y severidad de la peca, grosor de cascara, tamaño y grados Brix en fruto de guayaba (Cuadros 34 y 35).

Cuadro 34. Comparación de medias de concentración nutrimental en frutos de guayabo entre tratamientos del huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo, en el primer muestreo del día 21 de septiembre de 2007.

Determinación	Tratamiento			
	Testigo	Orgánico-Mineral	Mineral	Fungicida
N (g kg ⁻¹)	7.5 a	9.7 a	7.5 a	8.0 a
P (g kg ⁻¹)	10.6 a	11.2 a	11.3 a	10.5 a
K (g kg ⁻¹)	72.5 a	77.5 a	71.0 a	65.7 a
Ca (g kg ⁻¹)	1.7 a	1.4 a	1.3 a	1.6 a
Mg (g kg ⁻¹)	1.0 a	0.9 a	1.0 a	1.0 a
Fe (mg kg ⁻¹)	42.4 c	52.2 b	75.8 b	116.0 a
Mn (mg kg ⁻¹)	8.9 b	10.5 a	6.7 c	13.1 a
Cu (mg kg ⁻¹)	4.4 a	4.9 a	4.5 a	5.0 a
Zn (mg kg ⁻¹)	12.8 b	14.9 a	11.2 b	15.8 a
B (mg kg ⁻¹)	38.3 a	41.9 a	37.8 a	39.8 a
Incidencia (%)	86.6 a	94.0 a	94.7 a	86.5 a
Severidad (escala)	2.0 a	3.0 a	3.0 a	2.0 a
Diámetro polar (cm)	5.5 a	5.4 a	5.4 a	5.5 a
Diámetro ecuatorial (cm)	4.7 a	4.8 a	4.6 a	4.8 a
Peso (g)	66.4 a	65.8 a	64.1 a	67.0 a
Grados Brix	12.8 a	13.7 a	13.0 a	13.6 a
Grosor de cascara (mm)	7.2 a	7.6 a	7.4 a	7.4 a

Valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, $p = 0.05$).

Aunque Castellano *et al.* (2005a) en su estudio al aplicar diferentes concentraciones de Ca en guayabo reportan poca variación en el grosor de la cascara en su estudio no existieron diferencias significativas al aplicar Ca ($P \leq 0.05$).

En la determinación de sólidos solubles totales en fruto mediante la lectura de grados Brix no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos aplicados, coincidiendo con los resultados de Castellano *et al.* (2005b) y Quijada *et al.* (1999), pero a su vez difiriendo con los resultados de Castellano *et al.* (2005a), esto probablemente se debe a que en el presente trabajo se realizó una sola lectura de grados Brix cuando

los frutos estaban maduros y ésta varía a medida que pasa el tiempo, según sea la evolución en la maduración de los frutos (Mata y Rodríguez, 2000; Delbons *et al.*, 2007; Cañizares *et al.*, 2003). Bashir *et al.* (2009) si obtuvieron diferencias significativas en los parámetros relacionados con calidad del fruto, pero sus tratamientos fueron edáficos. Aunque los tratamientos aplicados contenían niveles recomendados de N, Fe y Zn para la nutrición foliar de árboles frutales, en la presente investigación no se apreciaron diferencias significativas entre tratamientos, coincidiendo con los resultados obtenidos para este frutal por Castelán y Becerril (2004), no así para Cu y Mn.

Cuadro 35. Comparación de medias de concentración nutrimental en frutos de guayabo entre tratamientos del huerto comercial “La Soledad”, Jungapeo, en el segundo muestreo del día 28 de septiembre de 2007.

Determinación	Tratamiento			
	Testigo	Orgánico-Mineral	Mineral	Fungicida
N (g kg ⁻¹)	7.3 a	7.3 a	8.0 a	7.3 a
P (g kg ⁻¹)	9.0 a	10.2 a	10.1 a	10.9 a
K (g kg ⁻¹)	61.2 a	68.3 a	61.5 a	69.5 a
Ca (g kg ⁻¹)	1.3 a	1.5 a	1.5 a	1.4 a
Mg (g kg ⁻¹)	0.8 a	0.9 a	0.8 a	0.8 a
Fe (mg kg ⁻¹)	39.8 a	31.5 a	30.9 a	24.7 b
Mn (mg kg ⁻¹)	5.9 a	8.1 a	6.8 a	6.4 a
Cu (mg kg ⁻¹)	3.9 a	4.9 a	4.9 a	12.8 a
Zn (mg kg ⁻¹)	9.2 b	15.5 a	12.2 a	9.8 b
B (mg kg ⁻¹)	29.0 b	36.3 b	36.7 b	41.0 a
Incidencia (%)	93.4 a	91.3 a	90.0 a	89.2 a
Severidad (escala)	3.0 a	3.0 a	3.0 a	3.0 a
Diámetro polar (cm)	5.1 a	5.1 a	5.1 a	5.1 a
Diámetro ecuatorial (cm)	4.6 a	4.6 a	4.6 a	4.5 a
Peso (g)	60.2 a	60.6 a	60.8 a	58.9 a
Grados Brix	12.5 a	12.6 a	12.5 a	12.9 a
Grosor de cascara (mm)	7.8 a	8.0 a	7.7 a	7.4 a

Valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, p = 0.05).

En la incidencia de peca en la presente investigación no se encontraron diferencias significativas, tampoco hubo relación en cuanto a la incidencia de la peca y los tratamientos empleados, así que por eliminación de factores y tomando en consideración los estudios de Nieto (1996) y Domínguez (1993) donde no encontraron agentes patológicos o signos de estos que pudieran ocasionar la peca, es probable que la peca sea producida por condiciones ambientales como las bajas temperaturas y altas humedades relativas coincidiendo con las características expresadas por González *et al.* (2002), pero a la fecha no se han realizado estudios donde se pueda identificar aisladamente el efecto del ambiente sobre la calidad de fruto en guayaba.

Del mismo modo González (1989) menciona que la peca en incidencia baja, da estética al fruto; pero, en daño grave, las lesiones se unen y llegan a cubrir una porción considerable del fruto, con lo que reduce el precio de venta dado su aspecto.

6.7 Diagnóstico final de la fertilidad de suelo

Con la finalidad de monitorear posibles cambios en las características del suelo o en las concentraciones de los diversos elementos contenidos en él, implicados en la investigación se procedió a realizar un segundo muestreo de suelo el día 30 de Octubre de 2007, Una vez terminadas las aplicaciones foliares y realizados los muestreos de follaje y fruto, con los datos obtenidos de éste muestreo y el diagnóstico obtenido el día 8 de mayo de 2008, se procedió a hacer una comparación de medias mediante el procedimiento de Tukey (0.05), para cada huerto, en el cual no se obtuvieron diferencias significativas (Anexos 4 y 5), dadas las peculiaridades intrínsecas del muestreo y la capacidad amortiguadora de los suelos (Bugarín *et al.*, 2007), aunque Medina *et al.* (2006) reportan que si son apreciables cambios en algunas características físicas de los suelos pero esto después de periodos largos, ya que en los primeros 10 años no obtuvieron diferencias significativas.

6.8 Cambios estructurales en el tejido vegetal

En la detección de elementos mediante el microscopio de barrido y espectrometría de dispersión de rayos X (EDX), Los elementos Na, Mg y Ca se presentaron en mayor proporción en los frutos sin peca, mientras que los frutos con peca muestran mayores conteos de K, Mn, Fe y Cu, situación contraria a lo reportado por Nieto (1996) y Domínguez (1993), aunque ellos emplearon otros métodos para inferir el contenido nutrimental. En el Cuadro 36 se muestran diferencias significativas en cuanto a la presencia de nutrimentos, se infiere mediante esta técnica una relación entre la peca de la guayaba y un desequilibrio o toxicidad por microelementos, pudiendo relacionar esta situación con la aparición de la peca en fruto (Cardoso *et al.*, 2008; Ruiz *et al.*, 2009).

Cuadro 36. Conteos de elementos detectados por el microscopio de barrido y espectrometría de dispersión de rayos X.

Elemento [†]	Conteos en epidermis de fruto ^{ψ**}	
	Sin peca	Con peca
Na	334.7 a	156.3 b
Mg	38.7 a	17.0 b
K	38.3 b	165.3 a
Ca	130.3 a	97.3 b
Mn	29.0 b	41.7 a
Fe	35.7 b	140.0 a
Cu	915.0 b	1353.0 a

** Valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, p = 0.05).

[†] Los valores de B, N, Al, P, S, Cu, Zn y Mo, no son presentados ya que no fueron detectados por el microscopio de barrido y espectrometría de dispersión de rayos X (EDX); ^ψ Promedio de cuatro repeticiones.

Tanto en la epidermis como en un corte transversal de la cascara de los frutos de guayaba con peca empleados (Figura 16) no aparecen estructuras, indicios o signos de organismos (Figura 17) que pudieran estar relacionados con la incidencia de la peca. Aunque Ruiz *et al.* (2009) advierten la formación de criptas por donde organismos oportunistas como hongos y ácaros en estado juvenil pueden penetrar, alimentarse y usarlas como hábitat. Es necesario agregar que aunque se ha reportado la incidencia de la peca sólo a nivel de epidermis, se detectaron criptas debido a la necrosis del tejido que se encuentra por debajo del epicarpio, es decir en el mesocarpio. Por lo que el daño de la peca es mayor al descrito anteriormente por otros autores (Flores *et al.*, 2009; González *et al.*, 2002; Nieto, 1996; Domínguez, 1993).



Figura 16. Frutos de guayaba con “Peca” encontrados en campo.

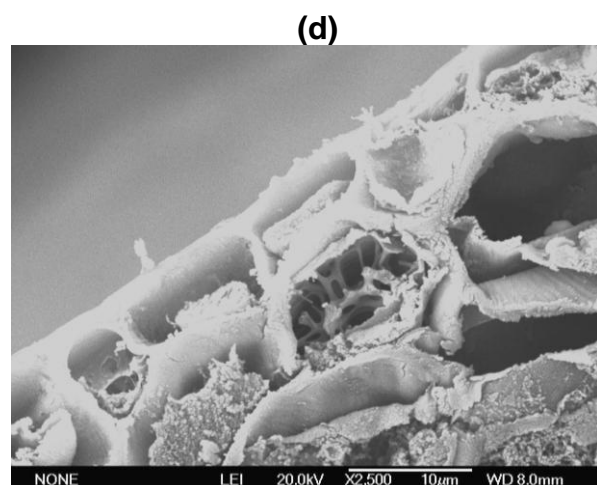
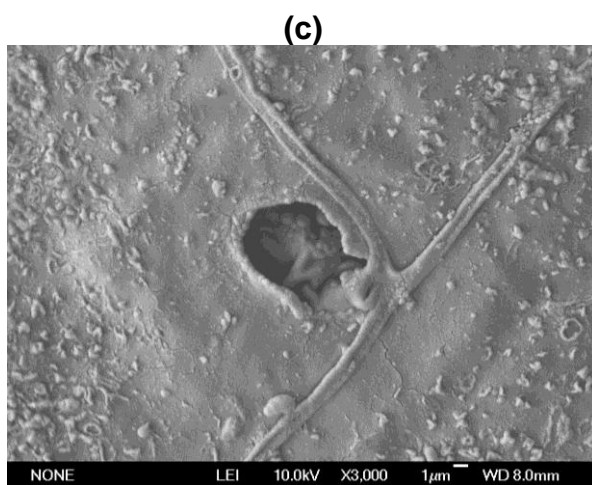
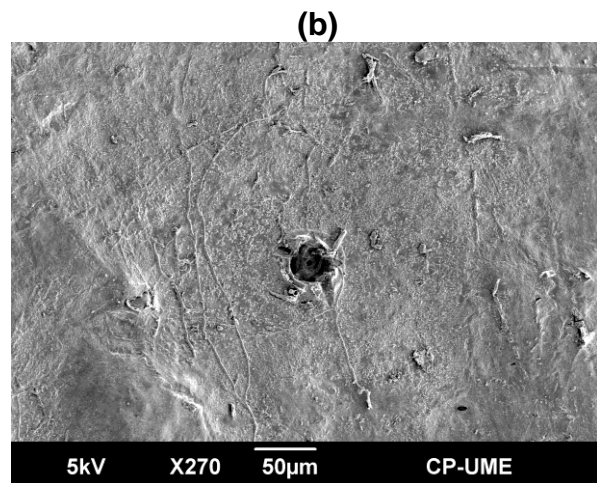
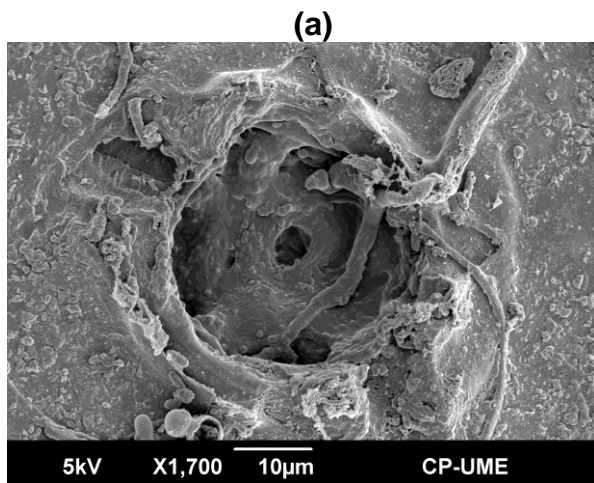


Figura 17. Imágenes obtenidas con el microscopio electrónico de barrido de la epidermis a diferentes distancias (a y b), apariencia de una peca aislada (c) y corte longitudinal de un segmento afectados con peca (d).

7 CONCLUSIÓN

7.1 General

- La incidencia de peca de la guayaba fue independiente del estado nutrimental de los huertos de la región oriente del estado de Michoacán, dedicados a la producción de guayaba.

7.2 Particulares

- Las deficiencias nutrimentales más comunes fueron Ca y Mn al inicio, y K al final del experimento, con respecto a la literatura; mientras que con el método de diagnóstico DOP (Desviación Óptimo Porcentual) el P, K y Mg son deficientes al inicio, el Ca durante, y el Fe y Mn al final del experimento.
- La aplicación de fertilizantes foliares orgánico-minerales no disminuyó la incidencia de peca de la guayaba, sólo aumentó los niveles de P, Ca y Mn en el follaje; en general la fertilización foliar contribuyó a mantener los niveles nutrimentales dentro del óptimo o superior a la referencia.
- Se observaron cambios estructurales en la epidermis a causa de las lesiones identificadas como peca de la guayaba, donde se detectaron criptas debido a la necrosis del tejido que se encuentra por debajo del epicarpio, es decir en el mesocarpio.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, S. A., J. D. Etchevers B. y J. Z. Castellanos R. 1987.** Análisis químico para evaluar la fertilidad del suelo. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A. C. Colegio de Posgraduados. Mex. 217 p.
- Alcántar G., G. y M. Sandoval V. 1999.** Manual de análisis químico de tejido vegetal. Guía de muestreo, preparación, análisis e interpretación. Publicación especial No. 10. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A. C. Área de Nutrición Vegetal, Programa de Edafología, Instituto de Recursos Naturales. Colegio de posgraduados. Mex. 156 p.
- Al-Swaidan H., M. 1994.** Determination of trace elements in Saudi Arabian soils by Inductively Couple Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS). *Commun. Soil Sci. Plant. Anal.* 25(5):459-467.
- ASERCA. 1998.** La guayaba en México. Un largo camino por recorrer. *In: De Nuestra Cosecha. ASERCA México, claridades Agropecuarias No. 59.* p. 3-14.
- Ayala J., C. A. 2005.** Guayaba michoacana, con posibilidades de colocarse en el mercado hispano de California. Nota periodística. La jornada Michoacán, 8 de septiembre de 2005.
- Bashir, M. A., M. Ahmad, M. R. Salik y M. Z. Awan. 2009.** Manure and fertilizers effect on yield and fruit quality of guava (*Psidium guajava* L.). *J. Agr. Res.* 47(3):247-251.
- Bouyoucos G., T. 1951.** A calibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soil. *Agron. J.* 43:434-438.
- Bray R., H. y L. T. Kurtz. 1945.** Determination of total, organic and available phosphorus in soil. *Soil. Sci.* 59:39-45.
- Bremner J., M. y G. A. Breitenbeck. 1983.** A simple method for determination of ammonium in semimicro-kjeldahl analysis of soils and plant materials using a block digester. *Commun. Soil Sci. Plant. Anal.* 14(10):905-913.
- Bugarín M., R., A. Galvis S., T. M. Hernández M. y D. García P. 2007.** Capacidad amortiguadora y cinética de liberación de potasio en suelo. *Agricultura Técnica en México.* 33(1):73-81.
- Caamal C., I. 2001.** Estructura, comportamiento y rentabilidad de la producción de guayaba en México. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México, Mex. 108 p.
- Cañizares A., D. Laverde y R. Puesme. 2003.** Crecimiento y desarrollo del fruto de guayaba (*Psidium guajava* L.) en Santa Bárbara, estado Monagas, Ven. *Rev. Científica UDO Agrícola.* 3(1):34-38.
- Cardoso Del Río, I., L. M. Ruiz P., M. N. Rodríguez M., A. B. Soto G. y G. Rosas S. 2008.** Microscopía electrónica de barrido como herramienta en el estudio de la peca en guayaba (*Psidium guajava* L.). IX Congreso Nacional de Microscopía 9 – 13 de noviembre de 2008 Guanajuato, Gto. Mex. [En línea] Disponible en http://www.amemi.org/Docs/simposia_biologia/carteles/60_MICROSCOPÍA_ELEC

TRÓNICA_DE_BARRIDO_COMO_HERRAMIENTA.pdf (Revisado el 1 de mayo de 2010)

- Castelán E., M. y A. E. Becerril R. 2004.** Fisiología de la producción forzada en guayaba. II. Nutrientes y respuesta floral. *Interciencia*. 12(2):680-685.
- Castellano, G., O. Quijada, C. R, Ramírez y E. Sayago. 2006.** Efecto de la fertilización con calcio y el estado de madurez sobre la calidad de fruta de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Rev. Iber. Tec. Postcosecha*. 7(2): 109-113.
- Castellano, G., O. Quijada, C. Marín y R. Camacho. 2005a.** Fertilización precosecha con fuentes de calcio sobre la firmeza y calidad de frutas de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Rev. Iber. Tec. Postcosecha*. 6(2): 72-77.
- Castellano, G., O. Quijada, C. R, Ramírez y E. Sayago. 2005b.** Comportamiento pos cosecha de frutas de guayaba (*Psidium guajava* L.) tratados con cloruro de calcio y agua caliente a dos temperaturas de almacenamiento. *Rev. Iber. Tec. Postcosecha*. 6(2): 78-82.
- Castellanos, J. Z., J. X. Uvalle y A. Aguilar S. 2000.** Manual de Interpretación de Análisis de Suelo y Planta. 2a ed. INCAPA. Gto. Mex. 226 p.
- Chapman H., D. 1965.** Cation Exchange capacity. *In*: C. A. Black (ed.), methods of analysis. Part 2. Agronomy 9. American Society of Agronomy. Madison, Wn. 901 p.
- Chávez F., J. y L. A. Rivas T. 2005.** Competitividad de la agroindustria del estado de Michoacán, Méx. *Rev. del centro de investigaciones Univ. la Salle*. 6 (24):93-107.
- Chetri, K. y P. L. Kar. 1999.** Changes in nutrient element composition of guava leaves in relation to season, cultivar, direction of shoot, and zone of leaf sampling. *Commun. Soil Sci. Plant. Anal*. 30(2):121-128.
- Cortés B., J. O., A. Nava C. y V. H. Santoyo C. 1994.** Perspectivas del cultivo de guayabo en la región centro-norte de México ante el TLC. *In*: El TLC y sus repercusiones en el sector agropecuario del Centro – Norte de México (Ed.) Schewentesius, R. R., M. A. Gómez C., J. C. Ledesma, M y C. Gallegos V. CIESTAAM. UACH, Méx. pp. 93-112.
- Damián N., A., V. A. González H., P. Sánchez G., C. B. Peña V. y M. Livera M. 2006.** Dinámica y diagnóstico nutrimental del guayabo en Iguala, Guerrero, México. *Rev. Terra Latinoamericana*. 24(1):125-132.
- Damián N., A., V. A. González H., P. Sánchez G., C. B. Peña V., M. Livera M. y T. Brito G. 2004.** Crecimiento y fenología del guayabo (*Psidium guajava* L.) cv. "Media China" en Iguala, Guerrero. *Rev. Fitotecnia Mexicana*. 27(4):349-358
- Delbons M., R., K. Silva F., L. Marelli S., C. Sales M. y S. Lopez T. 2007.** Características Física é químicas de goiabas 'cortibel 1' e 'cortibel 4' armazenadas em condições ambientais. *Bragantia: Rev. Ciências Agronômicas*. 66(4):685-692.
- Dewis J. y F. Freitas. 1984.** Métodos físicos y químicos da análise de solos y aguas. Boletín de Suelos de la FAO. Roma, Ita. 252 p.

- Domínguez A., J. L. 1993.** Búsqueda de firmeza y disminución de peca en frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.) en Jalpa, Zacatecas. Tesis Licenciatura, Universidad Autónoma Chapingo. Mex. 64 p.
- Espinosa, E. J. 1987.** Enraizamiento de estacas de guayaba (*Psidium guajava* L.). Tesis. Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Mex. 95 p.
- Flores, Y., A. Rondón, E. Arnal, Y. Mujica, M. García y A. Romero. 2009.** La mancha roja de la guayaba. Síntomas y diseminación en el estado Cojedes, Venezuela. Bioagro. 21(1):75-77.
- García de Miranda, E. 1988.** Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para su adaptación a la República Mexicana). UNAM. Ed. Talleres de Offset Larios. 4a Edición. D. F. Mex. 219 p.
- Guerra, E. y D. Bautista. 2002.** Contenido foliar de elementos nutricionales en tres clones de guayaba (*Psidium guajava* L.) en época de alta actividad de crecimiento. Bioagro 12(2):99-104.
- Gómez C., R. 2003.** La fertilización foliar de silicio y miel de abeja como alternativa para el control de la marchitez (*Fusarium oxysporum* Brot.) en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis. Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Mex. 86 p.
- González L., M. 1989.** Efecto hídrico sobre algunos aspectos fisiológico y del desarrollo en Guayabo (*Psidium guajava* L.). Tesis Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Mex. 83 p.
- González G., E., J. S. Padilla R., L. Reyes M., M. A. Perales C. y F. Esquivel V. 2002.** Guayaba, su cultivo en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, centro de investigación regional del centro-norte, campo experimental Pabellón. INIFAP. Libro técnico No. 1. Aguascalientes, Mex. 182 p.
- Hundal, H. S., D. Singh y K. Singh. 2007.** Monitoring Nutrient Status of Guava Fruit Trees in Punjab, Northwest India through the Diagnostic and Recommendation Integrated System Approach. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 38(15): 2117-2130.
- Jackson M., L. 1964.** Análisis químico de suelos. Ed. Omega. Barcelona, Esp. 248 p.
- Licon T., L. P., V. Lee R. y J. N. Lerma M. 2001.** Manual de análisis de suelo-agua-planta diagnóstico, interpretación y recomendación. Universidad Autónoma de Chiapas. Mex. 102 p.
- Lindsay W., L. y W. A. Norvell. 1978.** Development of DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Am. J. 42:421-428.
- Mata B., I. y A. Rodríguez M. 2000.** Cultivo y producción de guayabo. Primera reimpresión. Ed. Trillas/UAAAN. 160 p.
- Medina M., J., V. H. Volke H., J. González R., A. Galvis S. y M. J. Santiago C. 2006.** Cambios en las propiedades físicas del suelo a través del tiempo en los sistemas de maíz bajo temporal y mango bajo riego en luvisoles del estado de Campeche. Universidad y Ciencia 22(2): 175-189.

- Montañés, L., L. Heras y M. Sanz. 1991.** Desviación del Óptimo Porcentual (DOP): índice para la interpretación del análisis vegetal. An. Aula Dei. 20(3-4):93-107.
- Mondragón J., C., L. M. Toriz A. y S. H. Guzmán M. 2009.** Caracterización de selecciones de guayaba para el bajío de Guanajuato, México. Agricultura Técnica en México. 35(3):315-322
- Montiel M., R. D. y J. J. Avelar M. 2001.** Etiología de la enfermedad “clavo del guayabo”. Unidad Académica Agronomía, Universidad Autónoma de Zacatecas. Trabajo: AP/UAGRO-06/006. 11 p
- Nieto A., D. 1996.** Fisiología, bioquímica y patógenos en frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.). Tesis Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Mex. 111 p.
- Norma Oficial mexicana PROY-NOM-021. 2000.** Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. Colegio de Postgraduados. Laboratorio de Física de Suelos. Montecillo, Mex. 179 p.
- Osorio R., B. 2005.** Eficiencia nutrimental del tulipán (*Tulipa* sp.) y su relación con vida de florero. Tesis Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Mex. 148 p.
- Padilla R., J. S., E. González G., F. Esquivel V., L. Reyes M y M. C. Valadéz M. 1999.** El cuánto, cuándo y cómo fertilizar al guayabo. Desplegable para productores. Número 32. INIFAP-CONACYT, CIRNOC e INIFAP. Aguascalientes, Mex. 75 p.
- Pierre-Louis, D. J. 2002.** Aplicaciones de fertilizantes foliares y silicio para incrementar el rendimiento y calidad del mango cv 'Haden'. Tesis Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Mex. 130 p.
- Quijada, O., F. Araujo y P. Corzo. 1999.** Efecto de la poda y la cianamida hidrogenada sobre la brotación, fructificación, producción y calidad de frutos del guayabo (*Psidium guajava* L.) en el municipio Mara del estado Zulia. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 1999, 16: 276-290.
- Rodríguez M., M. N., G. Alcántar G., A. Aguilar S., J. D. Etchevers B., J. A. Santizo R. 1998.** Estimación de la concentración de nitrógeno y clorofila en tomate mediante un medidor portátil de clorofila. Rev. Terra latinoamericana. 16(1):135-148.
- Reyes J., I. 1996.** Fundamentos teóricos-prácticos de temas selectos de la ciencia del suelo. Ed. Casa Abierta al Tiempo. U.A.M. Mex. 257 p.
- Richards L., A. 1990.** Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Sexta edición. Ed. Limusa. Mex. 187 p.
- Ruiz P., L. M., I. Cardoso Del Rio, M. N. Rodríguez M., A. B. Soto G. y G. Rosas S. 2009.** Estudio de la peca en guayaba (*Psidium guajava* L.). 10th Inter-American Congress of Electron Microscopy 2009 october 25 - 28. Rosario, Arg. [En línea] Disponible en http://www.ciasem2009.com.ar/upload_extended/ea562319__userid-201.pdf (Revisado el 1 de mayo de 2010)
- SAS institute, Inc. 1999.** Guide to the SOL query Windows: usage and reference. Version 8/SAS institute. Cary, NC. 167 p.

- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Recursos Forestales, Desarrollo Social, Pesca y Alimentación, México (SAGARPA). 2006.** SIACON. Sistema de información estadística agropecuaria de México. Versión 1.1. [En línea] Disponible en www.sagarpa.gob.mx y www.siap.sagarpa.gob.mx (Revisado el 1 de mayo de 2010).
- Samson J., A. 1991.** Fruticultura tropical. Ed. Trillas. Mex. 76 p.
- Sánchez R., G. 2007.** La red de valor guayaba en el oriente del estado de Michoacán bases para un desarrollo regional competitivo y sustentable. Fundación PRODUCE Michoacán A. C. Morelia, Michoacán, Mex. 134 p.
- Secretaría de gobernación, México (SEGOB). 2005.** Los municipios de Michoacán. Secretaría de Gobernación, gobierno del estado de Michoacán, centro nacional de desarrollo municipal, centro estatal de estudios municipales. 532 p. [En línea] Disponible en http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_michoacan. (Revisado el 1 de mayo de 2010).
- Vargas A., D., M. Soto H., V. A. González H., E. Mark E. y A. Martínez G. 2006.** Cinética de acumulación y distribución de flavonoides en guayaba (*Psidium guajava* L.). Agrociencia 40: 109-115.
- Walkey, A. y B. Black. 1947.** A critical examination of rapid method for determining organic carbon in soil. Effects of variations in digest conditions and organic soil constituents. Soil Sci. 63:251-264.

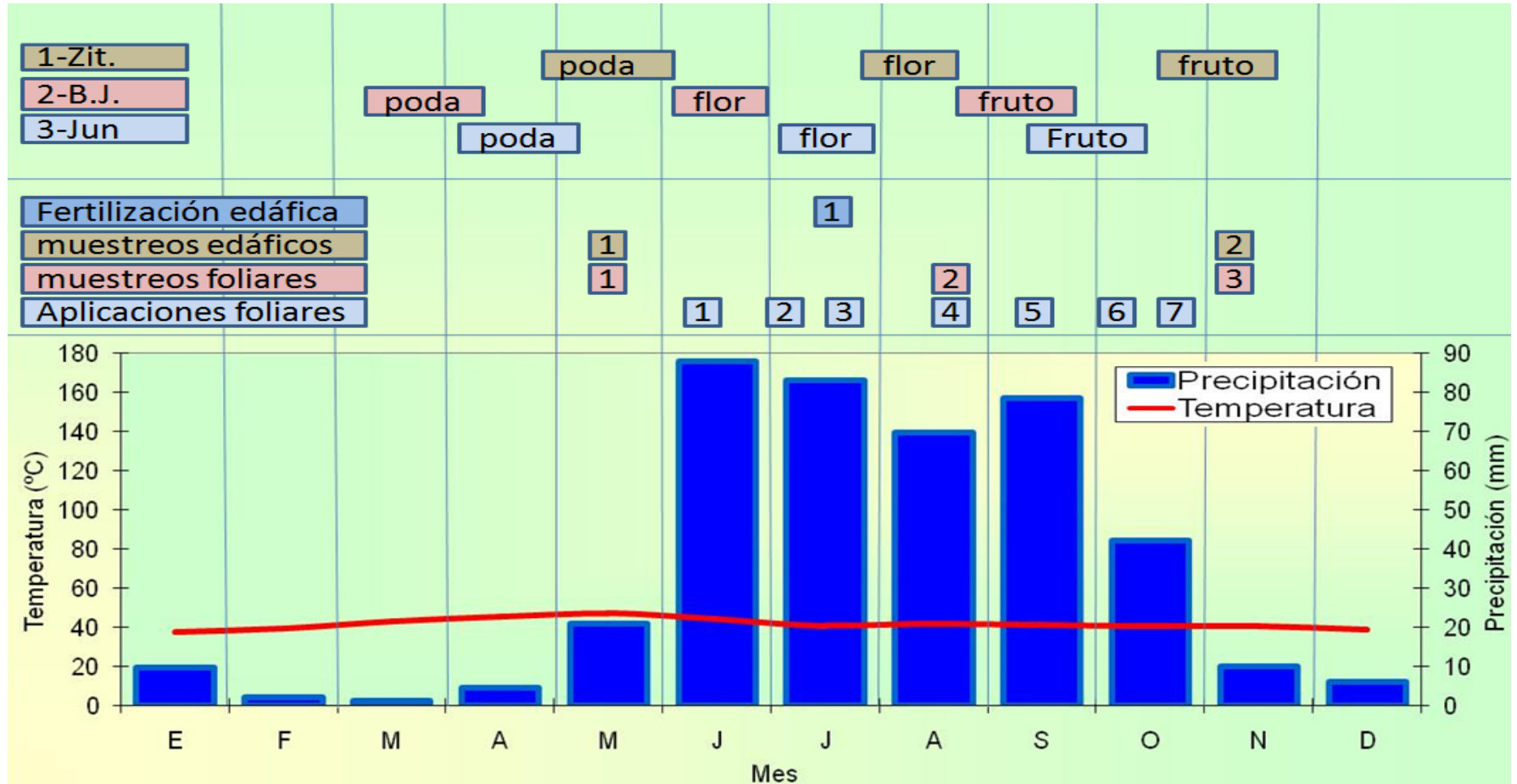
ANEXOS

Anexo 1. Características de los sitios donde se establecieron los experimentos.

Huerto	Nombre del propietario	Superficie	Precipitación pluvial	Ubicación geográfica	Tipo de clima*
“La Joyita” Zitácuaro.	Marín Padilla, C.	1 ha	813.2 mm	Altitud: 1732 m Longitud: 19° 22.48´ N Latitud: 100° 23.56´ O	Cb(w ₁)(w)(i´)gw´´: Semifrío, temperatura media anual entre 5 y 12 °C. Con poco oscilación térmica, con presencia de canícula y marcha de la temperatura tipo Ganges. Con precipitación anual de 925.0 y temperatura media anual de 17.4 °C
“Odales” Juárez.	Serna Solano, F.	4 ha	1052.5 mm	Altitud: 1319 m Longitud: 19° 18.30´ N Latitud: 100° 26.26´ O	A(C)wo(w)igw´´: Semicálido temperatura media anual entre 18 y 22 °C. Temperatura del mes más frío mayor de 18 °C. Isothermal, con presencia de canícula y marcha de la temperatura tipo Ganges. Con precipitación anual de 833.8 mm y temperatura media anual de 20.9 °C
“La Soledad” Jungapeo.	López Ávila, H.	2 ha	956.5 mm	Altitud: 1290 m Longitud: 19° 25.19´ N Latitud: 100° 29.59´ O	A(C)wo(w)igw´´: Semicálido temperatura media anual entre 18 y 22 °C. Temperatura del mes más frío mayor de 18 °C. Isothermal, con presencia de canícula y marcha de la temperatura tipo Ganges. Con precipitación anual de 833.8 mm y temperatura media anual de 20.9 °C

*García, 1988.

Anexo 2. Fenología y actividades realizadas en los tres huertos estudiados.



Anexo 3. Actividades realizadas durante la fase de campo en los tres huertos comerciales “Odales”, “La Joyita” y “La Soledad”.

Fecha	Actividad en campo
13 de marzo de 2007	Viaje de reconocimiento de la zona de estudio
8 de mayo de 2007	1 ^{er} muestreo Foliar
8 de mayo de 2007	1 ^{er} muestreo de suelo
1 de junio de 2007	Colocación de listones “marcadores” en los huertos donde se aplicaran los tratamientos.
15 de junio de 2007	1 ^{er} Aplicación foliar de tratamientos
6 de julio de 2007	2 ^{da} Aplicación foliar de tratamientos
27 de julio de 2007	3 ^{er} Aplicación foliar de tratamientos
27 de julio de 2007	Fertilización (500g de KCl + 500g de SFCT) por árbol en el área de goteo
24 de agosto de 2007	2 ^{do} muestreo al follaje
24 de agosto de 2007	4 ^{ta} Aplicación foliar de tratamientos
14 de septiembre de 2007	5 ^{ta} Aplicación foliar de tratamientos
21 de septiembre de 2007	1 ^{er} muestreo de fruto en Juárez y Jungapeo
28 de septiembre de 2007	2 ^{do} muestreo de fruto en Juárez y Jungapeo
04 de octubre de 2007	6 ^{ta} Aplicación foliar de tratamientos
26 de octubre de 2007	3 ^{er} muestreo Foliar de tratamientos
30 de octubre de 2007	2 ^{do} muestreo de suelo
26 de octubre de 2007	7 ^{ma} Aplicación foliar de tratamientos
2 de noviembre de 2007	muestreo de fruto en Zitácuaro

Anexo 4. Análisis químico de suelo del muestreo del día 8 de mayo de 2007.

Huerto [¶]	Repetición	pH H ₂ O 1:2	Textura				CE calculada	CE estimada	%MO
			arena	arcilla	limo				
1-Zit	1	6.5	378	379	243	F-arcilloso	0.41	0.42	2.1
1-Zit	2	6.7	298	445	257	Arcilloso	0.39	0.54	2.8
1-Zit	3	6.6	418	365	217	F-arcilloso	0.40	0.53	2.2
2-B.J.	1	6.6	218	555	227	Arcilloso	0.30	0.35	2.3
2-B.J.	2	6.6	223	574	202	Arcilloso	0.35	0.44	1.7
2-B.J.	3	6.1	196	594	210	Arcilloso	0.32	0.37	2.2
3-Jun	1	7.3	166	684	150	Arcilloso	0.57	0.82	3.2
3-Jun	2	7.3	126	714	160	Arcilloso	0.73	0.93	3.6
3-Jun	3	7.4	144	702	154	Arcilloso	0.67	0.96	4.0

[¶] 1-Zit: La "La Joyita", Zitácuaro; 2-B.J.: "Odales", Juárez; 3-Jun: "la Soledad", Jungapeo.

Huerto [¶]	Repetición	Cationes solubles					Aniones solubles			
		Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NH ₄	NO ₃	SO ₄	HCO ₃	Cl
1-Zit	1	0.69	0.22	2.60	0.71	0.18	0.03	0.44	2.98	1.25
1-Zit	2	0.69	0.30	3.10	1.30	0.19	0.03	0.51	3.96	1.50
1-Zit	3	0.87	0.25	2.50	1.76	0.21	0.02	1.52	3.00	1.25
2-B.J.	1	0.65	0.17	1.69	1.07	0.19	0.01	1.80	0.91	1.25
2-B.J.	2	0.91	0.26	2.08	1.24	0.16	0.01	2.51	0.67	1.25
2-B.J.	3	0.72	0.10	1.76	1.14	0.21	0.01	2.03	0.49	1.40
3-Jun	1	1.33	0.23	3.19	3.48	0.19	0.02	0.48	6.68	1.25
3-Jun	2	1.64	0.37	3.35	4.00	0.17	0.01	0.85	7.02	1.75
3-Jun	3	1.49	0.25	3.74	4.13	0.19	0.01	0.56	7.78	1.65

[¶] 1-Zit: La "La Joyita", Zitácuaro; 2-B.J.: "Odales", Juárez; 3-Jun: "la Soledad", Jungapeo.

Continuación...

Huerto [¶]	Repetición	CIC	PSI	RAS	Intercambiables			
					Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
					cmol _c kg ⁻¹			
1-Zit	1	34.24	0.54	0.05	0.18	0.43	24.09	9.71
1-Zit	2	39.06	0.56	0.05	0.22	0.74	26.84	11.25
1-Zit	3	32.56	0.65	0.05	0.21	0.45	22.19	9.69
2-B.J.	1	35.31	0.82	0.07	0.29	0.37	23.66	10.98
2-B.J.	2	33.03	1.04	0.09	0.34	0.27	22.01	10.40
2-B.J.	3	34.80	0.93	0.08	0.32	0.28	20.67	13.52
3-Jun	1	62.41	1.66	0.17	0.86	1.31	32.63	17.60
3-Jun	2	68.66	1.51	0.17	0.88	1.60	35.62	20.55
3-Jun	3	64.06	1.49	0.17	0.88	1.42	34.32	22.43

[¶] 1-Zit: La "La Joyita", Zitácuaro; 2-B.J.: "Odales", Juárez; 3-Jun: "la Soledad", Jungapeo.

Huerto [¶]	Repetición	N total g kg ⁻¹	P (Bray 1) mg kg ⁻¹	lectura con ICP			
				Cu	Fe	Mn	Zn
				mg kg ⁻¹			
1-Zit	1	20	9.8	9.76	98.22	31.58	2.32
1-Zit	2	30	6.8	11.54	114.25	37.46	2.82
1-Zit	3	10	9.3	8.98	95.78	34.40	2.74
2-B.J.	1	20	19.0	5.25	67.32	27.41	3.01
2-B.J.	2	10	13.0	3.21	53.81	21.19	2.67
2-B.J.	3	20	17.0	4.13	98.48	33.51	2.31
3-Jun	1	30	13.0	2.53	23.87	30.73	17.44
3-Jun	2	30	11.0	2.26	30.53	30.69	9.34
3-Jun	3	30	12.0	2.68	24.45	26.34	11.02

[¶] 1-Zit: La "La Joyita", Zitácuaro; 2-B.J.: "Odales", Juárez; 3-Jun: "la Soledad", Jungapeo.

Anexo 5. Análisis químico de suelo del muestreo del día 30 de octubre de 2007.

Huerto [¶]	Repetición	pH H ₂ O 1:2	Textura				CE calculada	CE estimada	%MO
			arena	arcilla	limo				
			g kg ⁻¹				dS m ⁻¹		
1-Zit	1	6.6	390	372	238	F-arcilloso	0.48	0.49	2.2
1-Zit	2	6.6	286	457	257	F-arcilloso	0.32	0.47	2.7
1-Zit	3	6.7	430	353	217	F-arcilloso	0.47	0.60	2.2
1-Zit	4	6.6	369	394	237	F-arcilloso	0.42	0.52	2.4
2-B.J.	1	6.5	206	567	227	Arcilloso	0.23	0.28	2.3
2-B.J.	2	6.7	235	563	202	Arcilloso	0.42	0.51	1.8
2-B.J.	3	6.1	184	696	120	Arcilloso	0.25	0.30	2.1
2-B.J.	4	6.4	208	579	213	Arcilloso	0.30	0.36	2.1
3-Jun	1	7.3	178	672	150	Arcilloso	0.64	0.89	3.3
3-Jun	2	7.4	114	726	160	Arcilloso	0.66	0.86	3.6
3-Jun	3	7.4	144	691	165	Arcilloso	0.60	0.60	4.1
3-Jun	4	7.4	145	697	158	Arcilloso	0.63	0.78	3.7

Huerto [¶]	Repetición	Cationes solubles					Aniones solubles			
		Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NH ₄	NO ₃	SO ₄	HCO ₃	Cl
		mmol _c L ⁻¹					mmol _c L ⁻¹			
1-Zit	1	0.64	0.24	2.78	0.67	0.17	0.03	0.47	2.77	1.34
1-Zit	2	0.64	0.32	3.34	1.24	0.18	0.03	0.55	3.68	1.61
1-Zit	3	0.81	0.27	2.68	1.67	0.20	0.02	1.63	2.79	1.34
1-Zit	4	0.70	0.28	2.93	1.19	0.18	0.03	0.88	3.08	1.43
2-B.J.	1	0.60	0.18	1.81	1.02	0.18	0.01	1.93	0.85	1.34
2-B.J.	2	0.85	0.28	2.23	1.18	0.15	0.01	2.69	0.62	1.34
2-B.J.	3	0.67	0.11	1.88	1.08	0.20	0.01	2.17	0.46	1.50
2-B.J.	4	0.71	0.19	1.97	1.09	0.18	0.01	2.26	0.64	1.39
3-Jun	1	1.24	0.25	3.41	3.31	0.18	0.02	0.51	6.21	1.34
3-Jun	2	1.53	0.40	3.58	3.80	0.16	0.01	0.91	6.53	1.87
3-Jun	3	1.39	0.27	4.00	3.92	0.18	0.01	0.60	7.24	1.77
3-Jun	4	1.39	0.31	3.66	3.68	0.17	0.01	0.67	6.66	1.66

[¶] 1-Zit: La "La Joyita", Zitácuaro; 2-B.J.: "Odales", Juárez; 3-Jun: "la Soledad", Jungapeo.

Continuación...

Huerto [¶]	Repetición	CIC	PSI	RAS	Intercambiables			
					Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
					cmol _c kg ⁻¹			
1-Zit	1	35.149	0.520	0.043	0.179	0.45	24.82	9.70
1-Zit	2	39.333	0.556	0.049	0.213	0.76	27.65	10.70
1-Zit	3	35.240	0.595	0.049	0.206	0.46	22.86	11.70
1-Zit	4	36.574	0.557	0.047	0.199	0.56	25.11	10.70
2-B.J.	1	37.736	0.759	0.065	0.281	0.38	24.37	12.70
2-B.J.	2	36.995	0.915	0.078	0.333	0.28	22.67	13.70
2-B.J.	3	36.605	0.876	0.074	0.315	0.29	21.29	14.70
2-B.J.	4	37.112	0.850	0.072	0.310	0.32	22.78	13.70
3-Jun	1	51.497	1.707	0.170	0.842	1.34	33.61	15.70
3-Jun	2	55.893	1.610	0.166	0.859	1.64	36.69	16.70
3-Jun	3	55.373	1.620	0.167	0.859	1.46	35.35	17.70
3-Jun	4	54.254	1.646	0.168	0.853	1.48	35.22	16.70

Huerto [¶]	Repetición	N total g kg ⁻¹	P (Bray 1) mg kg ⁻¹	lectura con ICP			
				Cu	Fe	Mn	Zn
				mg kg ⁻¹			
1-Zit	1	20	9.0	9.47	97.23	30.95	2.29
1-Zit	2	20	6.1	11.20	113.11	36.71	2.79
1-Zit	3	20	8.6	8.71	94.83	33.72	2.71
1-Zit	4	20	7.9	9.79	101.72	33.79	2.60
2-B.J.	1	20	13.0	5.09	66.65	26.87	2.98
2-B.J.	2	10	12.0	3.11	53.27	20.76	2.64
2-B.J.	3	20	16.0	4.00	97.49	32.84	2.29
2-B.J.	4	20	17.0	4.07	72.47	26.82	2.64
3-Jun	1	20	12.0	2.46	23.63	30.12	17.27
3-Jun	2	30	10.0	2.19	30.23	30.07	9.25
3-Jun	3	30	11.0	2.59	24.21	25.81	10.91
3-Jun	4	30	11.0	2.41	26.02	28.67	12.48

[¶] 1-Zit: La "La Joyita", Zitácuaro; 2-B.J.: "Odales", Juárez; 3-Jun: "la Soledad", Jungapeo.

Anexo 6. Referencias para la interpretación de los análisis químicos de suelo.

pH	C.E.	M.O.	P	Cu	Fe	Mn	Zn	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Referencia
	(dSm ⁻¹)	(%)	(mg kg ⁻¹)					(cmol _c kg ⁻¹)				
ne [¶]	2-3	1.2-3.1	10-20	0.9-1.2	9-12	7-12	1.3-2.5	ne	0.3-0.6	5-10	1.3-3	Castellanos <i>et al.</i> (2000)
5-7	<2	1.2-3.1	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	PROY-NOM-021 [¶] (2000)

[¶] ne: no especificado; [¶] Norma Oficial mexicana PROY-NOM-021.

Anexo 7. Referencias para la interpretación de los análisis químicos follaje en guayabo.

N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Referencia
(g kg ⁻¹)					(mg kg ⁻¹)					
13.1-16.4	1.39-1.59	13-16.2	9.9-15	2.5-4.2	144-162	202-398	10-16	28-32	36-37	Mata y Rodríguez (2000)
14.1-16.6	1.0-1.7	5.1-9.7	11.6-21.2	3.1-5.1	105-153	58-110	6-16	15-29	ne [¶]	Hundal <i>et al.</i> (2007)

[¶] ne: no especificado.