

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT



SISTEMA DE BIBLIOTECAS

**VALIDACIÓN DE ESTÁNDARES NUTRIMENTALES FOLIARES EN
HUERTOS COMERCIALES DE MANGO CVS. ATAULFO, KENT Y
TOMMY ATKINS**

TESIS

**Que como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias
en el Área de Ciencias Agrícolas**

Presenta:

GREGORIO SANTILLAN VALLADOLID

CUERPO TUTORIAL

Ph.D. Samuel Salazar García. Director

Dr. Raúl Medina Torres. Co-Director

Ph.D. Isidro José Luis González Durán. Asesor

Ph.D. Juan Diego García Paredes. Asesor

XALISCO, NAYARIT; JUNIO 2012

Tepic, Nayarit; a 22 de Junio de 2012

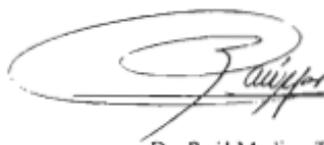
DR. JUAN DIEGO GARCÍA PAREDES
COORDINADOR DEL POSGRADO CBAP
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
PRESENTE.

Los que suscribimos, integrantes del consejo Tutorial del Ing. **Gregorio Santillán Valladolid**, declaramos que hemos revisado la tesis titulada “**Validación de estándares nutrimentales foliares en huertos comerciales de mango cvs. Ataulfo, Kent y Tommy Atkins**” y determinamos que la tesis puede ser presentada por el alumno para aspirar al grado de Maestro en Ciencias Biológico Agropecuarias, con opción terminal en Ciencias Agrícolas.

ATENTAMENTE
EL CONSEJO TUTORIAL



Dr. Samuel Salazar Garcia
Director



Dr. Raúl Medina Torres
Co-director



Dr. Isidro José Luis González Durán
Asesor



Dr. Juan Diego Garcia Paredes
Asesor



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
ÁREA DE CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS Y PESQUERAS
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS

CBAP/142/12

Xalisco, Nayarit., 12 de junio de 2012

Ing. Alfredo González Jáuregui
Director de Administración Escolar
P r e s e n t e .

Con base al oficio de fecha 22 de junio de 2012, enviado por los CC. Dr. Samuel Salazar García, Dr. Raúl Medina Torres, Dr. Isidro José Luis González Durán Dr. Juan Diego García Paredes, donde se nos indica que el trabajo de tesis titulado "Validación de estándares nutrimentales foliares en huertos comerciales de mango cvs. Ataulfo, Kent y Tommy Atkins," cumple con lo establecido en forma y contenido, debido a que ha cumplido con los demás requisitos que pide el Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Nayarit, se autoriza al C. Gregorio Santillán Valladolid, continúe con los trámites necesarios para la presentación del examen de grado de Maestría en el Área de Ciencias Agrícolas.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente

"Por lo Nuestro a lo Universal"



Dr. J. Diego García Paredes

Coordinador del Posgrado

C.c.p.-Minutario.

C.c.p.-Expediente.

JDGP/ref.

DEDICATORIAS

A mis padres

Higinio Santillán Ornelas y María Concepción Valladolid Castro, quiénes me dieron la vida y me brindaron su amor, esfuerzo, motivación y sus consejos y el apoyo incondicional a lo largo de mi formación académica, para guiarme por el camino correcto, y lograr ser de mi una persona útil a la sociedad.

A mis hermanos

Erendida, María Guadalupe, Elizabeth y Cristian Noel Santillán Valladolid por su entusiasmo, apoyo, estímulos que me han brindado y por el alentarme a cumplir mis objetivos, con cariño.

En especial a mi esposa e hijos

Eugenia Gutiérrez García, Alberto Guadalupe y Yarleth Santillán Gutiérrez por contar siempre con su apoyo, comprensión, confianza y esfuerzo porque son el motivo actual de mi superación, con amor.

A mis familiares

Con un sincero afecto, por su apoyo brindado durante mi carrera y que de una u otra forma me impulsaron a seguir adelante.

Gracias

AGRADECIMIENTOS

Las personas que merecen mi agradecimiento son innumerables y solamente por razones de espacio no aparecen en esta lista, aunque saben que están incluidas con singular afecto.

A la Universidad Autónoma de Nayarit. Por ser la máxima casa de estudios en el Estado de Nayarit y donde hasta hoy he desarrollado mi formación profesional, por su invaluable apoyo para realizar mis estudios, y por formar hombres y mujeres útiles a la sociedad.

A la Unidad Académica de Agricultura. Específicamente al Área de Ciencias Biológico Agropecuarias y Pesquera (CBAP), mi más profunda gratitud, por albergar mi vida universitaria y brindarme la oportunidad de continuar con mi inquietud de superación académica.

A mis maestros. Que contribuyeron con su conocimiento, dedicación y orientación para mi formación y superación académica.

A mi consejo particular de asesores. Con respeto y admiración al Director Ph.D. Samuel Salazar García, Co-Director: Dr. Raúl Medina Torres, y a los asesores: Ph.D. Isidro José Luis González Durán y Ph.D. Juan Diego García Paredes. Por sus valiosos consejos y experiencias aportadas en la conducción, redacción, revisión y sugerencias en el desarrollo de la investigación, que hicieron posible la calidad de esta tesis de posgrado.

Al CONACYT-FORDECYT, por el apoyo económico proporcionado a través del Proyecto 115830 "Manejo Sostenible y Competitivo del Mango para Exportación en el Occidente de México, considerando la Nutrición del Árbol, su Fisiología Reproductiva y la Influencia del Cambio Climático".

A mis compañeros del INIFAP. José González Valdivia, Martha E. Ibarra Estrada, Sergio O. Álvarez López, Oscar A. Barbosa A, y Jonathan Salazar Montoya, quienes de una u otra forma participaron durante la presente investigación.

A mis amigos y compañeros de grado (2010–2011). Paola Briseño, Enrique Mora A., e Ismael Rodríguez C., por las experiencias que compartimos juntos durante los estudios de maestría.

A los productores. Elías Montoya B., Obdulia Contreras E., Misael Monteón I., y Santos Ramos H., por haber proporcionado los huertos para llevar a cabo la realización de esta investigación.

A todas aquellas personas que de una u otra forma participaron en la realización de esta investigación.

Muchas Gracias

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIAS.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
LISTA DE CUADROS.....	xii
LISTA DE FIGURAS.....	xviii
LISTA DE CUADROS DE ANEXOS.....	xx
INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
CAPÍTULO I. INFLUENCIA DE LA FERTILIDAD INICIAL DEL SUELO SOBRE ALGUNOS ASPECTOS DE VIGOR Y PRODUCCIÓN DE LOS MANGOS 'ATAULFO', 'KENT' Y 'TOMMY ATKINS'.....	2
1.1. Resumen.....	2
1.2. Introducción.....	3
1.3. Materiales y Métodos.....	5
1.3.1. Características de los huertos y árboles experimentales.....	5
1.3.2. Diagnóstico nutrimental foliar.....	6
1.3.3. Muestreo de suelo.....	7
1.3.4. Aspectos evaluados.....	7
1.3.4.1. Vigor de los árboles.....	7
1.3.4.2. Producción y tamaño de fruto.....	7
1.3.5. Análisis de la información.....	8
1.4. Resultados.....	8
1.4.1. Cultivar Ataulfo.....	8
1.4.1.1. Características físicas y químicas del suelo.....	8
1.4.1.2. Diagnóstico nutrimental foliar.....	9
1.4.1.3. Vigor de los árboles.....	9
1.4.1.4. Producción, tamaño de fruto y eficiencia de producción.....	9

1.4.2. Cultivar Kent.....	10
1.4.2.1. Características físicas y químicas del suelo.....	10
1.4.2.2. Diagnóstico nutrimental foliar.....	10
1.4.2.3. Vigor de los árboles.....	10
1.4.2.4. Producción, tamaño de fruto y eficiencia de producción.....	11
1.4.3. Cultivar Tommy Atkins.....	12
1.4.3.1. Características físicas y químicas del suelo.....	12
1.4.3.2. Diagnóstico nutrimental foliar.....	12
1.4.3.3. Vigor de los árboles.....	12
1.4.3.4. Producción, tamaño de fruto y eficiencia de producción.....	13
1.5. Discusión.....	14
1.6. Conclusiones.....	16
1.7. Literatura Citada.....	16
Anexos.....	37

CAPÍTULO II.

FERTILIZACIÓN DE SITIO ESPECÍFICO EN LOS CVS. ATAULFO, KENT Y TOMMY ATKINS EN NAYARIT.....	52
2.1. Resumen.....	52
2.2. Introducción.....	53
2.3. Materiales y Métodos.....	54
2.3.1. Características de los huertos y árboles experimentales.....	54
2.3.2. Muestreo de suelo.....	54
2.3.3. Tratamientos de fertilización.....	55
2.3.4. Cal y yeso.....	55
2.3.5. Muestreo foliar.....	56
2.3.6. Aspectos evaluados.....	56
2.3.6.1. Vigor de los árboles, producción y tamaño de fruto.....	56
2.3.7. Análisis de la información.....	57
2.4. Resultados.....	57
2.4.1. Cultivar Ataulfo.....	57
2.4.1.1. Características físico-químicas del suelo.....	57

2.4.1.2. Diagnóstico nutrimental foliar.....	58
2.4.1.3. Vigor de los árboles, producción y tamaño de fruto.....	58
2.4.1.4. Eficiencia de producción.....	59
2.4.1.5. Correlación lineal entre los nutrimentos de la hoja.....	59
2.4.1.6. Correlación lineal entre los nutrimentos de la hoja y del suelo.....	59
2.4.2. Cultivar Kent.....	60
2.4.2.1. Características físico-químicas del suelo.....	60
2.4.2.2. Diagnóstico nutrimental foliar.....	60
2.4.2.3. Vigor de los árboles, producción y tamaño de fruto.....	60
2.4.2.4. Eficiencia de producción.....	61
2.4.2.5. Correlación lineal entre los nutrimentos de la hoja.....	61
2.4.2.6. Correlación lineal entre los nutrimentos de la hoja y del suelo.....	61
2.4.3. Cultivar Tommy Atkins.....	62
2.4.3.1. Características físico-químicas del suelo.....	62
2.4.3.2. Diagnóstico nutrimental foliar.....	62
2.4.3.3. Vigor de los árboles, producción y tamaño de fruto.....	62
2.4.3.4. Eficiencia de producción.....	63
2.4.3.5. Correlación lineal entre los nutrimentos de la hoja.....	63
2.4.3.6. Correlación lineal entre los nutrimentos de la hoja y del suelo.....	64
2.4.4. Correlación lineal general entre los nutrimentos de la hoja para los cvs. Ataulfo, Kent y Tommy Atkins.....	64
2.4.5. Correlación lineal general entre los nutrimentos del suelo y de la hoja para los cvs. Ataulfo, Kent y Tommy Atkins.....	64
2.5. Discusión.....	64
2.6. Conclusiones.....	67
2.7. Literatura Citada.....	67
Anexos.....	93

CAPÍTULO III. OBTENCIÓN Y VALIDACIÓN DE ESTÁNDARES	
NUTRIMENTALES FOLIARES PARA MANGO.....	99
3.1. Resumen.....	99
3.2. Introducción.....	100
3.3. Materiales y Métodos.....	101
3.3.1. Estudio I. Obtención de la Versión-1 de estándares	
nutrimentales foliares.....	101
3.3.1.1. Huertos y cultivares de mango.....	101
3.3.1.2. Muestreo foliar.....	101
3.3.1.3. Estándares nutrimentales foliares (ENF).....	102
3.3.2. Estudio II. Obtención de la Versión-2 de estándares	
nutrimentales foliares.....	102
3.3.2.1. Huertos y cultivares de mango.....	102
3.3.2.2. Muestreo foliar.....	103
3.3.2.3. Estándares nutrimentales foliares.....	103
3.3.3. Estudio III. Validación de estándares nutrimentales foliares y	
creación de la Versión-3.....	103
3.4. Resultados.....	104
3.4.1. Versión-1 de estándares nutrimentales foliares.....	104
3.4.2. Versión-2 de estándares nutrimentales foliares.....	104
3.4.3. Comparación de los estándares nutrimentales foliares de las	
Versiones-1 y 2.....	105
3.4.3.1. 'Kent'.....	105
3.4.3.2. 'Tommy Atkins'.....	105
3.4.4. Versión-3 de estándares nutrimentales foliares.....	105
3.4.5. Comparación de estándares nutrimentales foliares entre	
flujos vegetativos de la Versión-3.....	105
3.4.5.1. 'Kent'.....	105
3.4.5.2. 'Tommy Atkins'.....	106
3.5. Discusión.....	106

3.6. Conclusiones.....	107
3.7. Literatura Citada.....	108

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Pág.
I-1	Características de los huertos de mango empleados en la investigación.....	22
I-2	Calibre del fruto de acuerdo a su peso para los tres cultivares de mango (EMEX, 2008).....	24
I-3	Características físicas y químicas del suelo a una profundidad de 0-30 cm en los huertos Las Palmas, Mpio. de San Blas y El Divisadero, Mpio. de Compostela, en el cv. Ataulfo, previo a la aplicación de fertilizantes (enero 2010).....	25
I-4	Influencia del huerto (Las Palmas, Mpio. de San Blas y El Divisadero, Mpio. de Compostela) sobre el vigor de los árboles del cv. Ataulfo, antes de la aplicación de los tratamientos de fertilización (2010).....	27
I-5	Vigor de los árboles del cv. Ataulfo, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (2010). Datos de los huertos Las Palmas, Mpio. de San Blas y El Divisadero, Mpio. de Compostela.....	27
I-6	Influencia del Huerto (Las Palmas, Mpio. de San Blas y El Divisadero, Mpio. de Compostela) sobre la producción, tamaño de fruto (C) y eficiencia de producción en el cv. Ataulfo, antes de la aplicación de los tratamientos de fertilización (2010).....	28
I-7	Producción, calibre de fruto (C) y eficiencia de producción, en el cv. Ataulfo, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (2010). Datos de los huertos de Las Palmas, Mpio. de San Blas y El Divisadero, Mpio. de Compostela.....	28
I-8	Características físicas y químicas del suelo a una profundidad de 0-30 cm en los huertos Las Palmas, Mpio. de San Blas y Buenavista, Mpio. de Acajoneta, en el cv. Kent, previo a la aplicación de fertilizantes (enero 2010).....	29
I-9	Influencia del huerto (Las Palmas, Mpio. de San Blas y Buenavista, Mpio. de Acajoneta) sobre el vigor de los árboles del cv. Kent, antes de la aplicación de los tratamientos de fertilización (2010).....	31

I-10	Vigor de los árboles del cv. Kent, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (2010). Datos de los huertos Las Palmas, Mpio. de San Blas y Buenavista, Mpio. de Acaponeta.....	31
I-11	Influencia del Huerto (Las Palmas, Mpio. de San Blas y Buenavista, Mpio. de Acaponeta) sobre la producción, tamaño de fruto (C) y eficiencia de producción en el cv. Kent, antes de la aplicación de los tratamientos de fertilización (2010).....	32
I-12	Producción, calibre de fruto (C) y eficiencia de producción, en el cv. Kent, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (2010). Datos de los huertos de Las Palmas, Mpio. de San Blas y Buenavista, Mpio. de Acaponeta.....	32
I-13	Características físicas y químicas del suelo a una profundidad de 0-30 cm en los huertos Las Palmas, Mpio. de San Blas y Chacala, Mpio. de Compostela, en el cv. Tommy Atkins, previo a la aplicación de fertilizantes (enero 2010).....	33
I-14	Influencia del huerto (Las Palmas, Mpio. de San Blas y Chacala, Mpio. de Compostela) sobre el vigor de los árboles del cv. Tommy Atkins, antes de la aplicación de los tratamientos de fertilización (2010).....	35
I-15	Vigor de los árboles del cv. Tommy Atkins, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (2010). Datos de los huertos Las Palmas, Mpio. de San Blas y Chacala, Mpio. de Compostela.....	35
I-16	Influencia del Huerto (Las Palmas, Mpio. de San Blas y Chacala, Mpio. de Compostela) sobre la producción, tamaño de fruto (C) y eficiencia de producción en el cv. Tommy Atkins, antes de la aplicación de los tratamientos de fertilización (2010).....	36
I-17	Producción, calibre de fruto (C) y eficiencia de producción, en el cv. Tommy Atkins, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (2010). Datos de los huertos de Las Palmas, Mpio. de San Blas y Chacala, Mpio. de Compostela.....	36
II-18	Tratamientos de fertilización (g-árbol ⁻¹) aplicados al suelo en 2010 y 2011, en huertos de mango cv. Ataulfo en Las Palmas, Mpio. de San Blas y El	

	Divisadero, Mpio. de Compostela.....	70
II-19	Calibre del fruto de acuerdo a su peso para los tres cultivares de mango (EMEX, 2008).....	71
II-20	Características del suelo en abril 2011, a una profundidad de 0-30 cm en los huertos Las Palmas, Mpio. de San Blas y El Divisadero, Mpio. de Compostela, en el cv. Ataulfo, posterior a la aplicación de los tratamientos de fertilización (verano 2011) (promedio de tres árboles por tratamiento)...	72
II-21	Efecto del huerto (Las Palmas, Mpio. de San Blas y El Divisadero, Mpio. de Compostela) sobre el vigor, producción y tamaño de fruto, en el cv. Ataulfo. Tratamientos de fertilización aplicados en verano 2010. Cosecha realizada en 2011. Fue usada como covariable el ATT-2010.....	74
II-22	Efecto de la fertilización sobre el vigor, producción y tamaño de fruto, en el cv. Ataulfo. Tratamientos de fertilización aplicados en verano 2010. Cosecha realizada en 2011. Fue usada como covariable el ATT-2010 (huertos de Las Palmas, Mpio. de San Blas y El Divisadero, Mpio. de Compostela).....	74
II-23	Efecto del huerto (Las Palmas, Mpio. de San Blas y El Divisadero, Mpio. de Compostela) sobre la eficiencia de producción en el cv. Ataulfo. Tratamientos de fertilización aplicados en verano 2010. Cosecha realizada en 2011.....	75
II-24	Efecto de la fertilización sobre la eficiencia de producción en el cv. Ataulfo. Tratamientos de fertilización aplicados en verano 2010. Cosecha realizada en 2011. Datos de los huertos Las Palmas y El Divisadero.....	75
II-25	Correlaciones lineales significativas ($P = 0.05$) entre los nutrimentos de la hoja (H) (febrero 2011, flujo verano) en el cv. Ataulfo. Datos de los huertos de Las Palmas, Mpio. de San Blas y El Divisadero, Mpio. de Compostela.....	76
II-26	Correlaciones lineales significativas ($P = 0.05$) entre la fertilidad del suelo (S) (abril 2011) y los nutrimentos de la hoja (H) (febrero 2011, flujo verano) en el cv. Ataulfo. Datos de los huertos de Las Palmas, Mpio. de San Blas y El Divisadero, Mpio. de Compostela.....	77

II-27	Tratamientos de fertilización (g-árbol ⁻¹) aplicados al suelo en 2010 y 2011, en huertos de mango cv. Kent en Las Palmas, Mpio. de San Blas y Buenavista, Mpio. de Acaponeta.....	78
II-28	Características del suelo en abril 2011, a una profundidad de 0-30 cm en los huertos Las Palmas, Mpio. de San Blas y Buenavista, Mpio. de Acaponeta, en el cv. Kent, posterior a la aplicación de los tratamientos de fertilización (verano 2011) (promedio de tres árboles por tratamiento).....	79
II-29	Efecto del huerto (Las Palmas, Mpio. de San Blas y Buenavista, Mpio. de Acaponeta) sobre el vigor, producción y tamaño de fruto, en el cv. Kent. Tratamientos de fertilización aplicados en verano 2010. Cosecha realizada en 2011. Fue usada como covariable el ATT-2010.....	81
II-30	Efecto de la fertilización sobre el vigor, producción y tamaño de fruto, en el cv. Kent. Tratamientos de fertilización aplicados en verano 2010. Cosecha realizada en 2011. Fue usada como covariable el ATT-2010 (huertos de Las Palmas, Mpio. de San Blas y Buenavista, Mpio. de Acaponeta).....	81
II-31	Efecto del huerto (Las Palmas, Mpio. de San Blas y Buenavista, Mpio. de Acaponeta) sobre la eficiencia de producción en el cv. Kent. Tratamientos de fertilización aplicados en verano 2010. Cosecha realizada en 2011.....	82
II-32	Efecto de la fertilización sobre la eficiencia de producción en el cv. Kent. Tratamientos de fertilización aplicados en verano 2010. Cosecha realizada en 2011. Datos de los huertos Las Palmas y Buenavista.....	82
II-33	Correlaciones lineales significativas (P = 0.05) entre los nutrimentos de la hoja (H) (febrero 2011, flujo verano) en el cv. Kent. Datos de los huertos de Las Palmas, Mpio. de San Blas y Buenavista, Mpio de Acaponeta.....	83
II-34	Correlaciones lineales significativas (P = 0.05) entre la fertilidad del suelo (S) (abril 2011) y los nutrimentos de la hoja (H) (febrero 2011, flujo verano) en el cv. Kent. Datos de los huertos de Las Palmas, Mpio. de San Blas y Buenavista, Mpio. de Acaponeta.....	83
II-35	Tratamientos de fertilización (g-árbol ⁻¹) aplicados al suelo en 2010 y 2011, en huertos de mango cv. Tommy Atkins en Las Palmas, Mpio. de San Blas	

	y Chacala, Mpio. de Compostela.....	84
II-36	Características del suelo en abril 2011, a una profundidad de 0-30 cm en los huertos Las Palmas, Mpio. de San Blas y Chacala, Mpio. de Compostela, en el cv. Tommy Atkins, posterior a la aplicación de los tratamientos de fertilización (verano 2011) (promedio de tres árboles por tratamiento).....	85
II-37	Efecto del huerto (Las Palmas, Mpio. de San Blas y Chacala, Mpio. de Compostela) sobre el vigor, producción y tamaño de fruto, en el cv. Tommy Atkins. Tratamientos de fertilización aplicados en verano 2010. Cosecha realizada en 2011. Fue usada como covariable el ATT-2010.....	87
II-38	Efecto de la fertilización sobre el vigor, producción y tamaño de fruto, en el cv. Tommy Atkins. Tratamientos de fertilización aplicados en verano 2010. Cosecha realizada en 2011. Fue usada como covariable el ATT-2010 (huertos de Las Palmas, Mpio. de San Blas y Chacala, Mpio. de Compostela).....	87
II-39	Efecto del huerto (Las Palmas, Mpio. de San Blas y Chacala, Mpio. de Compostela) sobre la eficiencia de producción en el cv. Tommy Atkins. Tratamientos de fertilización aplicados en verano 2010. Cosecha realizada en 2011.....	88
II-40	Efecto de la fertilización sobre la eficiencia de producción en el cv. Tommy Atkins. Tratamientos de fertilización aplicados en verano 2010. Cosecha realizada en 2011. Datos de los huertos Las Palmas y Chacala.....	88
II-41	Correlaciones lineales significativas ($P = 0.05$) entre los nutrimentos de la hoja (H) (mayo 2011, flujo otoño) en el cv. Tommy Atkins. Datos de los huertos de Las Palmas, Mpio. de San Blas y Chacala, Mpio. de Compostela.....	89
II-42	Correlaciones lineales significativas ($P = 0.05$) entre la fertilidad del suelo (S) (abril 2011) y los nutrimentos de la hoja (H) (mayo 2011, flujo otoño) en el cv. Tommy Atkins. Datos de los huertos de Las Palmas, Mpio. de San Blas y Chacala, Mpio. de Compostela.....	90
II-43	Correlaciones lineales generales significativas ($P = 0.05$) entre los	

	nutrimentos de la hoja (H) (febrero 2011, flujos verano) en los cvs. Ataulfo, Kent y (mayo 2011, flujo otoño) Tommy Atkins establecidos en seis huertos.....	91
II-44	Correlaciones lineales general significativas ($P = 0.05$) entre la fertilidad de suelo (abril 2011) y los nutrimentos de la hoja (H) (febrero 2011, flujo verano) en los cvs. Ataulfo, Kent y (mayo 2011, flujo otoño) Tommy Atkins, establecidos en seis huertos.....	92
III-45	Principales características de los huertos de mango empleados para obtener la Versión-1 de estándares nutrimentales foliares.....	111
III-46	Principales características de los huertos de mango empleados para obtener la Versión-2 de estándares nutrimentales foliares.....	112
III-47	Tratamientos anuales de fertilización dosis normal ($g \cdot \text{árbol}^{-1}$) aplicados al suelo en 2010 y 2011, en huertos de mango cvs. Ataulfo (Las Palmas, Mpio. de San Blas y El Divisadero, Mpio de Compostela), Kent (Las Palmas, Mpio. de San Blas y Buenavista, Mpio de Acaponeta) y Tommy Atkins (Las Palmas, Mpio. de San Blas y Chacala, Mpio de Compostela)...	113
III-48	Versión-1 de estándares nutrimentales foliares (ENF) según el cultivar de mango y flujo vegetativo.....	114
III-49	Versión-2 de estándares nutrimentales foliares (ENF) según el cultivar de mango y flujo vegetativo.....	115
III-50	Comparación de las Versiones-1 y 2 de estándares nutrimentales foliares para dos flujos vegetativos de los cvs. Kent y Tommy Atkins.....	116
III-51	Versión-3 de estándares nutrimentales foliares (ENF) para los dos flujos vegetativos de los cvs. Kent y Tommy Atkins, así como comparación de los ENF entre los dos flujos vegetativos de cada cultivar.....	117

LISTA DE FIGURAS

Figura	Pág.
I-1	Ubicación de los huertos en los municipios donde se realizó el trabajo, con los diferentes tipos de suelos (INEGI, 1999)..... 23
I-2	Diagnóstico nutrimental en hojas del flujo de primavera del cv. Ataulfo, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (septiembre 2009). Huertos Las Palmas, Mpio. de San Blas y El Divisadero, Mpio. de Compostela..... 26
I-3	Diagnóstico nutrimental en hojas del flujo de primavera del cv. Kent, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (septiembre 2009). Huertos Las Palmas, Mpio. de San Blas y Buenavista, Mpio. de Acaponeta..... 30
I-4	Diagnóstico nutrimental en hojas del flujo de primavera del cv. Tommy Atkins, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (septiembre 2009). Huertos Las Palmas, Mpio. de San Blas y Chacala, Mpio. de Compostela..... 34
II-5	Diagnóstico nutrimental en hojas del flujo de primavera del cv. Ataulfo, posterior a la aplicación de los tratamientos de fertilización (verano 2010 y 2011). Huertos Las Palmas, Mpio. de San Blas y El Divisadero, Mpio. de Compostela. Fechas de muestreo septiembre 2010 y 2011. Tratamientos: N = dosis normal; A = dosis alta; T = control..... 73
II-6	Diagnóstico nutrimental en hojas del flujo de primavera del cv. Kent, posterior a la aplicación de los tratamientos de fertilización (verano 2010 y 2011). Huertos Las Palmas, Mpio. de San Blas y Buenavista, Mpio. de Acaponeta. Fechas de muestreo septiembre 2010 y 2011. Tratamientos: N = dosis normal; A = dosis alta; T = control..... 80
II-7	Diagnóstico nutrimental en hojas del flujo de primavera del cv. Tommy Atkins, posterior a la aplicación de los tratamientos de fertilización (verano 2010 y 2011). Huertos Las Palmas, Mpio. de San Blas y Chacala, Mpio. de

Compostela. Fechas de muestreo septiembre 2010 y 2011. Tratamientos: N
= dosis normal; A = dosis alta; T = control..... 86

LISTA DE CUADROS DE ANEXOS

Cuadro	Pág.
I-A-1	37
I-A-2	38
I-A-3	39
I-A-4	39
I-A-5	40
I-A-6	41
I-A-7	42
I-A-8	43

I-A-9	Análisis de varianza para el vigor de los árboles 2010, en el cv. Kent, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (dosis normal, alta y control), en el huerto Las Palmas.....	44
I-A-10	Análisis de varianza para el vigor de los árboles 2010, en el cv. Kent, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (dosis norma, alta y control), en el huerto Buenavista.....	44
I-A-11	Análisis de varianza para la producción del 2010, en el cv. Kent, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (dosis normal, alta y control), en el huerto Las Palmas.....	45
I-A-12	Análisis de varianza para la producción del 2010, en el cv. Kent, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (dosis normal, alta y control), en el huerto Buenavista.....	46
I-A-13	Análisis de varianza para el vigor de los árboles 2010, previo a la aplicación de los fertilizantes, utilizando diseño factorial entre huertos (Las Palmas y Chacala) y tratamientos (dosis normal, alta y control) en el cv. Tommy Atkins.....	47
I-A-14	Análisis de varianza para la producción del 2010, previo a la aplicación de los fertilizantes, utilizando diseño factorial entre huertos (Las Palmas y Chacala) y tratamientos (dosis normal, alta y control), en el cv. Tommy Atkins.....	48
I-A-15	Análisis de varianza para el vigor de los árboles 2010, en el cv. Tommy Atkins, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (dosis normal, alta y control), en el huerto Las Palmas.....	49
I-A-16	Análisis de varianza para el vigor de los árboles 2010, en el cv. Tommy Atkins, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (dosis normal, alta y control), en el huerto Chacala.....	49
I-A-17	Análisis de varianza para la producción del 2010, en el cv. Tommy Atkins, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (dosis normal, alta y control), en el huerto Las Palmas.....	50
I-A-18	Análisis de varianza para la producción del 2010, en el cv. Tommy Atkins, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (dosis normal,	

	alta y control), en el huerto Chacala.....	51
II-A-19	Análisis de varianza para el vigor, producción y tamaño del fruto del 2011, posterior a la aplicación de los fertilizantes (verano 2010). Cosecha realizada en primavera 2011. Utilizando diseño factorial con covarianza (ATT-2010) entre huertos (Las Palmas y EL Divisadero) y tratamientos (dosis normal, alta y control), en el cv. Ataulfo.....	93
II-A-20	Análisis de varianza para la eficiencia de producción del 2011, posterior a la aplicación de los fertilizantes (verano 2010). Cosecha realizada en primavera 2011. Utilizando diseño factorial con covarianza (ATT-2010) entre huertos (Las Palmas y EL Divisadero) y tratamientos (dosis normal, alta y control), en el cv. Ataulfo.....	94
II-A-21	Análisis de varianza para el vigor, producción y tamaño del fruto del 2011, posterior a la aplicación de los fertilizantes (verano 2010). Cosecha realizada en primavera 2011. Utilizando diseño factorial con covarianza (ATT-2010) entre huertos (Las Palmas y Buenavista) y tratamientos (dosis normal, alta y control), en el cv. Kent.....	95
II-A-22	Análisis de varianza para la eficiencia de producción del 2011, posterior a la aplicación de los fertilizantes (verano 2010). Cosecha realizada en primavera 2011. Utilizando diseño factorial con covarianza (ATT-2010) entre huertos (Las Palmas y Buenavista) y tratamientos (dosis normal, alta y control), en el cv. Kent.....	96
II-A-23	Análisis de varianza para el vigor, producción y tamaño del fruto del 2011, posterior a la aplicación de los fertilizantes (verano 2010). Cosecha realizada en primavera 2011. Utilizando diseño factorial con covarianza (ATT-2010) entre huertos (Las Palmas y Chacala) y tratamientos (dosis normal, alta y control), en el cv. Tommy Atkins.....	97
II-A-24	Análisis de varianza para la eficiencia de producción del 2011, posterior a la aplicación de los fertilizantes (verano 2010). Cosecha realizada en primavera 2011. Utilizando diseño factorial con covarianza (ATT-2010) entre huertos (Las Palmas y Chacala) y tratamientos (dosis normal, alta y control), en el cv. Tommy Atkins.....	98

INTRODUCCIÓN GENERAL

En México se cultivan más de 183 mil hectáreas con mango, con una producción superior a 1'600,000 t. La producción nacional de 'Ataulfo' se distribuye en los estados de Chiapas con el 54%, Nayarit 18%, Guerrero 12%, Oaxaca 5% y Sinaloa 4%. La superficie plantada de 'Kent' es de 107,709 hectáreas y se distribuyen en Sinaloa con el 71%, Nayarit 13%, Colima 3%, Guerrero 2% y Oaxaca y Michoacán 1%; y en 'Tommy Atkins' la superficie total es de 169,989 hectáreas, distribuidas en Nayarit 29%, Michoacán 22%, Sinaloa 15%, Oaxaca 10%, Campeche 8% y Guerrero 6% y el resto esta distribuido en los demás estados En Nayarit se reportan más 23 mil hectáreas de mango de la cuales el 83% se cultiva sin riego (temporal) y el 19% con riego (SAGARPA-SIAP, 2011).

En la actualidad la globalización y las exigencias de los mercados en el producto de mango, han generado competencia entre los países productores. A pesar de la gran importancia económica del cultivo, los bajos rendimientos, la calidad (externa e interna) y el tamaño del fruto, son consecuencia de múltiples factores como clima, suelo, portainjertos, cultivares, agua y sobre toda la nutrición, que son diferentes de un lugar a otro. Esto indica que la nutrición debe ser generada para cada región e incluso para cada sitio en particular.

Es por eso que la nutrición y/o la fertilización apropiada es un aspecto de primordial importancia en cualquier cultivo, particularmente en mango para producir cantidad y calidad, que permiten ser competitivos en el mercado nacional de exportación.

La presente propuesta de investigación pretende dar a conocer algunos aspectos importantes sobre la nutrición del mango, como es la generación y validación de los estándares nutrimentales foliares en huertos comerciales de mango cvs. Ataulfo, Kent y Tommy Atkins, y esta compuesta por tres capítulos: **Capítulo I**, Influencia de la fertilidad inicial del suelo sobre algunos aspectos de vigor y producción de los mangos 'Ataulfo', 'Kent' y 'Tommy Atkins'. **Capítulo II**, Fertilización de sitio específico en los cvs Ataulfo, Kent y Tommy Atkins en Nayarit. **Capítulo III**, Obtención y validación de estándares nutrimentales foliares para mango. Todo esto servirá para mejorar el manejo eficiente de la nutrición del mango, en Nayarit.

CAPÍTULO I

Influencia de la fertilidad inicial del suelo sobre algunos aspectos de vigor y producción de los mangos 'Ataulfo', 'Kent' y 'Tommy Atkins'

1.1. Resumen

El trabajo se desarrolló de 2009 a 2010. El objetivo fue evaluar la influencia de la fertilidad del suelo, previo a la aplicación de tratamientos de fertilización, sobre el vigor de los árboles, producción y tamaño del fruto en tres cultivares de mango en Nayarit. Para 'Ataulfo' los huertos se ubicaron en Las Palmas (San Blas) y El Divisadero (Compostela). Para 'Kent' se localizaron en Las Palmas (San Blas) y Buenavista (Acaponeta). Para 'Tommy Atkins' estaban establecidos en Las Palmas (San Blas) y Chacala (Compostela). El tipo de suelo predominante para Las Palmas fue Acrisol húmico + Cambisol crómico, textura fina, pedregosa. En El Divisadero y Chacala fue Foezem háplico + Regosol éutrico + Cambisol, textura media. En Buenavista fue Cambisol éutrico + Fluvisol éutrico + Solonchak órtico, textura media. Diez meses antes de aplicar los tratamientos de fertilización (septiembre 2009), se obtuvo el diagnóstico nutrimental en hojas del flujo vegetativo de primavera. Se determinaron los contenidos de macros y micronutrientes. También se hicieron muestreos de suelo (enero 2010), de 0-30 cm de profundidad en la zona de goteo de cinco árboles. Se evaluaron tres grupos de árboles a los que se les asignaron (julio 2010) los tratamientos: T1 (dosis normal), T2 (dosis alta) y T3 (control). Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 3 (huertos x tratamientos) con 20 repeticiones (árboles) por tratamiento, en los tres cultivares. En los tres cultivares se observó efecto del huerto sobre el vigor de los árboles, producción y tamaño de fruto. Además, en 'Kent' y 'Tommy Atkins' influyó sobre la eficiencia de producción-1 (EP-1) y eficiencia de producción-2 (EP-2). En 'Ataulfo' el T1 obtuvo la mayor producción, tamaño de fruto Calibre (C22), EP-1 y EP-2 (93.3, 71.7 kg·árbol⁻¹, 0.4 kg·m³ y 0.2 kg·cm², respectivamente). En 'Kent' los árboles del T1 y T2, fueron superiores en volumen de copa y área transversal del tronco. En 'Tommy Atkins' los T1 y T2, influyeron sobre la producción, tamaño de fruto, así como EP-1 y EP-2. Para el vigor, el T1 influyó sobre el volumen de copa (358.4 m³) con el mayor valor.

1.2. Introducción

En México se cultivan más de 183 mil hectáreas con mango, con una producción superior a 1'600,000 t. En Nayarit se reportan más 23 mil hectáreas con una producción de 292,585 t. Los principales municipios productores (ha) son: San Blas (7,330), Compostela (4,350), Santiago Ixcuintla (2,971) Tepic (2,451), Acaponeta (2,037) y Tecuala (1,719). La superficie plantada (ha) según el cultivar de mango en Nayarit, corresponden a 'Ataulfo' (9,758), 'Tommy Atkins' (5,842), 'Kent' (2,370), 'Manila' (2,099), 'Keitt' (1,339) y el resto se distribuye en otros cultivares. La superficie total del cultivar 'Ataulfo' es de 275,277 ha y sigue aumentando año con año. La producción nacional de 'Ataulfo' se distribuye en los estados de Chiapas con el 54%, Nayarit 18%, Guerrero 12%, Oaxaca 5% y Sinaloa 4%. La superficie plantada con 'Kent' es de 107,709 ha y se distribuyen en Sinaloa con el 71%, Nayarit 13%, Colima 3%, Guerrero 2% y Oaxaca y Michoacán 1% y para 'Tommy Atkins' la superficie total es de 169,989 ha, distribuidas en Nayarit (29%), Michoacán (22%), Sinaloa (15%), Oaxaca (10%), Campeche (8%) y Guerrero (6%); el resto de la superficie está distribuido en los demás estados (SAGARPA-SIAP, 2011).

En Nayarit, en el cv. Ataulfo, el rendimiento promedio ha disminuido. En el 2003, era de 13.2 t·ha⁻¹ y en el 2010 fue menor a 11.5 t·ha⁻¹. A pesar de la gran importancia económica del cultivo del mango en Nayarit, los rendimientos promedios para los tres cultivares son bajos, comparados con los obtenidos en otros estados productores (SAGARPA-SIAP, 2011).

Para verificar que el estado nutrimental de un cultivo sea el ideal, en cierto estado de desarrollo, se cuenta con herramientas analíticas químicas. Dentro de esta categoría se involucran los análisis químicos de suelo, tejido vegetal, savia y agua de riego (Reuter y Robinson, 1986; Westerman, 1990).

Las técnicas más utilizadas para el manejo de la nutrición de frutales son el análisis de suelo y tejido foliar. El primero estima la capacidad del suelo para aportar nutrimentos. Entre sus ventajas destacan que es más rápido que el análisis de planta que las pruebas biológicas y la sintomatología visual. Además, permite determinar los requerimientos nutricionales antes y después del establecimiento del cultivo (Tisdale *et al.*, 1985). Por su parte, el análisis foliar

correlaciona la concentración nutrimental con su apariencia visual, tasa de crecimiento y rendimiento o calidad del producto cosechado (Bates, 1971; Bould, 1968; Smith, 1962; Ulrich, 1952).

Los propósitos generales del análisis vegetal son: 1) diagnosticar o confirmar síntomas visibles, 2) identificar problemas nutricionales, 3) localizar áreas con deficiencias nutricionales incipientes, 4) predecir respuestas de los cultivos a la aplicación de los fertilizantes, 5) determinar interacciones y antagonismos entre nutrientes, y 6) ayudar a entender al funcionamiento interno de las plantas (Aldrich, 1973).

Una vez que se conocen las condiciones nutrimentales en que se encuentra el huerto y si se pretende llevar a cabo programas de fertilización, se deben de considerar otros aspectos. De acuerdo a lo señalado por Salazar-García (2002) las condiciones de cultivo y el comportamiento fenológico del árbol son factores que deben ser tomados en cuenta. Esto indica que la fertilización debe ser generada para cada sitio de producción.

La fertilización de sitio específico (FSE) consiste en definir el tipo y cantidad de nutrimentos necesarios para cada huerto. Su uso incrementa a corto plazo la producción y calidad del fruto, además de reducir la contaminación ambiental por la aplicación excesiva de nutrimentos. La FSE considera la aportación de nutrimentos por el suelo, la cantidad de nutrimentos removidos por el fruto, lo invertido por el árbol en su biomasa (raíces, tallo, etc.), el potencial de producción del huerto (prácticas de manejo), así como la eficiencia de los fertilizantes y/o abonos y su forma de aplicación. Las dosis de fertilización evaluadas en otras áreas productoras son excelentes guías para ubicar los tratamientos a evaluar (Salazar-García, 2002).

Se han realizado trabajos con relación a la fertilización de sitio específico en diferentes cultivos. En banano, en Colombia (Espinosa y Mite, 2002), en maíz, en Argentina (Gregoret *et al.*, 2006) y en Colombia (Rodríguez *et al.*, 2008), en aguacate 'Hass', en Nayarit (Salazar-García *et al.*, 2009) y en mango 'Zihuanan' en China (Xiuchong *et al.*, 2001). Un trabajo similar a este sobre fertilización de sitio específico en mango 'Tommy Atkins' en Costa Rica,

por Ríos y Corella (1999) recomiendan aplicar por año y por árbol 1.5 kg (N), 0.7 kg (P_2O_5), 2.0 kg (K_2O), 0.5 kg (MgO), 0.5 kg (CaO) y 0.4 kg (S).

La eficacia de la producción de mango varía, lo cual puede ser parcialmente atribuida a la condición nutrimental del suelo y la hoja (Ray y Mukherjee, 1987 y Rao y Mukherjee, 1989). En Nayarit, son escasos los trabajos en relación a la fertilización del mango, la cual se realiza sin técnicas de diagnóstico nutrimental, para la elaboración de los programas de fertilización. Por lo anterior, las recomendaciones de fertilización generadas en las distintas regiones son muy generales y son usadas en grandes superficies productoras sin considerar la variación de la fertilidad del suelo y la condición nutrimental del árbol. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la influencia de la fertilidad inicial del suelo (sin fertilización) sobre el vigor de los árboles, producción y tamaño del fruto en mango 'Ataulfo', 'Kent' y 'Tommy Atkins' en Nayarit. Los resultados obtenidos en esta parte serán la base para la implementación de los tratamientos de fertilización del segundo Capítulo (fertilización de sitio específico).

1.3. Materiales y Métodos

1.3.1. Características de los huertos y árboles experimentales

Este trabajo se realizó durante 2009 a 2010. Fueron seleccionados seis huertos, considerando cultivares y tipos de suelo contrastantes, establecidos en el clima cálido subhúmedo (García, 1998) de los municipios de Acaponeta, Compostela y San Blas, Nayarit (Cuadro I-1; Figura I-1). Sólo en el huerto de Acaponeta se tuvo riego de auxilio (microaspersión) y en los demás huertos fue de temporal (sin riego).

En septiembre 2009, en cada huerto se seleccionaron 60 árboles de tamaño y producción similar. Donde se consideraron árboles con una producción ≥ 130 kg·árbol⁻¹ en 'Ataulfo', ≥ 150 kg·árbol⁻¹ en 'Kent' y ≥ 140 kg·árbol⁻¹ en 'Tommy Atkins'. Los 60 árboles seleccionados se dividieron en tres grupos de 20 árboles, a los cuales se les asignarían los tratamientos de fertilización, que consistirían en tres niveles: T1 (dosis normal), T2 (dosis alta) y T3 (control).

1.3.2. Diagnóstico nutrimental foliar

En septiembre 2009, se realizaron muestreos foliares. De los 60 árboles seleccionados, se colectó una muestra compuesta con hojas de cinco árboles escogidos al azar. En cada árbol se colectaron 30 hojas maduras, sanas y completas (lámina + peciolo), de la posición seis y siete basipétala. En 'Ataulfo' y 'Tommy Atkins', fueron colectadas del 24 al 25 de septiembre y en 'Kent' se colectaron el 25 de septiembre, provenientes del flujo vegetativo de primavera de brotes terminales sin fructificar. De acuerdo a los cultivares las hojas tenían de 8 a 9 ('Ataulfo' y 'Kent') y de 6 a 8 ('Tommy Atkins') meses de edad aproximadamente (Salazar-García *et al.*, 2011). El lavado de las hojas se hizo utilizando agua corriente y destilada. Posteriormente, fueron secadas en un horno con aire forzado (Imperial V, Lab-Line) a 70 °C durante 48 h. Las hojas secas fueron molidas en un molino de acero inoxidable (MF 10.1, IKA) y tamizadas en malla No. 40. Los análisis fueron realizados en un laboratorio acreditado por The Soil Science Society of America (SSSA) en donde se determinó el contenido de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn, Zn y B.

La interpretación de los resultados de los análisis foliares se realizó con los estándares nutrimentales y coeficiente de variación previamente generados para los tres cultivares de mango por Salazar-García *et al.* (Comunicación personal). Para esto, se utilizó el enfoque de Índices de Balance (IB) desarrollado por Kenworthy (1973). El cálculo de los Índices de Balance se hizo con las siguientes ecuaciones:

Si X (valor reportado por el laboratorio) fue menor que el valor estándar:

$$P = (X/S) 100; \quad I = (100 - P) (CV/100); \quad B = P + I$$

Cuando X fue mayor que el valor estándar:

$$P = (X/S) 100; \quad I = (P - 100) (CV/100); \quad B = P - I$$

En donde: X = muestra problema; S = valor estándar; I = influencia de la variación; P = porcentaje del estándar; CV = coeficiente de variación de cada nutriente; B = Índices de Balance.

1.3.3. Muestreo de suelo

En enero 2010, en cada huerto se muestrearon cinco árboles seleccionados al azar, realizándose cuatro excavaciones por árbol (submuestras) de 0-30 cm de profundidad en la zona de goteo. De las 20 submuestras se obtuvo una muestra compuesta de 1 kg de suelo. La determinación de las características físico-químicas fue realizada en el laboratorio descrito en la sección de diagnóstico nutrimental foliar. Se determinaron las siguientes características: arena, arcilla y limo por el método del Buffer (Shoemaker *et al.*, 1961); textura por el método Hidrómetro (Gee y Bauder, 1986); densidad aparente por Core (Blake y Hartge, 1986); porcentaje de humedad y saturación, capacidad de campo y punto de marchitamiento permanente por el método Gravimétrico (Gardner, 1986); pH relación 1:2 Suelo-agua (Hendershot *et al.*, 2008); CE en el extracto de saturación (Rhoades, 1996); materia orgánica por Walkley y Black (Nelson y Sommers, 1982); N inorgánico por Micro-kjeldahl (Keeney y Nelson, 1982); P extraíble en suelos neutros y alcalinos por Olsen (Olsen y Sommers, 1982); Bases intercambiables (K, Ca, Mg y Na) por acetato de amonio y cuantificación en A.A. (Doll y Lucas, 1973); Micronutrientes (Fe, Mn, Zn y Cu) por extracción con DTPA y cuantificación A.A. (Lindsay y Norvell, 1978); B extraíble por agua caliente Azometina-H/espectrofotometría (Bingham, 1982); extracción S por turbidimetría (Gavlak *et al.*, 2003); acidez y aluminio intercambiables por cloruro de potasio (Bertsch y Bloom, 1996); Ca^{2+} , Mg^{2+} y K^+ por absorción atómica y Na^+ por emisión (NOM-021-REC/NAT, 2000) y capacidad de intercambio catiónico por saturación acetato de sodio (Rhoades, 1982).

1.3.4. Aspectos evaluados

1.3.4.1. Vigor de los árboles

Se midió la altura del árbol, del suelo a la parte más alta del árbol; diámetro de copa, de la parte media del árbol en dirección N-S. Así como el diámetro del tronco en dos sentidos (N-S y E-O) a 20 cm arriba de la unión con el injerto.

1.3.4.2. Producción y tamaño de fruto

Se registró por huerto y por árbol (60 árboles) la producción total del fruto en el año 2010. En 'Ataulfo' la cosecha fue del 19 al 27 de mayo, en 'Kent' del 15 de junio al 14 de julio y para 'Tommy Atkins' del 20 al 23 de junio. También, fue determinado el tamaño del fruto de

acuerdo a lo establecido por las empacadoras para cada cultivar y calibre (EMEX, 2008) (Cuadro I-2).

1.3.5. Análisis de la información

Para el diagnóstico nutrimental foliar, se empleó el enfoque de Índices de balance (IB) (Kenworthy, 1973), para cada uno de los nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn, Zn y B). Posteriormente, se tomaron como base los estándares nutrimentales y coeficiente de variación generados por Salazar-García *et al* (Comunicación personal). Los resultados fueron graficados utilizando el programa SigmaPlot (ver. 10.0, 2006).

Se analizó el efecto de la fertilidad inicial del suelo (huerto) sobre cada una de las variables evaluadas. También fue evaluado el estado nutrimental en cada grupo de árboles de los cultivares el grupo de árboles a los que les fueron asignados los tratamientos (sin fertilización) T1, T2 y T3. Esto fue con la finalidad de saber el estatus nutrimental y las condiciones de los árboles de mango. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 3 (huertos x tratamientos), con 20 repeticiones (árboles) por tratamiento. Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza y la comparación de medias se realizó con el rango múltiple de Duncan ($P = 0.05$). Se empleó el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 2002).

1.4. Resultados

1.4.1. Cultivar Ataulfo

1.4.1.1. Características físicas y químicas del suelo

En el huerto de Las Palmas la textura del suelo fue franco-arcillosa, con pH 6.64. En el caso del huerto de El Divisadero la textura fue arcillosa, con pH 4.71. El contenido de materia orgánica fluctuó de “muy bajo” a “moderadamente bajo”, respectivamente. El contenido de N, Na y Cu fue similar (medio y muy bajo en los dos últimos casos) en ambos huertos. En el resto de los nutrientes (a excepción del S) en el huerto de El Divisadero registró los niveles más bajos (Cuadro I-3).

1.4.1.2. Diagnóstico nutrimental foliar

En ambos huertos (Las Palmas y El Divisadero) el diagnóstico nutrimental foliar mostró diferencias en los Índices de balance (IB) entre nutrientes. El S fue el único nutriente que en los dos huertos se presentó como deficiente. Situación contraria mostraron el P, K y Mg cuya concentración estuvo en exceso. El Cu y Zn se mantuvieron dentro de la normalidad. En el caso del Ca, en el huerto de Las Palmas su concentración estuvo arriba de lo normal mientras que en El Divisadero se registró como deficiente. (Figura I-2).

1.4.1.3. Vigor de los árboles

El vigor de los árboles fue diferente en los huertos de Las Palmas y El Divisadero. El huerto de Las Palmas mostró los mayores promedios en todos los tratamientos en altura del árbol, volumen de copa y área transversal del tronco (Cuadro I-4). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre grupos de árboles asignados a los tres tratamientos, en los huertos de Las Palmas y El Divisadero (Cuadro I-5).

1.4.1.4. Producción, tamaño de fruto y eficiencia de producción

Se encontraron diferencias en los huertos de Las Palmas y El Divisadero en la producción total de fruto. El huerto de Las Palmas obtuvo los más altos promedios ($85.3 \text{ kg}\cdot\text{árbol}^{-1}$), en comparación al huerto de El Divisadero ($56.2 \text{ kg}\cdot\text{árbol}^{-1}$) (Cuadro I-6).

Hubo diferencias significativas entre huertos (Las Palmas y El Divisadero) para el calibre de fruto. En el huerto de Las Palmas el calibre C22 ($73.8 \text{ kg}\cdot\text{árbol}^{-1}$) fue superior que en el huerto de El Divisadero. Mientras que la mayor producción en el calibre C20 se obtuvo en el huerto de El Divisadero ($22.8 \text{ kg}\cdot\text{árbol}^{-1}$) (Cuadro I-6).

En el caso de los grupos de árboles asignados al T1, T2 y T3, se detectaron diferencias entre grupos sobre la producción total del fruto en los huertos de Las Palmas y El Divisadero. El T1 (dosis normal) mostró la mayor producción total ($93.3 \text{ kg}\cdot\text{árbol}^{-1}$), comparado con el T3 (control) que resultó con el menor promedio ($47.4 \text{ kg}\cdot\text{árbol}^{-1}$) (Cuadro I-7).

En el tamaño del fruto solamente en el C22, se encontraron diferencias significativas entre los tres tratamientos en los huertos de Las Palmas y El Divisadero. En el T1 se encontró la mayor producción de tamaño de fruto ($71.7 \text{ kg}\cdot\text{árbol}^{-1}$), respecto al T3 que resultó con el menor promedio ($32.2 \text{ kg}\cdot\text{árbol}^{-1}$) (Cuadro I-7).

En la eficiencia de producción existieron diferencias significativas entre los tratamientos. Para la EP-1 y EP-2, el T1 fue superior ($0.4 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ y $0.2 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$, respectivamente), en comparación al T2 y T3 que resultaron con menores valores (Cuadro I-7).

1.4.2. Cultivar Kent

1.4.2.1. Características físicas y químicas del suelo

Las características físicas y químicas del suelo fueron diferentes entre huertos (Las Palmas y Buenavista). En Las Palmas, la textura del suelo fue franco-arcillosa mientras que en Buenavista fue franco-arcillo-arenosa. En ambos huertos, el pH fue similar 5.86 y 5.67, respectivamente. En el huerto de Las Palmas el contenido de materia orgánica fue alta (3.15%) y la concentración de la mayoría de los nutrientes varió de mediano (Ca, Mg y Zn) a muy alto (P, Fe, Mn, S). En el huerto de Buenavista, el contenido de materia orgánica fue clasificado como bajo (0.85). El contenido de Mn se registró como muy alto. Situación contraria manifestaron el Ca y el Mg (294.87 y 38.29 ppm, respectivamente) los cuales registraron niveles muy bajos (Cuadro I-8).

1.4.2.2. Diagnóstico nutrimental foliar

El diagnóstico nutrimental foliar mostró diferencias entre los dos huertos (Las Palmas y Buenavista). El S se registró en nivel deficiente y el Fe y B debajo de lo normal, mientras que el P y K se mostraron en exceso. El Ca y Cu se observaron dentro de la normalidad en ambos huertos. Por su parte, el N se encontró en niveles normales para el huerto de Las Palmas y el Mn para el huerto de Chacala (Figura I-3).

1.4.2.3. Vigor de los árboles

Para el vigor de los árboles se encontraron diferencias entre huertos (Las Palmas y Buenavista). En el huerto de Las Palmas la altura del árbol (6.8 m), el volumen de copa (259.0

m³) y el área transversal del tronco (1029.8 cm²) fue superior respecto a los resultados obtenidos en el huerto de Buenavista (Cuadro I-9).

Existieron diferencias entre los tratamientos para el volumen de copa y área transversal del tronco en los huertos de Las Palmas y Buenavista. La altura del árbol fue similar en los tres tratamientos. El volumen de copa (239.8 y 231.2 m³) y área transversal del tronco (828.8 y 820.1 cm²) fue superior para los T1 (dosis normal) y T2 (dosis alta), respectivamente, respecto al testigo (Cuadro I-10).

1.4.2.4. Producción, tamaño de fruto y eficiencia de producción

Se encontraron diferencias entre huertos (Las Palmas y Buenavista) para la producción total de fruto. El huerto de Buenavista mostró los más altos promedios (132.4 kg-árbol⁻¹), comparado con el huerto de Las Palmas (82.6 kg-árbol⁻¹) (Cuadro I-11).

Hubo diferencias significativas entre huertos (Las Palmas y Chacala) para el tamaño de fruto. La mayor producción en el calibre C12, se registró en el huerto de Las Palmas (65.4 kg-árbol⁻¹). Sin embargo, en el huerto de Buenavista fueron obtenidos los más altos promedios en los calibres C10 y C9 con 27.5 y 92.0 kg-árbol⁻¹, respectivamente (Cuadro I-11).

En la eficiencia de producción existieron diferencias significativas entre los huertos de Las Palmas y Buenavista. Para la EP-1 y EP-2, el huerto de Buenavista fue superior (0.8 kg m³ y 0.3 kg cm², respectivamente), al huerto de Las Palmas (Cuadro I-11).

En los grupos de árboles asignados a los T1, T2 y T3, se detectaron diferencias entre tratamientos solamente para el calibre C9, en los huertos de Las Palmas y Buenavista. El T1 (dosis normal) fue superior (86.0 kg-árbol⁻¹) al T2 (dosis alta) (63.8 kg-árbol⁻¹), pero fue similar al T3 (control) (76.9 kg-árbol⁻¹) (Cuadro I-12).

1.4.3. Cultivar Tommy Atkins

1.4.3.1. Características físicas y químicas del suelo

Las características físicas y químicas del suelo fueron diferentes en los huertos de Las Palmas y Chacala. En el huerto de Las Palmas la textura fue arcillosa mientras que la del huerto de Chacala fue franco-arcillosa. En ambos huertos el pH fue similar (5.83 y 5.88, respectivamente) (Cuadro I-13) mientras que el contenido de materia orgánica resultó de moderadamente alto a alto. En Las Palmas, el P y el K fueron clasificados como muy bajos. Mientras que el S fue el único nutrimento registrado como muy alto. En el huerto Chacala el Na y el S fueron catalogados como muy bajo y muy alto, respectivamente.

1.4.3.2. Diagnóstico nutrimental foliar

En los huertos de Las Palmas y Chacala se observaron diferencias en la variación del IB entre los nutrimentos. En 'Tommy Atkins' ninguno de los nutrimentos se presentó como deficiente. En ambos huertos, el P, Ca, S y B mostraron niveles abajo de lo normal. El Mg, Mn (Las Palmas) y K (Chacala) se registraron en exceso. La concentración de Zn se mantuvo dentro de la normalidad en ambos huertos. Sin embargo, el Fe se encontró en niveles normales sólo para Las Palmas (Figura I-4).

1.4.3.3. Vigor de los árboles

En el vigor de los árboles se encontraron diferencias entre huertos (Las Palmas y Buenavista). En el huerto de Las Palmas se registraron los valores más altos para la altura del árbol (7.8 m), el volumen de copa (456.6 m^3) y el área transversal del tronco (2294.1 cm^2) (Cuadro I-14).

Sólo se encontraron diferencias entre los tratamientos en el volumen de copa en los huertos de Las Palmas y Chacala. El volumen de copa (358.4 m^3) fue mayor con el T1 (dosis normal) en comparación con el T2 (dosis alta) (303.5 m^3) y T3 (control) (286.3 m^3), lo cuales no fueron diferentes entre ellos (Cuadro I-15).

1.4.3.4. Producción, tamaño de fruto y eficiencia de producción

Se encontraron diferencias entre huertos (Las Palmas y Chacala) para la producción total de fruto. En el huerto de Las Palmas, la producción por árbol fue ($222.2 \text{ kg}\cdot\text{árbol}^{-1}$) superior que la obtenida en el huerto de Chacala ($159.7 \text{ kg}\cdot\text{árbol}^{-1}$) (Cuadro I-16).

Se manifestaron diferencias significativas entre huertos para los calibres C12, C10 y C7. En el huerto de Las Palmas los calibres C12, C10 y C7 (119.6 , 58.4 y $16.6 \text{ kg}\cdot\text{árbol}^{-1}$, respectivamente) fueron superiores que en el huerto de Chacala. En el resto de los calibres (C9 y C8), no hubo diferencias entre huertos (Cuadro I-16).

La eficiencia de producción mostró diferencias entre los huertos. En el huerto de Chacala se registraron los valores más altos de EP-1 ($1.0 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$) y EP-2 ($0.6 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$), en comparación al huerto de Las Palmas (Cuadro I-16).

En producción total de fruto se obtuvieron diferencias entre tratamientos en los huertos de Las Palmas y Chacala. El T2 (dosis alta) ($192.8 \text{ kg}\cdot\text{árbol}^{-1}$) y T3 (control) ($198.5 \text{ kg}\cdot\text{árbol}^{-1}$) obtuvieron la mayor producción, comparado con el T1 (dosis normal) ($180.5 \text{ kg}\cdot\text{árbol}^{-1}$) (Cuadro I-17).

En los calibres C12 y C10, se encontraron diferencias significativas entre los tres tratamientos. En el calibre C12, el T2 (dosis alta) resultó con la mayor producción ($121.6 \text{ kg}\cdot\text{árbol}^{-1}$). Sin embargo, para el C10, la máxima producción ocurrió en el T3 (control) ($64.5 \text{ kg}\cdot\text{árbol}^{-1}$) (Cuadro I-17).

En la eficiencia de producción se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. La EP-1, en los T2 (dosis alta) y T3 (control) fue superior ($0.8 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$). En la EP-2, el T3 (control) ($0.4 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$) resultó con la máxima relación en comparación con el T1 y T2 (Cuadro I-17).

1.5. Discusión

Los seis huertos experimentales de mango fueron seleccionados en sitios estratégicos, procurando que éstos fueran representativos del tipo de suelo en cada zona. En los huertos de 'Ataulfo', 'Kent' y 'Tommy Atkins' la textura de los suelos fue franco-arcillo-arenosos a arcillosos. El pH del suelo se ubicó dentro de los límites sugeridos como apropiados para mango (Castellanos, 2000 y Galán-Sauco, 1999). Ponchner *et al.* (1993) y Valbuena-Calderón *et al.* (2008), encontraron en mango pH similar al obtenido en este estudio, los cuales indicaron niveles de pH de 4.6-7.6. En los huertos de 'Ataulfo' (Las Palmas y El Divisadero), el contenido de la mayoría de los macros y micronutrientes del suelo fue similar y clasificado como "mediano" a "muy bajo". Lee-Rodríguez *et al.* (2006), encontraron en la materia orgánica niveles de medios a bajos, el contenido macronutrientes fue normal y bajo contenido de Zn y Cu en huertos de 'Ataulfo'.

En ambos huertos de 'Kent', se encontraron concentraciones excesivas de K, Fe, Mn y S en el suelo, estas altas concentraciones coincidieron con Fe y Mn reportados por Maldonado (2008) y Ankerman y Large (1982). Sin embargo, en 'Tommy Atkins', se encontraron niveles adecuados de Mg y niveles bajos de B. La deficiencia de B fue similar a los resultados encontrados por Poncher *et al.* (1993). En los huertos de los tres cultivares las concentraciones de Na y Al en el suelo, se encontraron en niveles de medianos a abajo de lo normal.

El diagnóstico nutrimental realizado en hoja permitió valorar el estado nutrimental en los tres cultivares de mango. El diagnóstico nutrimental reflejó niveles de normal a arriba de lo normal de N, K y Mg en la mayoría de los huertos. Smith (1962) señaló que aplicaciones de fertilizantes nitrogenados pueden inducir deficiencias de P y Ca. Por otro lado, los niveles arriba de lo normal encontrados para K son favorables, ya que el K junto con el N y el Ca son los nutrientes más extraídos por una cosecha de mango (Laborem *et al.*, 1979; Guzmán-Estrada *et al.*, 1996; Hiroce *et al.*, 1977; y Fallas *et al.*, 2010). En niveles de deficientes a abajo de lo normal se encontraron el S, Fe y B y únicamente el P en 'Tommy Atkins'. Esta condición nutrimental puede estar relacionada con el pH (suelos ácidos), la deficiencia de humedad del suelo y la poca aplicación de fertilizantes con P. Para elevar los niveles de P es

necesario la aplicación de materia orgánica y encalado, para evitar su inmovilización por el suelo (Castellanos, 2000).

Los valores más altos para el vigor de los árboles en los tres cultivares de mango fueron obtenidos en el huerto de Las Palmas. Por su parte, para los tres tratamientos fueron similares para el cv. Ataulfo; en 'Kent' sólo la altura de los árboles y en 'Tommy Atkins' la altura de los árboles y el área transversal del tronco. Para el volumen de copa y el área transversal del tronco en 'Kent' se encontraron los promedios más altos con los tratamientos T1 (dosis normal) y T2 (dosis alta).

Las producciones más altas fueron obtenidas en el huerto de Las Palmas en 'Ataulfo y 'Tommy Atkins'; sin embargo, en 'Kent' ocurrió lo contrario. La máxima producción de fruto para 'Ataulfo' y 'Kent' fue obtenida con el T1 (dosis normal) y para 'Tommy Atkins' con el T3 (control). La producción promedio para los tres tratamientos en 'Ataulfo', 'Kent' y 'Tommy Atkins' fue de 70.3, 108.9 y 190.6 kg árbol⁻¹, respectivamente. En los huertos del cv. Ataulfo se tienen 156 árboles, en 'Kent' y 'Tommy Atkins' se tienen 100 árboles por hectárea, de los que resultaron rendimientos promedio de 11.0 t·ha⁻¹ en 'Ataulfo' y en 'Kent' y 'Tommy Atkins' de 10.9 y 19.1 t·ha⁻¹, respectivamente. Un trabajo similar con propiedades físicas adecuadas y de mediana fertilidad natural, fue realizado por Laborem *et al.* (1979) en diferentes variedades de mango, los que obtuvieron un rendimiento promedio para 'Tommy Atkins' 12.5 t·ha⁻¹ y 'Kent' 20.0 t·ha⁻¹. Lee-Rodríguez *et al.* (2006), encontraron que en una hectárea con 100 árboles, en el cv. Ataulfo, se obtienen rendimientos promedios de 20.0 t·ha⁻¹. Otro trabajo con relación a este fue realizado en mango en los cvs. Alphonso, Banganpally y Totapuri, con rendimientos promedios de 147.3 kg árbol⁻¹ (Reddy *et al.*, 2003). Al momento de la elección de los árboles y huertos se esperaba que el grupo de árboles asignados a cada tratamiento (sin fertilización) tuvieran un vigor y producción similar en cada cultivar. Pero al analizar los datos obtenidos por cultivar en cada huerto, se encontraron diferencias en el vigor de los árboles, producción y tamaño de fruto, así como en la fertilidad inicial de suelo y estado nutrimental foliar de los árboles. Esto justifica el que no se generalicen las fórmulas de fertilización y se use la fertilización de sitio específico.

1.6. Conclusiones

La fertilidad inicial del suelo y el diagnóstico nutrimental foliar permitieron valorar el estado nutrimental de cada uno de los huertos en estudio establecidos con los diferentes cultivares de mango.

En 'Ataulfo', el huerto influyó el vigor inicial del árbol, la producción y el tamaño del fruto.

En el grupo de árboles de 'Ataulfo' asignados al T1 (dosis normal) incrementó la producción, tamaño de fruto y eficiencia de producción.

En 'Kent' y 'Tommy Atkins' el huerto en estudio influyó sobre el vigor inicial del árbol, la producción, tamaño del fruto y eficiencia de producción.

En 'Kent' el grupo de árboles asignados al T1 (dosis normal) y T2 (dosis alta) fueron superiores en volumen de copa y ATT respecto al T3 (control).

En 'Tommy Atkins' el grupo de arboles asignados a los tratamientos influyeron sobre la producción, tamaño de fruto y eficiencia de producción. En el vigor inicial del árbol, sólo el volumen de copa fue afectado, siendo mayor en el T1 (dosis normal).

1.7. Literatura Citada

- Aldrich, D.R. 1973. Plant analysis. Problems and opportunities. In: Walsh, L.M. and J.D. Beaton (Eds.). Soil testing and plant analysis. SSSA Inc. Madison, Wisconsin, U.S.A. p. 213-221.
- Ankerman, D. and R. Large. 1982. Agronomy Handbook. Midwest Laboratories. Omaha, NE, USA.
- Bates, T.E. 1971. Factors affecting critical nutrient concentration in plants and their evaluation: A review. *Soil Sci.* 112:116-130.
- Bertsch, P.M. and P.R. Bloom. 1996. Aluminum. p.517-550. In: D.L. Sparks, A.L. Paga, P.A. Helmke, R.H. Loeppert, P.N. Soltanpour, M.A. Tabatabai, C.T. Johnston and M.E.

- Sumner (Eds.) *Methods of soil analysis: Part 3 Chemical methods*. 3rd. Ed. ASA and SSSA, Madison, WI. Book series No. 5.
- Bingham, F.T. 1982. Boron. p. 431-446. *In*: A.L. Page, R.H. Miller, and D.R. Keeney (Eds.) *Methods of soil analysis, part 2*. Agron. Monogr. 9. 2nd ed. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Blake, G.R. and K.H. Hartge. 1986. Bulk Density. p. 363-382 *In*: A. Klute ed. *Methods of soil analysis Part. 1. Physical and mineralogical methods*. Agron. Monogr. 9. 2nd ed. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Bould, C. 1968. Leaf analysis as a diagnostic method and advisory aid in crop nutrition. *Expt. Agr.* 4:17-27.
- Castellanos, J. Z., J.X. Uvalle-Bueno, y A. Aguilar-Santelises. 2000. *Manual de interpretación de análisis de suelo y agua*. Segunda Edición. Instituto de Capacitación para la Productividad Agrícola. INCAPA. Estado de México, México. 226 p.
- Doll, E.C. and R.E. Lucas. 1973. Testing soil for potassium, calcium and magnesium. p 133-152. *In*: L.M. Walsh and J.D. Beaton. (Ed.) *Soil testing and plant analysis*. SSSA Madison, WI.
- EMEX, A.C. 2008. Exportación de mango, temporada 2008. www.mangoemex.org.
- Espinosa, J. y F. Mite. 2002. Estado actual y futuro de la nutrición y fertilización del banano. Memoria XV reunión. Cartagena de Indias, Colombia.
- Fallas, R., F. Bertsch, E. Miranda, y C. Henríquez. 2010. Análisis de crecimiento y absorción de nutrimentos de frutos de mango, cultivares Tommy Atkins y Keith. *Agron. Costarricense* Vol. 34(1):1-15.
- Galán-Sauco, V. 1999. *El cultivo de mango*. (Eds.) Mundi-Prensa. México DF. 299 p.
- García, E. 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 'Climas' (Clasificación de Köppen, Modificado por García E) http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/climalmgw.xml?_httpcache=ves&_xsl=/db/metadatos/xsl/fcdc_html.xsl&_indent=no. Consulta el 26 de Noviembre 2010.
- Gardner, W.H. 1986. Water Content. p. 493-544 *In*: A. Klute ed. *Methods of soil analysis Part. 1. Physical and mineralogical methods*. Agron. Mongr. 9. 2nd ed. ASA and SSSA, Madison, WI.

- Gavlak, R., D. Homeck, R.O. Miller, and J. Kotuby-Amacher. 2003. Soil, plant and water reference methods for the Western region. WCC-103 Publication. WREP-125, 2nd ed.
- Gee, G.W. and J.B. Bauder. 1986. Particle-size analysis. p. 383-411 In: A. Klute ed. Methods of soil analysis Part. 1. Physical and mineralogical methods. Agron. Monogr. 9. 2nd ed. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Gregoret, M. C., J. Dardanelli, R. Bongiovanni, y M. Díaz-Zorita. 2006. Modelo de respuesta sitio-específico del maíz al nitrógeno y agua edáfica en un haplustol. *Cienc. suelo*. Vol. 24(2):147-159.
- Guzmán-Estrada, C., S. Alcalde-Blanco, R. Mosqueda-Vázquez, y A. Martínez-Garza. 1996. Contenido y extracción de nutrientes por el fruto de mango cv. Manila. *Agron Tropical*. Vol. 46(4):431-446.
- Hendershot, W.H., H. Lalonde, and M. Duquette. 2008. Soil reaction and exchangeable acidity. p. 173-178. In: M.R. Carter and E.G. Gregorich (Ed) Soil sampling and methods of analysis. 2nd ed. Canadian Society of soil Science. Boca Raton FL.
- Hiroce, R., O. Carvalho, O. Bataglia, P. Furlani, E. Dos Santos, e J. Gallo. 1977. Composição mineral de frutas tropicais na colheita. *Bragantia*, 36:155-164.
- INEGI. 1999. Carta Edafológica del estado de Nayarit. Dirección General de Geografía del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (segunda edición).
- Keeney, D.R. and D.W. Nelson. 1982. Nitrogen- inorganic forms. p. 403-430. In: A.L. Page, R.H. Miller, and D.R. Keeney (Eds.). Methods of soil analysis, part 2. Agron. Monogr. 9. 2nd ed. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Kenworthy, A.L. 1973. Leaf analysis as an aid in fertilizing orchards. In: Walsh, L.M. and J.D. Beaton (Eds.). Soil testing and plant analysis. Soil Sci. Soc. Amer. Madison, WI. p.381-392.
- Laborem, E.G., R.L. Avilán, y M. Figueroa. 1979. Extracción de nutrientes por una cosecha de mango (*Mangifera indica* L.). *Agron. tropical (Venezuela)* Vol. 29(1):3-15.
- Lindsay, W.L. and W.A. Norvell. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 42:421-428.
- Lee-Rodríguez, V., J.N. Lerma-Molina, y M.C. Silos-Calzada. 2006. Diagnóstico fenológico nutricional del mango (*Mangifera indica* L.) cultivar Ataulfo en el Soconusco Chiapas. *Universidad Autónoma de Chiapas. Agrofaz*. Vol. 6(1):121-136.

- Maldonado, T.R., G.V. Almaguer, M.E.S. Álvarez, y E.S. Robledo. 2008. Diagnóstico nutrimental y validación de dosis de fertilización para limón persa. Chapingo, Estado de México. Terra Latinoamericana. Vol. 26:341-349.
- Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. pp. 539-594. In: A.L. Page, R.H. Miller, and D.R. Keeney (Eds.). Methods of soil analysis, part 2. Agron. Monogr. 9. 2nd ed. ASA and SSSA, Madison, WI.
- NOM-021-RECNAT-2000. Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudio, muestreo y análisis. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 85 p.
- Olsen, S.R. and L.E. Sommers. 1982. Phosphorus. p. 403-430. In: A.L. Page, R.H. Miller, and D.R. Keeney (Eds.). Methods of soil analysis, part 2. Agron. Monogr. 9. 2nd ed. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Ponchner, S., R. Rojas, y E. Bornemisza. 1993. Variación estacional de nutrientes en árboles de mango (*Mangifera indica* L.) en tres suelos del Pacífico seco de Costa Rica. I. Macronutrientes. Costa Rica. Agron. Costarricense. Vol. 17(2):21-30.
- Rao, D.P. and S.K. Mukherjee. 1989. Nutritional status in leaf and soil of some cultivars of mango in relation to yield. Acta Hort. 23:286-95.
- Ray, D.P. and S.K. Mukherjee. 1987. Nutrient status in leaf and soil of some cultivars of mango in relation to yield. India J. Hort. 44:1-8.
- Reddy, Y.T.N., R.M. Kurian, N.T. Sujata, and M. Srinivas. 2003. Leaf and soil nutrient status in relation to yield of mango. Indian J. Hort. Vol. 60(2):121-126.
- Reuter, D.J. and J.B. Robinson. 1986. Plant analysis - an Interpretation Manual. 1st. Ed. Inkarta Press. Melbourne, Australia. 220 p.
- Rhoades, J.D. 1982. Cation exchange capacity. p. 149-157. In: A.L. Page, R.H. Miller, and D.R. Keeney (Eds.) Methods of soil analysis Part 2. Agron Monogr. 9. 2nd ed. ASA and SSSA, Madison WI.
- Rhoades, J.D. 1996. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. p. 417-435. In: D.L. Sparks, A.L. Paga, P.A. Helmke, R.H. Loeppert, P.N. Soltanpour, M.A. Tabatabai, C.T. Johnston and M.E. Sumner (Eds.) Methods of soil analysis: Part 3. Chemical methods 3rd. Ed. ASA and SSSA, Madison, WI. Book series no. 5.

- Rios R. y F. Corella. 1999. Manejo de la nutrición y fertilización del mango en Costa Rica. XI Congreso Nacional Agronómico/III Congreso Nacional de Suelos. 277-290 p.
- Rodríguez, J., A.M. González, F.R. Leiva, y L. Guerrero. 2008. Fertilización por sitio específico en un cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la Sabana de Bogotá. Agron. Colombiana. Vol. 26(2):308-321.
- SAGARPA-SIAP. 2010. Sistema producto mango: Resultados para mango 2010: http://www.oeidrus-portal.gob.mx/agricola_siap/fcultivo/index.jsp Consultada el 20 de Octubre de 2011.
- Salazar-García, S. 2002. Nutrición de aguacate, principios y aplicaciones. Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en asociación con el Instituto de la Potasa y el Fósforo (INPOFOS). Querétaro, México. 1ra. Impresión. 165 p.
- Salazar-García, S., L.E. Cossio-Vargas, e I.J.L. González-Durán. 2009. La Fertilización de sitio específico mejoró la productividad del aguacate 'Hass' en huertos sin riego. Agricultura Técnica en México. Vol. 35(4):439-448.
- Salazar-García, S., I.J.L. González-Durán, A. Alvarez-Bravo, y J. González-Valdivia. (2011). Programa de computo (sistema para el diagnóstico nutrimental foliar de los mangos 'Ataulfo', 'Kent' y 'Tommy Atkins' en Nayarit, México. <http://www.cesix.inifap.gob.mx/frutalestropicales/nutricionmangonayarit-consideraciones.php> Consulta el 28 de Octubre de 2011.
- SAS Inc. 2002. SAS/STAT User's Guide, Version 9, Fourth Ed. Vol. 1 and 2. SAS Institute Int., Cary, N.C. USA.
- Shoemaker, H.E., E.O. McLean, and P.F. Pratt. 1961. Buffer methods for determining lime requirements of soils with appreciable amounts of extractable aluminum. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 25:274-277.
- SIGMAPLOT, 2006. SigmaPlot, Systat Software, Versión 10, Inc. SigmaPlot for Windows.
- Smith, R.F. 1962. Mineral analysis of plant tissues. Ann. Rev. Plant Physiol. 13:81-108.
- Tisdale, L.A., N.L. Nelson, and J.D. Beaton. 1985. Soil fertility and fertilizers. 4th Ed. McMillan Publish., New York, USA.
- Ulrich, A. 1952. Physiological basis for assessing the nutritional requirements of plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 3:207-228.

- Valbuena-Calderón, C.A., L.J. Martínez-Martínez, y R. Giraldo-Henao. 2008. Variabilidad espacial del suelo y su relación con el rendimiento de mango (*Mangifera indica* L.). Rev. Bras. Frutic. Vol. 30(4):1146-1151.
- Westerman, R.L. 1990. Soil testing and plant analysis. Third ed. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.
- Xiuchong, B.Z., L. Guojian, Y. Jianwu, A. Shaoying, and Y. Lixian. 2001. Balanced fertilization on mango in Southern China. Better Crops International Vol. 15(2):16-20.

Cuadro 1-1. Características de los huertos de mango empleados en la investigación.

Municipio y zona	Localidad	Cultivar	Coordenadas	Altitud (msnm) ^z	PMA (mm) ^y	Tipo de suelo ^x	Edad (años)
Acaponeta (Zona Norte)	Buenavista	Kent	N 21°27'22.0" O 105°27'00.5"	193	1,308	(Be + Je + Zo /2). Cambisol éutrico + Fluvisol éutrico + Solonchak órtico, textura media.	17
		Ataulfo	N 21°36'46.1" O 105°11'19.6"	193		(Ah + Bc /3 P). Acrisol húmico + Cambisol crómico, textura fina, pedregosa.	10
San Blas (Zona Centro)	Las Palmas	Kent	N 21° 36' 41.1" O 105° 11' 17.0"	193	1,453		10
		Tommy Atkins	N 21°36'45.8" O 105°11'19.5"	140			30
Compostela (Zona Sur)	El Divisadero	Ataulfo	N 21°07'03.0" O 105°11'04.6"	104		(Hh + Re + Bc /2 L). Fozem háplico +	12
	Chacala	Tommy Atkins	N 21°10'26.0" O 105°10'50.4"	18	1,453	Regosol éutrico + Cambisol, textura media.	8

^xINEGI, 1999. ^yprecipitación media anual. ^zmetros sobre el nivel del mar.

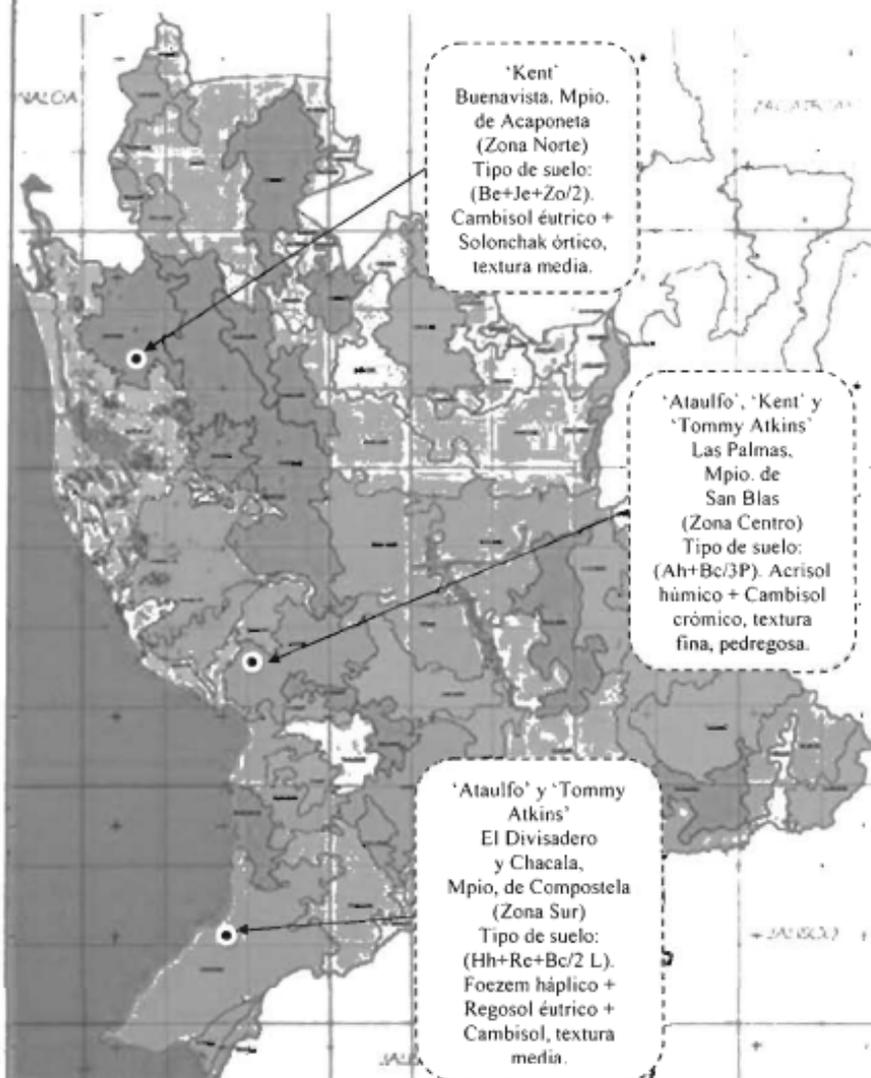


Figura 1-1. Ubicación de los huertos en los municipios donde se realizó el trabajo, con los diferentes tipos de suelos (INEGI, 1999).

Cuadro I-2. Calibre del fruto de acuerdo a su peso para los tres cultivares de mango (EMEX, 2008).

'Ataulfo'		'Kent' y 'Tommy Atkins'	
Calibre ²	Peso (g/fruto)	Calibre ²	Peso (g/fruto)
C22	196 – 220	C12	366 – 435
C20	221 – 250	C10	436 – 515
C18	251 – 283	C9	516 – 560
C16	284 – 315	C8	561 – 640
C14	316 – 365	C7	641 – 700
C12	≥ 366	C6	≥ 701

²Número de frutos en una caja de 10 libras.

Cuadro I-3. Características físicas y químicas del suelo a una profundidad de 0-30 cm en los huertos Las Palmas, Mpio. de San Blas y El Divisadero, Mpio. de Compostela, en el cv. Ataulfo, previo a la aplicación de fertilizantes (enero 2010).

Determinación	Las Palmas	El Divisadero
Características físicas		
Textura	Franco-Arcilloso	Arcilla
Punto Saturación (%)	59.6 (A)	75.6 (MuA)
Capacidad de Campo (%)	31.9 (A)	40.6 (MuA)
Punto March. Perm. (%)	19 (A)	24.2 (MuA)
Cond. Hidráulica (cm/h)	1.5 (B)	0.37 (MuB)
Densidad Aparente (g/cm ³)	1.10	1.00
Características químicas		
pH (1:2 H ₂ O)	6.64 (Neutro)	4.71 (FuA)
CE (dS/m)	0.03 (MuB)	0.03 (MuB)
Materia orgánica (%)	0.68 (MuB)	1.62 (MoB)
N-Inorg. (ppm)	11.2 (M)	9.8 (MoB)
P (ppm)	10.21 (MoB)	0.39 (MuB)
K (ppm)	289.74 (M)	27.43 (MuB)
Ca (ppm)	917.93 (MoB)	130.02 (MuB)
Mg (ppm)	231.16 (M)	10.59 (MuB)
Na (ppm)*	17.21 (MuB)	5.49 (MuB)
Fe (ppm)	6.54 (MoB)	1.02 (MuB)
Zn (ppm)	0.4 (B)	0.09 (MuB)
Mn (ppm)	3.6 (B)	1.22 (MuB)
Cu (ppm)	0.07 (MuB)	0.03 (MuB)
B (ppm)	0.17 (MuB)	0.24 (MuB)
S (ppm)	64.88 (MuA)	304 (MuA)
Al (ppm)*		76.53 (MoB)
CIC (meq/100 g)	17.1 (B)	1.81 (MuB)

*Es deseable que estos elementos tengan un bajo contenido.

MuB = Muy bajo; B = Bajo; MoB = Moderadamente bajo; M = Mediano; MoA = Moderadamente alto; A = Alto; MuA = Muy alto; FuA = Fuertemente alto y ModA = Moderadamente ácido.

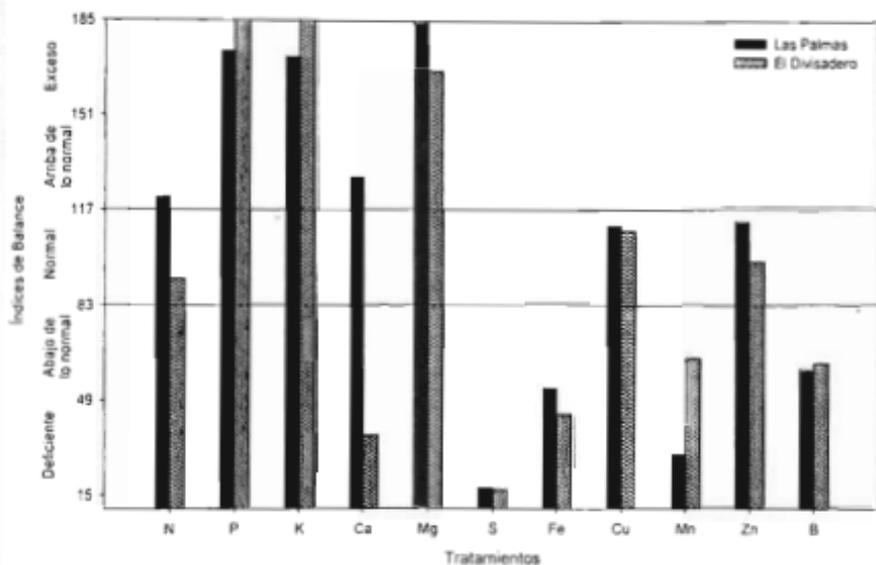


Figura I-2. Diagnóstico nutrimental en hojas del flujo de primavera del cv. Ataulfo, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (septiembre 2009). Huertos Las Palmas, Mpio. de San Blas y El Divisadero, Mpio. de Compostela.

Cuadro I-4. Influencia del huerto (Las Palmas, Mpio. de San Blas y El Divisadero, Mpio. de Compostela) sobre el vigor de los árboles del cv. Ataulfo, antes de la aplicación de los tratamientos de fertilización (2010).

Huerto	Altura del árbol (m)	Volumen de copa (m ³)	Área transversal del tronco (cm ²)
Las Palmas	6.4 a ²	280.5 a	697.8 a
El Divisadero	5.4 b	217.1 b	566.7 b
<i>Pr > F</i>	0.0001	0.0003	0.0003

²Medias con la misma literal en la columna son estadísticamente iguales (Duncan, $P = 0.05$).

Cuadro I-5. Vigor de los árboles del cv. Ataulfo, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (2010). Datos de los huertos Las Palmas, Mpio. de San Blas y El Divisadero, Mpio. de Compostela.

Tratamiento	Altura del árbol (m)	Volumen de copa (m ³)	Área transversal del tronco (cm ²)
T1. Dosis normal	5.8 a ²	241.4 a	626.9 a
T2. Dosis alta	5.9 a	249.2 a	660.4 a
T3. Control	6.0 a	250.8 a	609.5 a
<i>Pr > F</i>	0.4885	0.7836	0.4885

²Medias con la misma literal en la columna son estadísticamente iguales (Duncan, $P = 0.05$).

Cuadro I-6. Influencia del Huerto (Las Palmas, Mpio. de San Blas y El Divisadero, Mpio. de Compostela) sobre la producción, tamaño de fruto (C) y eficiencia de producción en el cv. Ataulfo, antes de la aplicación de los tratamientos de fertilización (2010).

Huerto	Producción (kg·árbol ⁻¹)	Producción según el tamaño de fruto (kg·árbol ⁻¹)				EP-1 (kg·m ³)	EP-2 (kg·cm ²)
		C22	C20	C18	C16		
Las Palmas	85.3 a ²	73.8 a	13.1 b	7.2 a	3.8 a	0.3 a	0.1 a
El Divisadero	56.2 b	33.5 b	22.8 a	6.9 a	4.8 a	0.3 a	0.1 a
<i>Pr</i> > <i>F</i>	0.0001	0.0001	0.0004	0.8940	0.6901	0.8372	0.0529

²Medias con la misma literal en la columna son estadísticamente iguales (Duncan, *P* = 0.05).

EP-1 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/volumen de copa), EP-2 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/área transversal del tronco).

Cuadro I-7. Producción, calibre de fruto (C) y eficiencia de producción, en el cv. Ataulfo, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (2010). Datos de los huertos de Las Palmas, Mpio. de San Blas y El Divisadero, Mpio. de Compostela.

Tratamiento	Producción (kg·árbol ⁻¹)	Producción según el tamaño de fruto (kg·árbol ⁻¹)				EP-1 (kg·m ³)	EP-2 (kg·cm ²)
		C22	C20	C18	C16		
T1. Dosis normal	93.3 a ²	71.7 a	21.8 a	6.5 a	3.7 a	0.4 a	0.2 a
T2. Dosis alta	70.3 b	55.4 b	16.1 a	7.6 a	0.0 a	0.3 b	0.1 b
T3. Control	47.4 c	32.2 c	18.1 a	6.9 a	5.0 a	0.2 c	0.1 c
<i>Pr</i> > <i>F</i>	0.0001	0.0001	0.1381	0.8455	0.6933	0.0001	0.0001

²Medias con la misma literal en la columna son estadísticamente iguales (Duncan, *P* = 0.05).

EP-1 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/volumen de copa), EP-2 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/área transversal del tronco).

Cuadro I-8. Características físicas y químicas del suelo a una profundidad de 0-30 cm en los huertos Las Palmas, Mpio. de San Blas y Buenavista, Mpio. de Acaponeta, en el cv. Kent, previo a la aplicación de fertilizantes (enero 2010).

Determinación	Las Palmas	Buenavista
	Características físicas	
Textura	Franco-Arcilloso	Franco-Arcillo-Arenoso
Punto Saturación (%)	51.2 (A)	32.4 (M)
Capacidad de Campo (%)	27.4 (A)	17.1 (M)
Punto March. Perm. (%)	16.3 (A)	10.2 (M)
Cond. Hidráulica (cm/h)	13.94 (MuA)	5.89 (MoA)
Densidad Aparente (g/cm ³)	1.02	1.20
	Características químicas	
pH (1:2 H ₂ O)	5.86 (ModA)	5.67 (ModA)
CE (dS/m)	0.06 (MuB)	0.18 (MuB)
Materia orgánica (%)	3.15 (A)	0.85 (B)
N-Inorg. (ppm)	9.8 (MoB)	22.34 (MoA)
P (ppm)	73.32 (MuA)	7.1 (B)
K (ppm)	411.01 (MoA)	205.68 (MoA)
Ca (ppm)	1945.04 (M)	294.87 (MuB)
Mg (ppm)	242.16 (M)	38.29 (MuB)
Na (ppm)*	13.64 (MuB)	14.52 (B)
Fe (ppm)	71.55 (MuA)	43.51 (A)
Zn (ppm)	1.42 (M)	0.52 (B)
Mn (ppm)	55.4 (MuA)	54 (MuA)
Cu (ppm)	1.23 (A)	0.58 (M)
B (ppm)	0.44 (B)	0.11 (B)
S (ppm)	43.5 (MuA)	9.48 (MoA)
Al (ppm)*	3.46 (B)	27 (MuA)
CIC (meq/100 g)	12.9 (M)	2.77 (MuB)

*Es deseable que estos elementos tengan un bajo contenido.

MuB = Muy bajo; B = bajo; MoB = moderadamente bajo; M = mediano; MoA = moderadamente alto; A = alto; MuA = Muy alto; FuA = Fuertemente ácido y ModA = Moderadamente ácido.

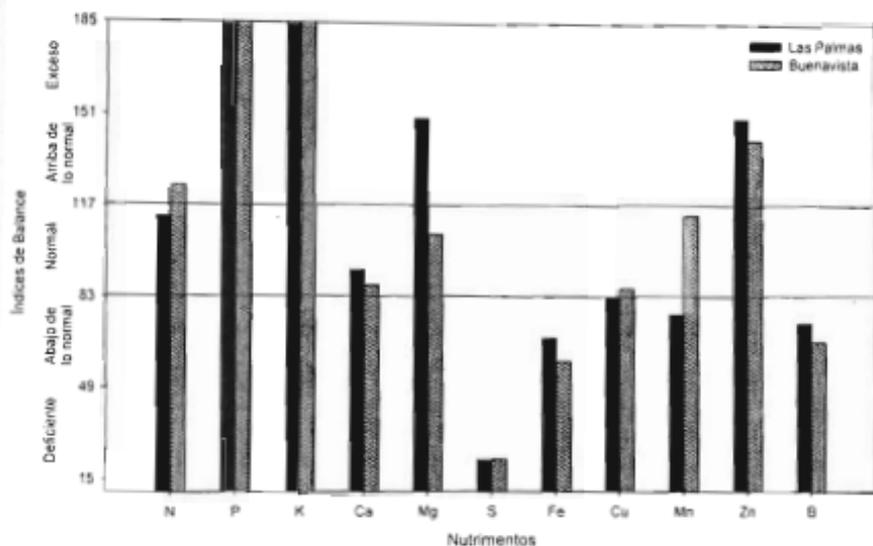


Figura I-3. Diagnóstico nutrimental en hojas del flujo de primavera del cv. Kent, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (septiembre 2009). Huertos Las Palmas, Mpio. de San Blas y Buenavista, Mpio. de Acaponeta.

Cuadro I-9. Influencia del huerto (Las Palmas, Mpio. de San Blas y Buenavista, Mpio. de Acaponeta) sobre el vigor de los árboles del cv. Kent, antes de la aplicación de los tratamientos de fertilización (2010).

Huerto	Altura del árbol (m)	Volumen de copa (m ³)	Área transversal del tronco (cm ²)
Las Palmas	6.8 a ²	259.0 a	1029.8 a
Buenavista	5.7 b	173.6 b	518.9 b
<i>Pr > F</i>	0.0001	0.0001	0.0001

²Medias con la misma literal en la columna son estadísticamente iguales (Duncan, $P = 0.05$).

Cuadro I-10. Vigor de los árboles del cv. Kent, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (2010). Datos de los huertos Las Palmas, Mpio. de San Blas y Buenavista, Mpio. de Acaponeta.

Tratamiento	Altura del árbol (m)	Volumen de copa (m ³)	Área transversal del tronco (cm ²)
T1. Dosis normal	6.2 a	239.8 a ²	828.8 a
T2. Dosis alta	6.3 a	231.2 a	820.1 a
T3. Control	6.2 a	178.0 b	674.1 b
<i>Pr > F</i>	0.1903	0.0002	0.0106

²Medias con la misma literal en la columna son estadísticamente iguales (Duncan, $P = 0.05$).

Cuadro I-11. Influencia del Huerto (Las Palmas, Mpio. de San Blas y Buenavista, Mpio. de Acaponeta) sobre la producción, tamaño de fruto (C) y eficiencia de producción en el cv. Kent, antes de la aplicación de los tratamientos de fertilización (2010).

Huerto	Producción (kg·árbol ⁻¹)	Producción según el tamaño de fruto (kg·árbol ⁻¹)					EP-1 (kg·m ³)	EP-2 (kg·cm ²)
		C12	C10	C9	C8	C7		
Las Palmas	82.6 b ²	65.4 a	17.8 b	5.5 b	6.1 a	5.6 a	0.4 b	0.1 b
Buenavista	132.4 a	16.8 b	27.5 a	92.0 a	14.6 a	5.1 a	0.8 a	0.3 a
<i>Pr > F</i>	0.0001	0.0001	0.0023	0.0001	0.0847	0.6905	0.0001	0.0001

²Medias con la misma literal en la columna son estadísticamente iguales (Duncan, $P = 0.05$).

EP-1 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/volumen de copa), EP-2 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/área transversal del tronco).

Cuadro I-12. Producción, calibre de fruto (C) y eficiencia de producción, en el cv. Kent, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (2010). Datos de los huertos de Las Palmas, Mpio. de San Blas y Buenavista, Mpio. de Acaponeta.

Tratamiento	Producción (kg·árbol ⁻¹)	Producción según el tamaño de fruto (kg·árbol ⁻¹)					EP-1 (kg·m ³)	EP-2 (kg·cm ²)
		C12	C10	C9	C8	C7		
T1. Dosis normal	113.5 a ²	49.7 a	26.5 a	86.0 a	18.2 a	5.9 a	0.6 a	0.2 a
T2. Dosis alta	107.9 a	58.1 a	21.2 a	63.8 b	12.3 a	4.1 a	0.5 a	0.2 a
T3. Control	105.4 a	53.2 a	21.3 a	76.9 ab	12.1 a	5.2 a	0.6 a	0.2 a
<i>Pr > F</i>	0.1486	0.4659	0.2412	0.6693	0.1587	0.2991	0.2726	0.4301

²Medias con la misma literal en la columna son estadísticamente iguales (Duncan, $P = 0.05$).

EP-1 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/volumen de copa), EP-2 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/área transversal del tronco).

Cuadro I-13. Características físicas y químicas del suelo a una profundidad de 0-30 cm en los huertos Las Palmas, Mpio. de San Blas y Chacala, Mpio. de Compostela, en el cv. Tommy Atkins, previo a la aplicación de fertilizantes (enero 2010).

Determinación	Las Palmas	Chacala
Características físicas		
Textura	Arcilla	Franco-Arcilloso
Punto Saturación (%)	68.2 (MuA)	55.6 (A)
Capacidad de Campo (%)	36.6 (MuA)	29.7 (A)
Punto March. Perm. (%)	21.8 (MuA)	17.7 (A)
Cond. Hidráulica (cm/h)	0.28 (MuB)	0.56 (MuB)
Densidad Aparente (g/cm ³)	1.08	1.06
Características químicas		
pH (1:2 H ₂ O)	5.83 (ModA)	5.88 (ModA)
CE (dS/m)	0.07 (MuB)	0.08 (MuB)
Materia orgánica (%)	2.71 (MoA)	3.51 (A)
N-Inorg. (ppm)	9.8 (MoB)	11.9 (M)
P (ppm)	0.99 (MuB)	15.26 (MoB)
K (ppm)	62.01 (MuB)	399.57 (MoA)
Ca (ppm)	849.32 (MoB)	1937.99 (M)
Mg (ppm)	142.29 (MoB)	347.67 (M)
Na (ppm)*	8.85 (MuB)	15.05 (MuB)
Fe (ppm)	14.29 (MoA)	45.63 (A)
Zn (ppm)	0.38 (B)	1.67 (M)
Mn (ppm)	28.93 (A)	48.11 (A)
Cu (ppm)	1.1 (M)	2.02 (A)
B (ppm)	0.44 (B)	0.31 (MuB)
S (ppm)	111.50 (MuA)	65.3 (MuA)
Al (ppm)*	9.23 (B)	3.46 (MuB)
CIC (meq/100 g)	5.8 (B)	13.7 (M)

*Es deseable que estos elementos tengan un bajo contenido.

MuB = Muy bajo; B = Bajo; MoB = Moderadamente bajo; M = Mediano; MoA = Moderadamente alto; A = Alto; MuA = Muy alto; FuA = Fuertemente ácido y ModA = Moderadamente ácido.

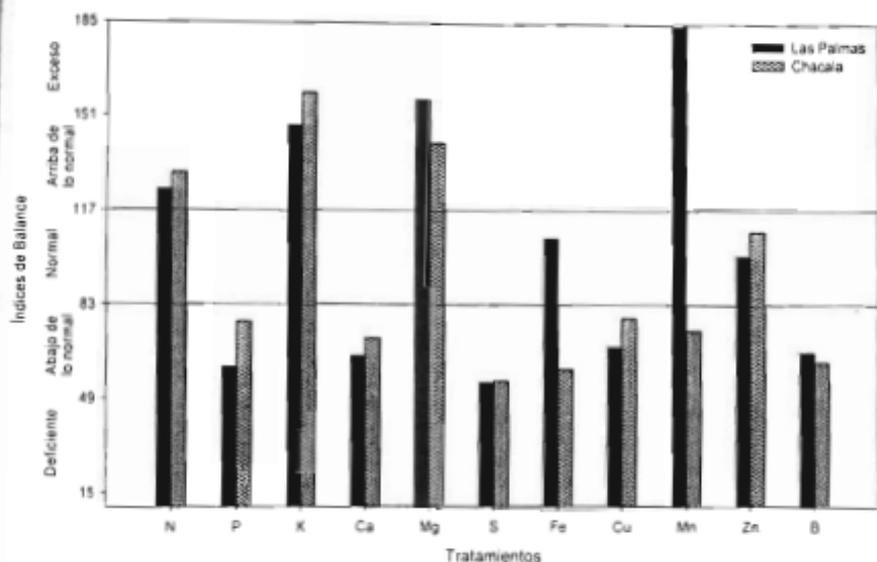


Figura I-4. Diagnóstico nutrimental en hojas del flujo de primavera del cv. Tommy Atkins, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (septiembre 2009). Huertos Las Palmas, Mpio. de San Blas y Chacala, Mpio. de Compostela.

Cuadro I-14. Influencia del huerto (Las Palmas, Mpio. de San Blas y Chacala, Mpio. de Compostela) sobre el vigor de los árboles del cv. Tommy Atkins, antes de la aplicación de los tratamientos de fertilización (2010).

Huerto	Altura del árbol (m)	Volumen de copa (m ³)	Área transversal del tronco (cm ²)
Las Palmas	7.8 a ²	456.6 a	2294.1 a
Chacala	5.7 b	172.4 b	286.2 b
<i>P_r > F</i>	0.0001	0.0001	0.0001

²Medias con la misma literal en la columna son estadísticamente iguales (Duncan, $P = 0.05$).

Cuadro I-15. Vigor de los árboles del cv. Tommy Atkins, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (2010). Datos de los huertos Las Palmas, Mpio. de San Blas y Chacala, Mpio. de Compostela.

Tratamiento	Altura del árbol (m)	Volumen de copa (m ³)	Área transversal del tronco (cm ²)
T1. Dosis normal	6.9 a ²	358.4 a	1394.1 a
T2. Dosis alta	6.7 a	303.5 b	1217.7 a
T3. Control	6.8 a	286.3 b	1286.5 a
<i>P_r > F</i>	0.4114	0.0227	0.1345

²Medias con la misma literal en la columna son estadísticamente iguales (Duncan, $P = 0.05$).

Cuadro I-16. Influencia del Huerto (Las Palmas, Mpio. de San Blas y Chacala, Mpio. de Compostela) sobre la producción, tamaño de fruto (C) y eficiencia de producción en el cv. Tommy Atkins, antes de la aplicación de los tratamientos de fertilización (2010).

Huerto	Producción (kg árbol ⁻¹)	Producción según el tamaño de fruto (kg·árbol ⁻¹)					EP-1 (kg m ³)	EP-2 (kg cm ²)
		C12	C10	C9	C8	C7		
		366-435 g	436-515 g	516-560 g	561- 640 g	641-700 g		
Las Palmas	222.2 a ²	119.6 a	58.4 a	27.4 a	14.7 a	16.6 a	0.5 b	0.1 b
Chacala	159.7 b	77.2 b	48.8 b	24.4 a	13.1 a	9.8 b	1.0 a	0.6 a
<i>P_r > F</i>	0.0001	0.0001	0.0275	0.3772	0.6153	0.0277	0.0001	0.0001

²Medias con la misma literal en la columna son estadísticamente iguales (Duncan, *P* = 0.05).

EP-1 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/volumen de copa), EP-2 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/área transversal del tronco).

Cuadro I-17. Producción, calibre de fruto (C) y eficiencia de producción, en el cv. Tommy Atkins, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (2010). Datos de los huertos de Las Palmas, Mpio. de San Blas y Chacala, Mpio. de Compostela.

Tratamiento	Producción (kg·árbol ⁻¹)	Producción según el tamaño de fruto (kg·árbol ⁻¹)					EP-1 (kg m ³)	EP-2 (kg cm ²)
		C12	C10	C9	C8	C7		
		366-435 g	436-515 g	516-560 g	561- 640 g	641-700 g		
T1. Dosis normal	180.5 b ²	84.5 b	48.4 b	28.5 a	12.7 a	10.7 a	0.7 b	0.3 b
T2. Dosis alta	192.8 a	121.6 a	47.2 b	21.2 a	14.4 a	10.3 a	0.8 a	0.3 b
T3. Control	198.5 a	87.5 b	64.5 a	28.0 a	14.9 a	17.3 a	0.8 a	0.4 a
<i>P_r > F</i>	0.0105	0.0002	0.0020	0.1367	0.8531	0.2158	0.0006	0.0067

²Medias con la misma literal en la columna son estadísticamente iguales (Duncan, *P* = 0.05).

EP-1 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/volumen de copa), EP-2 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/área transversal del tronco).

ANEXOS

Cuadro I-A-1. Análisis de varianza para el vigor de los árboles 2010, previo a la aplicación de los fertilizantes, utilizando diseño factorial entre huertos (Las Palmas y El Divisadero) y tratamientos (dosis normal, alta y control), en el cv. Ataulfo.

Fuente	GL	SC	CM	F	Pr > F
Altura del árbol					
Huerto	1	30.55	30.55	70.17	0.0001*
Tratamiento	2	0.63	0.31	0.72	0.4885 ^{NS}
Hue*Trat	2	0.79	0.39	0.91	0.4068
Volumen de copa					
Huerto	1	120671.14	120671.14	14.12	0.0003
Tratamiento	2	4177.69	2088.84	0.24	0.7836
Hue*Trat	2	10767.09	5383.55	0.63	0.5345
Area transversal del tronco					
Huerto	1	516277.26	516277.26	13.92	0.0003
Tratamiento	2	53477.31	26738.65	0.72	0.4885
Hue*Trat	2	79969.25	39984.62	1.08	0.3437

* Significativo, ^{NS} No Significativo a $P < 0.5$.

Cuadro I-A-2. Análisis de varianza para la producción del 2010, previo a la aplicación de los fertilizantes, utilizando diseño factorial entre huertos (Las Palmas y El Divisadero) y tratamientos (dosis normal, alta y control), en el cv. Ataulfo.

Fuente	GL	SC	CM	F	Pr > F
Producción					
Huerto	1	24746.94	24746.94	56.44	0.0001*
Tratamiento	2	41078.63	22093.93	46.84	0.0001
Hue*Trat	2	44187.86	20539.32	50.39	0.0001
Calibre 22					
Huerto	1	47423.21	47423.21	100.20	0.0001
Tratamiento	2	30789.38	15394.69	32.53	0.0001
Hue*Trat	2	29707.35	14853.67	31.39	0.0001
Calibre 20					
Huerto	1	2326.26	2326.26	13.47	0.0004
Tratamiento	2	698.44	349.22	2.02	0.1381 ^{NS}
Hue*Trat	2	1361.77	680.89	3.94	0.0227
Calibre 18					
Huerto	1	0.59	0.59	0.02	0.8940
Tratamiento	2	11.11	5.55	0.17	0.8455
Hue*Trat	2	72.13	36.07	1.09	0.3433
Calibre 16					
Huerto	1	1.59135	1.59135	0.21	0.6901
Tratamiento	2	1.5552	1.5552	0.21	0.6933
Hue*Trat	2	13.8675	13.8675	1.85	0.3067
EP-1					
Huerto	1	0.001	0.001	0.04	0.8372
Tratamiento	2	0.895	0.448	14.56	0.0001
Hue*Trat	2	0.640	0.320	10.41	0.0001
EPP-2					
Huerto	1	0.01	0.01	3.83	0.0529
Tratamiento	2	0.09	0.05	12.87	0.0001
Hue*Trat	2	0.10	0.05	13.87	0.0001

EP-1 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/volumen de copa), EP-2 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/área transversal del tronco).

* Significativo, ^{NS} No Significativo a $P < 0.5$.

Cuadro I-A-3. Análisis de varianza para el vigor de los árboles 2010, en el cv. Ataulfo, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (dosis normal, alta y control), en el huerto Las Palmas.

Fuente	GL	SC	CM	F	Pr > F
Altura del árbol					
Tratamiento	2	0.008	0.004	0.02	0.9850 ^{NS}
Volumen de copa					
Tratamiento	2	790.63	395.32	0.06	0.9393
Área transversal del tronco					
Tratamiento	2	125224.40	62612.20	1.52	0.2269

* Significativo, ^{NS} No Significativo a $P < 0.5$.

Cuadro I-A-4. Análisis de varianza para el vigor de los árboles 2010, en el cv. Ataulfo, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (dosis normal, alta y control), en el huerto El Divisadero.

Fuente	GL	SC	CM	F	Pr > F
Altura del árbol					
Tratamiento	2	1.41	0.70	1.18	0.3133 ^{NS}
Volumen de copa					
Tratamiento	2	14154.15	7077.07	0.66	0.5227
Área transversal del tronco					
Tratamiento	2	8222.16	4111.08	0.12	0.8833

* Significativo, ^{NS} No Significativo a $P < 0.5$.

Cuadro I-A-5. Análisis de varianza para la producción del 2010, en el cv. Ataulfo, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (dosis normal, alta y control), en el huerto Las Palmas.

Fuente	GL	SC	CM	F	Pr > F
Producción					
Tratamiento	2	85263.16	42631.58	73.41	0.0001*
Calibre 22					
Tratamiento	2	60441.55	30220.78	52.46	0.0001
Calibre 20					
Tratamiento	2	1701.89	850.95	6.06	0.0051
Calibre 18					
Tratamiento	2	48.57	24.29	0.68	0.5292 ^{NS}
Calibre 16					
Tratamiento	2	3.07	3.07	139.11	0.0538
EP-1					
Tratamiento	2	1.51	0.75	27.48	0.0001
EP-2					
Tratamiento	2	0.19	0.09	25.94	0.0001

EP-1 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/volumen de copa), EP-2 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/área transversal del tronco).

* Significativo, ^{NS} No Significativo a $P < 0.5$.

Cuadro I-A-6. Análisis de varianza para la producción del 2010, en el cv. Ataulfo, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (dosis normal, alta y control), en el huerto El Divisadero.

Fuente	GL	SC	CM	F	<i>P</i> > <i>F</i>
Producción					
Tratamiento	2	3.33	1.67	0.01	0.9945 ^{NS}
Calibre 22					
Tratamiento	2	55.17	27.58	0.07	0.9293
Calibre 20					
Tratamiento	2	358.32	179.16	0.92	0.4053
Calibre 18					
Tratamiento	2	34.67	17.33	0.54	0.5886
Calibre 16					
Tratamiento	2	12.36	12.36	0.83	0.5304
Calibre 14					
Tratamiento	2	0.33	0.33	0.29	0.6854
EP-1					
Tratamiento	2	0.03	0.01	0.39	0.6800
EP-2					
Tratamiento	2	0.0003	0.0002	0.04	0.9567

EP-1 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/volumen de copa), EP-2 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/área transversal del tronco).

* Significativo, ^{NS} No Significativo a *P* < 0.5.

Cuadro I-A-7. Análisis de varianza para el vigor de los árboles 2010, previo a la aplicación de los fertilizantes, utilizando diseño factorial entre huertos (Las Palmas y Buenavista) y tratamientos (dosis normal, alta y control) en el cv. Kent.

Fuente	GL	SC	CM	F	Pr > F
Altura del árbol					
Huerto	1	34.99	34.99	223.07	0.0001*
Tratamiento	2	0.53	0.26	1.68	0.1903 ^{NS}
Hue*Trat	2	0.77	0.39	2.46	0.0900
Volumen de copa					
Huerto	1	218470.74	218470.74	45.51	0.0001
Tratamiento	2	89697.11	44848.55	9.34	0.0002
Hue*Trat	2	112424.79	56212.39	11.71	0.0001
Área transversal del tronco					
Huerto	1	7829105.75	7829105.75	122.57	0.0001
Tratamiento	2	604644.49	302322.25	4.73	0.0106
Hue*Trat	2	554151.27	277075.64	4.34	0.0153

* Significativo, ^{NS} No Significativo a $P < 0.5$.

Cuadro I-A-8. Análisis de varianza para la producción del 2010, previo a la aplicación de los fertilizantes, utilizando diseño factorial entre huertos (Las Palmas y Buenavista) y tratamientos (dosis normal, alta y control) en el cv. Kent.

Fuente	GL	SC	CM	F	Pr > F
Producción					
Huerto	1	69722.66	69722.66	121.96	0.0001*
Tratamiento	2	2219.43	1109.72	1.94	0.1486 ^{NS}
Hue*Trat	2	2613.17	1306.58	2.29	0.1067
Calibre 12					
Huerto	1	30463.36	30463.36	39.05	0.0001
Tratamiento	2	1206.08	603.04	0.77	0.4659
Hue*Trat	2	2230.49	1115.25	1.43	0.247
Calibre 10					
Huerto	1	2414.16	2414.16	9.83	0.0023
Tratamiento	2	709.19	354.59	1.44	0.2412
Hue*Trat	2	160.41	80.21	0.33	0.7223
Calibre 9					
Huerto	1	89877.33	89877.33	134.10	0.0001
Tratamiento	2	541.34	270.67	0.40	0.6693
Hue*Trat	2	55.35	27.67	0.04	0.9596
Calibre 8					
Huerto	1	317.80	317.80	3.14	0.0847
Tratamiento	2	391.96	195.98	1.94	0.1587
Hue*Trat	2	105.04	105.04	1.04	0.3149
Calibre 7					
Huerto	1	0.20	0.20	0.18	0.6905
Tratamiento	2	3.69	1.84	1.66	0.2991
Hue*Trat	2				
EP-1					
Huerto	1	5.58	5.58	109.02	0.0001
Tratamiento	2	0.13	0.07	1.32	0.2726
Hue*Trat	2	0.51	0.26	5.00	0.0084
EP-2					
Huerto	1	0.90	0.900	232.61	0.0001
Tratamiento	2	0.01	0.003	0.85	0.4301
Hue*Trat	2	0.01	0.004	1.11	0.3336

EP-1 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/volumen de copa), EP-2 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/área transversal del tronco).

* Significativo, ^{NS} No Significativo a $P < 0.5$.

Cuadro 1-A-9. Análisis de varianza para el vigor de los árboles 2010, en el cv. Kent, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (dosis normal, alta y control), en el huerto Las Palmas.

Fuente	GL	SC	CM	F	$Pr > F$
Altura del árbol					
Tratamiento	2	0.44	0.22	1.04	0.3590 ^{NS}
Volumen de copa					
Tratamiento	2	196836.30	98418.15	11.82	0.0001*
Área transversal del tronco					
Tratamiento	2	1151539.93	575769.96	4.87	0.0111

* Significativo, ^{NS} No Significativo a $P < 0.5$.

Cuadro 1-A-10. Análisis de varianza para el vigor de los árboles 2010, en el cv. Kent, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (dosis norma, alta y control), en el huerto Buenavista.

Fuente	GL	SC	CM	F	$Pr > F$
Altura del árbol					
Tratamiento	2	0.86	0.43	4.20	0.0199*
Volumen de copa					
Tratamiento	2	5285.59	2642.80	2.07	0.1351 ^{NS}
Área transversal del tronco					
Tratamiento	2	7255.84	3627.92	0.38	0.6880

* Significativo, ^{NS} No Significativo a $P < 0.5$.

Cuadro I-A-11. Análisis de varianza para la producción del 2010, en el cv. Kent, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (dosis normal, alta y control), en el huerto Las Palmas.

Fuente	GL	SC	CM	F	$P_r > F$
Producción					
Tratamiento	2	1301.77	650.88	1.19	0.3124 ^{NS}
Calibre 12					
Tratamiento	2	2124.65	1062.32	1.70	0.1930
Calibre 10					
Tratamiento	2	310.13	155.06	1.07	0.3534
Calibre 9					
Tratamiento	2	25.86	12.93	1.00	0.3967
Calibre 8					
Tratamiento	2	4.57	4.57	0.41	0.5687
EP-1					
Tratamiento	2	0.14	0.07	1.98	0.1492
EP-2					
Tratamiento	2	0.0013	0.0006	0.45	0.6388

EP-1 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/volumen de copa), EP-2 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/área transversal del tronco).

* Significativo, ^{NS}No Significativo a $P < 0.5$.

Cuadro I-A-12. Análisis de varianza para la producción del 2010, en el cv. Kent, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (dosis normal, alta y control), en el huerto Buenavista.

Fuente	GL	SC	CM	F	Pr > F
Producción					
Tratamiento	2	3530.83	1765.42	2.97	0.0591 ^{NS}
Calibre 12					
Tratamiento	2	1311.93	655.96	0.49	0.6220
Calibre 10					
Tratamiento	2	559.47	279.74	0.85	0.4328
Calibre 9					
Tratamiento	2	570.83	285.42	0.35	0.7041
Calibre 8					
Tratamiento	2	492.43	246.21	2.25	0.1210
Calibre 7					
Tratamiento	2	3.69	1.84	1.66	0.2991
EP-1					
Tratamiento	2	0.51	0.26	3.87	0.0266*
EP-2					
Tratamiento	2	0.01	0.007	1.15	0.3232

EP-1 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/volumen de copa), EP-2 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/área transversal del tronco).

* Significativo, ^{NS} No Significativo a $P < 0.5$.

Cuadro I-A-13. Análisis de varianza para el vigor de los árboles 2010, previo a la aplicación de los fertilizantes, utilizando diseño factorial entre huertos (Las Palmas y Chacala) y tratamientos (dosis normal, alta y control) en el cv. Tommy Atkins.

Fuente	GL	SC	CM	F	Pr > F
Altura del árbol					
Huerto	1	132.18	132.18	356.62	0.0001*
Tratamiento	2	0.66	0.33	0.90	0.4114 ^{NS}
Hue*Trat	2	2.94	1.47	3.97	0.0217
Volumen de copa					
Huerto	1	2403090.61	2403090.61	187.99	0.0001
Tratamiento	2	100086.93	50043.46	3.91	0.0227
Hue*Trat	2	90348.03	45174.01	3.53	0.0325
Área transversal del tronco					
Huerto	1	119933660.30	119933660.30	1090.24	0.0001
Tratamiento	2	449241.70	224620.80	2.04	0.1345
Hue*Trat	2	481286.90	240643.50	2.19	0.1169

* Significativo, ^{NS} No Significativo a $P < 0.5$.

Cuadro I-A-14. Análisis de varianza para la producción del 2010, previo a la aplicación de los fertilizantes, utilizando diseño factorial entre huertos (Las Palmas y Chacala) y tratamientos (dosis normal, alta y control), en el cv. Tommy Atkins.

Fuente	GL	SC	CM	F	Pr > F
Producción					
Huerto	1	114543.46	114543.46	225.67	0.0001*
Tratamiento	2	4817.42	2408.71	4.75	0.0105
Hue*Trat	2	1044.36	522.18	1.03	0.3608 ^{NS}
Calibre 12					
Huerto	1	52463.82	52463.82	29.16	0.0001
Tratamiento	2	32748.92	16374.46	9.10	0.0002
Hue*Trat	2	16904.37	8452.18	4.70	0.011
Calibre 10					
Huerto	1	2651.54	2651.54	4.99	0.0275
Tratamiento	2	6968.44	3484.22	6.56	0.0020
Hue*Trat	2	2055.49	1027.75	1.94	0.1492
Calibre 9					
Huerto	1	238.46	238.46	0.79	0.3772
Tratamiento	2	1230.42	615.21	2.03	0.1367
Hue*Trat	2	400.52	200.26	0.66	0.5186
Calibre 8					
Huerto	1	34.74	34.74	0.26	0.6153
Tratamiento	2	43.31	21.65	0.16	0.8531
Hue*Trat	2	589.22	294.61	2.17	0.1249
Calibre 7					
Huerto	1	486.44	486.44	5.25	0.0277
Tratamiento	2	296.10	148.05	1.60	0.2158
Hue*Trat	2	42.23	21.12	0.23	0.7972
EP-1					
Huerto	1	4.96	4.96	127.25	0.0001
Tratamiento	2	0.62	0.31	8.00	0.0006
Hue*Trat	2	0.04	0.02	0.50	0.6091
EP-2					
Huerto	1	6.28	6.28	1053.28	0.0001
Tratamiento	2	0.06	0.03	5.25	0.0067
Hue*Trat	2	0.05	0.03	4.53	0.0129

EP-1 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/volumen de copa), EP-2 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/área transversal del tronco).

* Significativo, ^{NS} No Significativo a $P < 0.5$.

Cuadro I-A-15. Análisis de varianza para el vigor de los árboles 2010, en el cv. Tommy Atkins, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (dosis normal, alta y control), en el huerto Las Palmas.

Fuente	GL	SC	CM	F	<i>P</i> > F
Altura del árbol					
Tratamiento	2	3.11	1.55	2.67	0.0782 ^{NS}
Volumen de copa					
Tratamiento	2	189686.35	94843.18	3.92	0.0255*
Área transversal del tronco					
Tratamiento	2	925910.40	462955.20	2.13	0.1276

* Significativo, ^{NS} No Significativo a $P < 0.5$.

Cuadro I-A-16. Análisis de varianza para el vigor de los árboles 2010, en el cv. Tommy Atkins, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (dosis normal, alta y control), en el huerto Chacala.

Fuente	GL	SC	CM	F	<i>P</i> > F
Altura del árbol					
Tratamiento	2	0.49	0.25	1.60	0.2110 ^{NS}
Volumen de copa					
Tratamiento	2	748.60	374.30	0.32	0.7243
Área transversal del tronco					
Tratamiento	2	4618.19	2309.10	1.85	0.1665

* Significativo, ^{NS} No Significativo a $P < 0.5$.

Cuadro I-A-17. Análisis de varianza para la producción del 2010, en el cv. Tommy Atkins, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (dosis normal, alta y control), en el huerto Las Palmas.

Fuente	GL	SC	CM	F	<i>P</i> > F
Producción					
Tratamiento	2	722.51	361.25	0.62	0.5400 ^{NS}
Calibre 12					
Tratamiento	2	34211.64	17105.82	5.88	0.0048*
Calibre 10					
Tratamiento	2	8295.92	4147.96	6.77	0.0024
Calibre 9					
Tratamiento	2	1330.76	665.38	1.45	0.2433
Calibre 8					
Tratamiento	2	286.47	143.24	0.88	0.4252
Calibre 7					
Tratamiento	2	293.37	146.68	1.13	0.3440
Calibre 6					
Tratamiento	2	4.90	4.90	0.07	0.7989
EP-1					
Tratamiento	2	0.43	0.22	7.02	0.0019
EP-2					
Tratamiento	2	0.002	0.001	1.05	0.3562

EP-1 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/volumen de copa), EP-2 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/área transversal del tronco).

* Significativo, ^{NS} No Significativo a $P < 0.5$.

Cuadro I-A-18. Análisis de varianza para la producción del 2010, en el cv. Tommy Atkins, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización (dosis normal, alta y control), en el huerto Chacala.

Fuente	GL	SC	CM	F	Pr > F
Producción					
Tratamiento	2	5139.27	2569.64	5.88	0.0048*
Calibre 12					
Tratamiento	2	15441.65	7720.82	10.87	0.0001
Calibre 10					
Tratamiento	2	728.01	364.01	0.80	0.4531 ^{NS}
Calibre 9					
Tratamiento	2	300.19	150.09	1.06	0.3551
Calibre 8					
Tratamiento	2	346.06	173.03	1.59	0.2236
Calibre 7					
Tratamiento	2	44.96	22.48	0.39	0.6827
Calibre 6					
Tratamiento	2	29.71	14.85	0.36	0.7019
EP-1					
Tratamiento	2	0.23	0.11	2.44	0.0969
EP-2					
Tratamiento	2	0.12	0.06	5.13	0.0090

EP-1 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/volumen de copa), EP-2 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/área transversal del tronco).

* Significativo, ^{NS} No Significativo a $P < 0.5$.

CAPITULO II.

Fertilización de sitio específico en los cvs. Ataulfo, Kent y Tommy Atkins en Nayarit

2.1. Resumen

El trabajo fue desarrollado de 2010-2011, el objetivo fue evaluar el efecto a corto plazo de la fertilización de sitio específico (FSE) sobre el vigor de los árboles, la producción y tamaño del fruto en los cultivares 'Ataulfo', 'Kent' y 'Tommy Atkins' en condiciones de temporal (sin riego) en Nayarit. La FSE define el tipo y cantidad de nutrimentos necesarios para cada huerto. Se usaron dos huertos comerciales de mango por cultivar, se exploró la fertilidad de los suelos predominantes en la Zona Norte, Centro y Sur de Nayarit. En cada huerto se seleccionaron 60 árboles y se evaluó la fertilización: Dosis Normal, consideró la demanda nutrimental del árbol para producir 25 t·ha⁻¹ ('Ataulfo') y 20 t·ha⁻¹ ('Kent' y 'Tommy Atkins'), lo invertido en su biomasa, la aportación de nutrimentos por el árbol y/o suelo, el diagnóstico nutrimental foliar, y la eficiencia de la fertilización; Dosis Alta (dosis normal + 50%); Control, sin fertilización. Se realizaron muestreos foliares (10 árboles por tratamiento y 30 hojas por árbol) en los tres cultivares, en el flujo de primavera (septiembre 2010 y 2011), en verano (febrero 2011) para 'Ataulfo' y 'Kent' y para 'Tommy Atkins' en otoño (mayo 2011). También, muestreos de suelo (abril 2011), en tres árboles por tratamiento. Se utilizó análisis de covarianza, con diseño completamente al azar con arreglo factorial de 2 x 3 (huertos x tratamientos) con 20 repeticiones (árboles) por tratamiento. En 'Ataulfo' el huerto Las Palmas influyó en vigor de los árboles, producción (63.5 kg·árbol⁻¹) y tamaño de fruto C22 (60.9 kg·árbol⁻¹). La fertilización dosis alta incrementó el vigor de los árboles y producción (57 kg·árbol⁻¹) y la dosis normal el tamaño de fruto C22 (52.1 kg·árbol⁻¹). En 'Kent' el huerto Las Palmas afectó el vigor de los árboles y el huerto Buenavista la producción (145 kg·árbol⁻¹) y tamaño de fruto C12 (140.8 kg·árbol⁻¹). La fertilización dosis alta aumentó la altura del árbol y área transversal del tronco, y la dosis normal el volumen de copa, producción (155.3 kg·árbol⁻¹) y tamaño de fruto C12 (150.7 kg·árbol⁻¹). En 'Tommy Atkins' el huerto Las Palmas influyó en vigor de los árboles y el huerto Chacala sólo en tamaño de fruto C12 (187.7 kg·árbol⁻¹). La fertilización dosis normal incrementó la altura del árbol y volumen de copa, y la dosis alta la producción (198 kg·árbol⁻¹) y tamaño de fruto C12 (188.4 kg·árbol⁻¹) y el control en área transversal del tronco y tamaño de fruto C9.

2.2. Introducción

La nutrición es un aspecto importante en cualquier cultivo. La aplicación de fertilizantes, se debe de realizar considerando las necesidades de la planta, las características físico-químicas del suelo, las condiciones de cultivo y el comportamiento fenológico del árbol. Esto indica que la fertilización debe ser generada para cada cultivar, considerando las características de cada zona y región productora. La Fertilización de Sitio Específico (FSE) consiste en definir el tipo y cantidad de nutrimentos necesarios para cada huerto. Su uso incrementa a corto plazo la producción y calidad del fruto, además de reducir la contaminación ambiental por la aplicación excesiva de nutrimentos (Salazar-García, 2002).

La FSE considera la aportación de nutrimentos por el suelo, la cantidad de nutrimentos removidos por el fruto, lo invertido por el árbol en su biomasa (raíces, tallo, etc.), el potencial de producción del huerto, así como la eficiencia de los fertilizantes y/o abonos y su forma de aplicación. Para mejorar la eficiencia de la fertilización, es necesario emplear los análisis de suelo y planta. Ambas herramientas deben ser consideradas para determinar las dosis y periodicidad de las aplicaciones. Las dosis evaluadas en otras áreas productoras son excelentes guías para definir los tratamientos a evaluar (Salazar-García, 2002).

Estudios realizados sobre FSE se han empleado en diversos cultivos. En maíz, en Argentina (Gregoret *et al.*, 2006) y en Colombia (Rodríguez *et al.*, 2008), en banano, en Colombia (Espinosa y Mite, 2002). En mango no se han encontrado investigaciones sobre el tema realizados en México. Algunos trabajos se han desarrollado en Costa Rica, por Ríos y Corella (1999) quienes señalaron que en plantaciones tecnificadas de 'Tommy Atkins' con sistema de irrigación, recomiendan aplicar por año y por árbol 1.5 kg de N, 0.7 kg de P_2O_5 , 2.0 kg de K_2O , 0.5 kg de MgO, 0.5 kg de CaO y 0.4 kg de S, para obtener una cosecha estimada de 15.0 t·ha⁻¹. En China, Xiuchong *et al.* (2001), evaluaron la respuesta del mango cv. Zihuan a la fertilización balanceada (N, P, K, Mg y S) y obtuvieron un rendimiento promedio 15.2 t·ha⁻¹, con la aplicación por año y por árbol de 400 g N, 125 g P_2O_5 , 320 g K_2O , 40 g Mg y 80 g S. Se puede apreciar que las variaciones en los nutrimentos y dosis aplicadas justifican la obtención de información en cada zona productora.

Estudios de FSE en aguacate 'Hass', en el Estado de Nayarit, México, demostraron que la fertilidad del suelo fue mejorada con la fertilización. La fertilización mineral incrementó de manera más consistente la producción y tamaño del fruto que el biofertilizante. La fertilización basada en N y K, sola o complementada con gallinaza no mejoró la producción y tamaño del fruto. Considerando la producción, tamaño del fruto y el análisis económico, la aplicación anual por árbol de 2.140 kg N, 0.742 kg P₂O₅, 2.520 kg K₂O, 810 g Zn y 94.30 g B, fue la mejor para incrementar la productividad del aguacate 'Hass' (Salazar-García *et al.*, 2009).

El rendimiento del mango es afectado por la contribución de varios factores. La eficacia de la producción de mango varía, lo cual puede ser parcialmente atribuido a las variaciones de los nutrimentos en el suelo y la hoja (Ray y Mukherjee, 1987 y Rao y Mukherjee 1989).

Desde el punto de vista del manejo nutrimental del mango, las razones principales de la baja producción y calidad del fruto en Nayarit son: huertos de más de 15-20 años con fertilización deficiente o nula, escasez de suelo óptimo para dicho cultivo en los cuales se emplean fertilizantes y/o abonos con dosis desbalanceadas o inapropiadas de nutrimentos. La FSE permite optimizar los nutrimentos y maximizar la producción, tamaño y calidad del fruto la cual considera el estado nutrimental del suelo y del árbol, así como una meta de rendimiento (Salazar-García, 2002). El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto a corto plazo de la fertilización de sitio específico sobre el vigor de los árboles, la producción y tamaño del fruto en los cvs. Ataulfo, Kent y Tommy Atkins en condiciones de temporal (sin riego) en Nayarit.

2.3. Materiales y Métodos

2.3.1. Características de los huertos y árboles experimentales

La presente investigación se llevó a cabo de 2010 a 2011, en los mismos municipios, huertos comerciales y cultivares, descritos en el Capítulo 1.

2.3.2. Muestreo de suelo

Se realizó en abril 2011, seleccionando en cada huerto tres árboles al azar por tratamiento. En cada árbol se realizaron cuatro excavaciones (submuestras) ubicadas en la zona de goteo y a 0-

30 cm de profundidad. De las cuatro submuestras, se obtuvo una muestra compuesta de 1 kg de suelo. Las descripciones de las determinaciones de las características físico-químicas fueron detalladas en la sección del muestreo de suelo del Capítulo 1.

2.3.3. Tratamientos de fertilización

El cálculo de las dosis de fertilización fue realizada de manera independiente para cada huerto. Durante el 2010 y 2011 fueron evaluados tres niveles de fertilización: 1) Dosis Normal, consideró la demanda nutrimental del árbol para obtener una meta de rendimiento ($25 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ para 'Ataulfo' y $20 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ para 'Kent' y 'Tommy Atkins'), la cantidad de nutrimentos que fueron removidos por el fruto, la remoción total de los nutrimentos, la densidad de plantación, lo invertido por el árbol en su biomasa (raíces, tronco, etc.), la eficiencia de la fertilización, la proporción de nutrimentos que son reciclados por el árbol y/o al suelo, el diagnóstico nutrimental foliar, y la concentración del producto comercial; 2) Dosis Alta, dosis normal + 50%; 3) Control, sin fertilización (Cuadros II-18, II-27 y II-35). En cada huerto, cada uno de los tratamientos se aplicó a 20 árboles (repeticiones). Dependiendo del tipo de nutrimentos y la cantidad, se fraccionaron en dos partes y fueron aplicadas en julio y septiembre. Las dosis de los fertilizantes fueron aplicados manualmente en banda de 50 cm de ancho y 15-20 cm de profundidad. La distribución se realizó alrededor del árbol, inicialmente a 1.5 m del tronco. Posteriormente, cada año dicha banda fue alejada del tronco. El programa de fertilización fue modificado cada año de acuerdo a la respuesta de los árboles a la fertilización.

2.3.4. Cal y yeso

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de suelo de cada huerto, se determinó la necesidad de aplicar cal y/o yeso. Para modificar el pH del suelo actual (acercarlo a la neutralidad) los criterios empleados para establecer la cantidad apropiada de hidróxido de calcio (cal) fueron: los descritos en la sección anterior, adicionalmente se consideró el grado acidez del suelo ($\text{pH} \leq 5.5$), el punto de saturación de calcio, la capacidad de intercambio catiónico, densidad aparente, la profundidad del muestreo de suelo, el área de goteo del árbol y aluminio intercambiable. Para el yeso se consideró lo mismo que el hidróxido de calcio, la única diferencia fue el grado de acidez del suelo ($\text{pH} \geq 5.5$), esto con la finalidad de disminuir el Na y el aluminio intercambiable, suministrar Ca y S, aumentar el crecimiento de raíces y

mejorar la estructura del suelo. La aplicación se efectuó en la zona de goteo, a los árboles que se les asignaron los tratamientos de fertilización (dosis normal y alta), en mayo 2010 y junio 2011 (Cuadros II-18, II-27 y II-35), antes de la aplicación de los tratamientos de fertilización.

2.3.5. Muestreo foliar

En cada cultivar y huerto fueron efectuados muestreos foliares posteriores a la fertilización (2010 y 2011). Por cada tratamiento de fertilización, se tomaron diez árboles escogidos al azar. En cada uno de ellos se colectaron 30 hojas maduras, sanas y completas (lámina + pecíolo) de la posición seis y siete basipétala de brotes terminales sin fructificar. Estas fueron colectadas en 2010, en el cv. Ataulfo (29 de septiembre al 1 de octubre), Kent (24 al 29 de septiembre) y Tommy Atkins (29 de septiembre), en hojas provenientes del flujo de primavera. En el 2011, fue del 9 de febrero para 'Ataulfo' y para 'Kent' del 9 al 10 de febrero, en hojas del flujo de verano. En 'Tommy Atkins' se llevó a cabo del 13 al 23 de mayo, en hojas del flujo de otoño. Finalmente, el último muestreo se hizo del 30 al 31 de agosto para 'Ataulfo' y 'Tommy Atkins' y para 'Kent' del 29 al 31 de agosto, en hojas que provenían del flujo de primavera. De acuerdo a los cultivares las hojas tenían de 8 a 9 ('Ataulfo' y 'Kent') y de 6 a 8 ('Tommy Atkins') meses de edad aproximadamente (Salazar-García *et al.*, 2011). El lavado de las hojas se hizo utilizando agua corriente y destilada. Posteriormente, fueron secadas en un horno con aire forzado (Imperial V, Lab-Line) a 70 °C durante 48 h. Las hojas secas fueron molidas en un molino de acero inoxidable (MF 10.1, IKA) y tamizadas en malla No. 40. Los análisis fueron realizados en un laboratorio acreditado por la Soil Science Society of America (SSSA) en donde se determinó el contenido de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn, Zn y B.

2.3.6. Aspectos evaluados

2.3.6.1. Vigor de los árboles, producción y tamaño de fruto

Se midió la altura del árbol del suelo a la parte más alta del árbol; diámetro de copa de la parte media del árbol en dirección N-S, así como el diámetro del tronco en dos sentidos (N-S y E-O) a 20 cm arriba de la unión con el injerto.

Se registró por huerto y por árbol la producción total de fruto en la cosecha 2011. Para 'Ataulfo' fue del 31 de mayo al 4 de junio, en 'Kent' del 4 al 28 de junio y en 'Tommy Atkins' del 31 de mayo al 15 de junio. Así mismo, fue determinado el tamaño del fruto de acuerdo a lo establecido por las empacadoras para cada cultivar y calibre (EMEX, 2008) (Cuadro II-19).

2.3.7. Análisis de la información

Los resultados de análisis foliar para cada localidad fueron depurados en el programa MINITAB (Minitab Inc., 2006) por el procedimiento Boxplot. Para el diagnóstico nutrimental foliar, se empleó el enfoque de Índices de Balance (IB) (Kenworthy, 1973). De cada uno de los 11 nutrientes se obtuvieron los estándares nutrimentales por cultivar y flujo vegetativo y su coeficiente de variación. Posteriormente, los resultados fueron graficados en el programa de cómputo (sistemas para el diagnóstico nutrimental foliar de los mangos 'Ataulfo', 'Kent' y 'Tommy Atkins' en Nayarit, México) (Salazar-García *et al.*, 2011).

Para las variables evaluadas (vigor, producción y tamaño de fruto), se realizaron dos tipos de análisis de varianza: en primero se analizó el efecto de la fertilidad del suelo (huerto) sobre la respuesta a la fertilización en cada huerto. En el segundo se determinó el efecto de las dosis de fertilización (tratamientos) sobre las variables evaluadas. Se empleó el análisis de covarianza, con un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 3 (huertos x tratamientos). Fueron consideradas 20 repeticiones (árboles) por cada tratamiento. El área transversal del tronco (evaluada en 2010), fue utilizada como covariable. La comparación de medias se realizó con el rango múltiple de Duncan ($P = 0.05$). Se empleó el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 2002).

2.4. Resultados

2.4.1. Cultivar Ataulfo

2.4.1.1. Características físico-químicas del suelo

La fertilidad del suelo (2011) un año después de inició de la FSE de ambos huertos (Las Palmas y El Divisadero) fue diferente. Las Palmas y El Divisadero mostraron pH de 5.58 a 5.85 y 3.88 a 4.56 (moderadamente ácido y fuertemente ácido, respectivamente), para los tres

niveles de fertilización. El contenido de materia orgánica fluctuó de "muy alto" a "mediano". El contenido de Ca y Mg fue similar (medio) en los niveles de fertilización dosis normal y alta. El Mn se encontró en niveles "muy altos" en los tres niveles de fertilización. En el huerto de Las Palmas y El Divisadero el N y S se encontraron en niveles de "alto a muy alto"; el K, Ca, Mg, Na y Fe se mantuvieron de "bajo a muy bajos" y el Al fue similar (mediano) en los tres niveles de fertilización (Cuadro II-20).

2.4.1.2. Diagnóstico nutrimental foliar

En los huertos de Las Palmas y El Divisadero, el diagnóstico nutrimental foliar después de FSE mostró diferencias en los Índices de balance entre nutrientes para los dos años de muestreo. Para el 2010 los nutrientes que se encontraron en exceso fueron el P, K y Mg y para el 2011 el Ca y S, para los tres niveles de fertilización. Dentro de la normalidad para el 2010 se encontraron Ca, Cu y Mn; para el 2011 el N, K y Zn. El único nutriente que se encontró en niveles deficientes fue el S para el 2010 (Figura II-5).

2.4.1.3. Vigor del árbol, producción y tamaño de fruto

El vigor de los árboles fue diferente entre huertos. En todos los parámetros de vigor evaluados, el huerto de Las Palmas mostró los mayores promedios (Cuadro II-21).

Respecto a la producción total de fruto, el huerto de Las Palmas obtuvo la mayor producción ($63.5 \text{ kg-árbol}^{-1}$), comparado con el huerto de El Divisadero ($39.1 \text{ kg-árbol}^{-1}$) (Cuadro II-21).

El tamaño de fruto también fue afectado por el huerto. En Las Palmas hubo mayor producción de fruto C22 ($60.9 \text{ kg-árbol}^{-1}$) que en el huerto de El Divisadero ($32.0 \text{ kg-árbol}^{-1}$) (Cuadro II-21).

En cuanto a los tratamientos de fertilización se encontraron diferencias en altura del árbol y volumen de copa entre los huertos de Las Palmas y El Divisadero. La altura del árbol fue similar en los tratamientos de fertilización mineral dosis normal y alta, pero superior al control. En el volumen de copa el tratamiento con la dosis alta obtuvo los mayores promedios, comparado con los tratamientos dosis normal y control (Cuadro II-22).

Los tratamientos de fertilización afectaron la producción total de fruto entre los huertos de Las Palmas y El Divisadero. Los tratamientos dosis normal y alta mostraron la mayor producción total (55.9 y 57.0 kg-árbol⁻¹, respectivamente) respecto al control (41.3 kg-árbol⁻¹) (Cuadro II-22).

En cuanto al tamaño del fruto, solamente el C22, fue afectado por los tratamientos de fertilización. Los tratamientos dosis normal y alta causaron la mayor producción de fruto C22 (52.1 y 51.1 kg-árbol⁻¹, respectivamente) en comparación con el control (37.2 kg-árbol⁻¹) (Cuadro II-22).

2.4.1.4. Eficiencia de producción

Para la eficiencia de producción existieron diferencias significativas entre los huertos. La eficiencia de producción (EP-1 y EP-2) en el huerto de Las Palmas fue superior (0.16 kg·m³ y 0.08 kg·cm², respectivamente), respecto al huerto de El Divisadero (Cuadro II-23).

Respecto al efecto de los tratamientos de fertilización, la dosis normal, tuvo mayor EP-1 (0.16 kg·m³), comparado con el control (0.12 kg·m³), pero similar al tratamiento dosis alta. Por su parte, la EP-2 fue mayor en la dosis normal y alta (0.08 kg·cm²), en comparación al control (0.06 kg·cm²) (Cuadro II-24).

2.4.1.5. Correlación lineal entre los nutrientes de la hoja

Fueron registradas fuertes asociaciones ($P = 0.05$) entre algunos macro y micronutrientes de la hoja. Esta situación se dio entre el N y P; N y Mg; P y K; P y Zn y entre Ca y Zn. Existió además correlación negativa entre Ca y Mn y entre Mn y Zn (Cuadro II-25).

2.4.1.6. Correlación lineal entre los nutrientes de la hoja y del suelo

Las correlaciones entre los nutrientes analizados fueron positivas. Los contenidos de P y Ca foliar (H) fueron los más fuertemente asociados con los nutrientes del suelo (S). La correlación entre el CaH y el MgS, FeS, CuS y MnS fue de $r = 0.92, 0.82, 0.84$ y 0.82 , respectivamente (Cuadro II-26).

2.4.2. Cultivar Kent

2.4.2.1. Características físico-químicas del suelo

Las características físicas y químicas del suelo (2011) un año después del inicio de la FSE fueron diferentes entre huertos (Las Palmas y Buenavista). En ambos huertos, el pH resultó de 5.29 y 5.99 (moderadamente ácido), solamente el huerto de Buenavista en la dosis alta presentó pH 6.02 (neutro). El contenido de materia orgánica fluctuó de "muy bajo" (0.77%) a "alto" (4.12%). La concentración de la mayoría de los nutrientes en el huerto de Las Palmas varió de "mediano" (Ca, Mg y Al) a "muy alto" (N, K, Fe, Zn, Mn, S). En el huerto de Buenavista, el contenido de N, Na, Fe, Mn y S se registraron en niveles arriba de lo normal, situación contraria ocurrió con Ca, Mg, Cu, B y Al que se manifestaron en niveles abajo de lo normal. Dentro de la normalidad se encontró en la dosis normal a K, en la dosis alta a P, K y Zn; y en el control a P y Cu (Cuadro II-28).

2.4.2.2. Diagnóstico nutrimental foliar

El diagnóstico nutrimental foliar después de la FSE en los huertos de Las Palmas y Buenavista mostró diferencias en los índices de balance entre los nutrientes en los dos años de estudio. En el 2010 se mostraron niveles en exceso de P, K, Ca Mn y Zn, mientras que para el 2011, en P, S y Mn en los tres niveles de fertilización. En el caso del S y Fe para el 2010 mantuvieron niveles abajo de lo normal en los tres tratamientos. En 2010 se observaron dentro de la normalidad a N y Mg, en 2011 a K, Ca y Zn (Figura II-6).

2.4.2.3. Vigor del árbol, producción y tamaño de fruto

El vigor de los árboles fue diferente entre huertos. En todos los parámetros de vigor evaluados el huerto de Las Palmas mostró los mayores promedios (Cuadro II-29).

Respecto a la producción total de fruto, el huerto de Buenavista obtuvo la mayor producción (145.0 kg·árbol⁻¹), comparado con el huerto de Las Palmas (128.0 kg·árbol⁻¹) (Cuadro II-29).

El tamaño de fruto también fue afectado por el huerto. En Buenavista hubo mayor producción de fruto C12 (140.8 kg·árbol⁻¹) que en el huerto de Las Palmas (128.9 kg·árbol⁻¹) (Cuadro II-29).

En cuanto a los tratamientos de fertilización se encontraron diferencias en volumen de copa entre los huertos de Las Palmas y Buenavista. El volumen de copa fue similar en los tratamientos de fertilización dosis normal y alta, pero superior al control. La altura del árbol y el área transversal del troco fue similar en los tres tratamientos (Cuadro II-30).

Los tratamientos de fertilización afectaron la producción total de fruto entre los huertos de Las Palmas y Buenavista. El tratamiento de fertilización dosis normal presentó la mayor producción total ($155.3 \text{ kg}\cdot\text{árbol}^{-1}$) respecto al control ($114.4 \text{ kg}\cdot\text{árbol}^{-1}$) (Cuadro II-30).

En cuanto al tamaño de fruto, solamente el C12 fue afectado por los tratamientos de fertilización. El tratamiento de fertilización dosis normal causó la mayor producción de fruto C12 ($150.7 \text{ kg}\cdot\text{árbol}^{-1}$) en comparación con el control ($115.1 \text{ kg}\cdot\text{árbol}^{-1}$) (Cuadro II-30).

2.4.1.4. Eficiencia de producción

Para la eficiencia de producción existieron diferencias significativas entre los huertos. La eficiencia de producción (EP-1 y EP-2) en el huerto de Buenavista fue superior ($0.61 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ y $0.25 \text{ kg}\cdot\text{cm}^2$, respectivamente), respecto al huerto de Las Palmas (Cuadro II-31).

Respecto al efecto de los tratamientos de fertilización, la dosis normal, tuvo mayor EP-1 ($0.51 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$), comparado con el control ($0.44 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$), pero similar al tratamiento dosis alta. Por su parte, la EP-2, fue mayor en la dosis normal ($0.22 \text{ kg}\cdot\text{cm}^2$), en comparación al control ($0.17 \text{ kg}\cdot\text{cm}^2$) (Cuadro II-32).

2.4.2.5. Correlación lineal entre los nutrimentos de la hoja

Existieron fuertes asociaciones ($P = 0.05$) entre algunos macros y micronutrimentos de la hoja. La asociación negativa se dio entre el K y Ca, K y Mg y entre Mg y Mn. La única correlación positiva fue entre el Ca y Mg (Cuadro II-33).

2.4.2.6. Correlación lineal entre los nutrimentos de la hoja y del suelo

Los contenidos de K y Mg foliar (H) fueron los mas fuertemente asociados con los nutrimentos del suelo (H). En el caso del KH su asociación entre el CaS ($r = -0.58$), MgS ($r =$

- 0.67) y MnS ($r = - 0.49$) fue negativa. Sin embargo, la asociación positiva más fuerte fue entre el MgH y el MnS ($r = 0.77$) (Cuadro II-34).

2.4.3. Cultivar Tommy Atkins

2.4.3.1. Características físico-químicas del suelo

Las características físicas y químicas del suelo (2011) un año después del inicio de la FSE fueron diferentes entre huertos. En ambos huertos el pH del suelo para la dosis normal y alta fue clasificado (5.16 a 4.79) de “moderadamente ácido” a “fuertemente ácido” (Cuadro II-36); sin embargo, para el control fue “Neutro”. El contenido de materia orgánica resultó de “alto” a “muy alto”. En el huerto de Las Palmas, la mayoría de los nutrientes se encontraron en niveles de “altos” a “muy altos” en todos los casos. El Na fue clasificado de bajo a muy bajo para los tres tratamientos. En el huerto Chacala, la mayoría de los nutrientes se observaron en niveles “altos” a “muy altos”; en medianos se encontró a Ca, Mg y Al en la dosis normal y alta. Por su parte, el Na fue catalogado como “bajo”.

2.4.3.2. Diagnóstico nutrimental foliar

En los huertos de Las Palmas y Chacala el diagnóstico nutrimental foliar después de la FSE mostró diferencias en el índice de balance entre los nutrientes para los dos años de muestreo. En el 2010 y 2011 los nutrientes que cayeron dentro de la normalidad fueron el Zn y Cu, arriba de lo normal se encontraron el N, Mg y Mn y N, P, Mg y Zn, para los tres tratamientos. Mientras que la mayoría de micronutrientes se observaron debajo de lo normal (Figura II-7).

2.4.3.3. Vigor del árbol, producción y tamaño de fruto

El vigor de los árboles fue diferente entre huertos. En todos los casos de vigor evaluados el huerto de Las Palmas registró los mayores promedios (Cuadro II-37).

Respecto a la producción total de fruto, no se encontraron diferencias entre huertos. El tamaño de fruto también fue afectado por el huerto. En Chacala se observó mayor producción de fruto ($187.7 \text{ kg-árbol}^{-1}$) que el huerto de Las Palmas ($167.6 \text{ kg-árbol}^{-1}$) (Cuadro II-37).

En cuanto a los tratamientos de fertilización se encontraron diferencias en el vigor de los árboles entre los huertos de Las Palmas y Chacala. En altura del árbol el tratamiento de fertilización dosis normal fue superior al control, pero igual a la dosis alta. En el volumen de copa el tratamiento con la dosis normal mostró los mayores promedios, comparados el control. Sin embargo, el área transversal del tronco, el tratamiento control resultó superior a la dosis alta, pero similar a la dosis normal (Cuadro II-38).

Los tratamientos de fertilización afectaron la producción total de fruto entre los huertos de Las Palmas y Chacala. Los tratamientos dosis normal y alta mostraron la mayor producción total (194.6 y 198.0 kg-árbol⁻¹, respectivamente) respecto al control (173.6 kg-árbol⁻¹) (Cuadro II-38).

En cuanto al tamaño de fruto, los C12 y C9, fueron afectados por los tratamientos de fertilización. Los tratamientos dosis normal y alta arrojaron la mayor producción de fruto C12 (181.3 y 188.4 kg-árbol⁻¹, respectivamente) en comparación al control (163.5 kg-árbol⁻¹). El tratamiento control causó la mayor producción de fruto C9 (14.6 kg-árbol⁻¹) respecto a la dosis normal y alta (8.0 y 8.3 kg-árbol⁻¹, respectivamente) (Cuadro II-38).

2.4.3.4. Eficiencia de producción

En la eficiencia de producción se mostraron diferencias entre los huertos. La eficiencia de producción (EP-1 y EP-2) en el huerto de Chacala fue superior (1.00 kg·m³ y 0.47 kg·cm², respectivamente), en comparación al huerto de Las Palmas (Cuadro II-39).

Respecto al efecto de los tratamientos de fertilización, la dosis normal (0.28 kg·cm²) y alta (0.30 kg·cm²) tuvieron mayor EP-2, comparado con el control (0.24 kg·cm²) (Cuadro II-40).

2.4.3.5. Correlación lineal entre los nutrimentos de la hoja

Se registraron fuertes asociaciones ($P = 0.05$) entre algunos macros y micronutrimentos de la hoja. Estas fuertes asociaciones positivas sucedieron entre el N y Cu, Mn y B; entre Mg y Fe, Cu, Mn y B; entre S y Fe y Cu; entre Fe y Cu; entre Cu y B, y entre Mn y B. También

existieron correlación altamente negativas entre Ca y N y K; Zn y N, Mg y Mn; y entre B y Zn (Cuadro II-41).

2.4.3.6. Correlación lineal entre los nutrimentos de la hoja y del suelo

Las correlaciones entre los nutrimentos analizados fueron en su mayoría negativas. Los contenidos de N, Ca, Mg y S foliar (H) fueron los más fuertemente asociados con los nutrimentos del suelo (S). Las altas asociaciones negativas se dieron entre el NH y el MgS ($r = -0.76$) y FeS ($r = -0.65$); MgH y FeS ($r = -0.59$) y entre el SH y FeS, CuS y MnS ($r = -0.64$, -0.59 y -0.69 , respectivamente) (Cuadro II-42).

2.4.4. Correlación lineal general entre los nutrimentos de la hoja para los cvs. Ataulfo, Kent y Tommy Atkins

El análisis de correlación lineal entre los nutrimentos de la hoja para los cvs. Ataulfo, Kent y Tommy Atkins, con datos de los seis huertos, se observó alta correlación positiva ($P = 0.05$) entre el contenido foliar de N vs P, Mg, Cu y Zn; K vs Fe y Zn; Mg vs Cu; S vs Fe; Fe vs Mn y Mn vs B. También se encontró fuerte correlación negativa de P vs K y Zn; entre Zn y B (Cuadro II-43).

2.4.5 Correlación lineal general entre los nutrimentos del suelo y de la hoja para los cvs. Ataulfo, Kent y Tommy Atkins

La correlación entre las propiedades fisico-químicas del suelo (S) y los nutrimentos de la hoja (H) en los cvs. Ataulfo, Kent y Tommy Atkins, con datos de los seis huertos, se observó alta correlación positiva entre KH vs FeS y CuS. También en CaHvs MgS, FeS y MnS; y entre SH vs CuS. Las correlaciones altamente negativas fueron para NH vs FeS y CuS y para PH vs FeS (Cuadro II-44).

2.5. Discusión

La fertilización de sitio específico en los suelos de los huertos experimentales mostró diferencias en los niveles de la mayoría de las determinaciones nutrimentales. El pH, mostró variaciones en 'Ataulfo' de 3.9 a 5.8, en 'Kent' de 5.3 a 6.0 y en 'Tommy Atkins' de 4.8 a 6.2.

Los huertos de los cvs. Kent, Tommy Atkins y sólo el huerto de Las Palmas del cv. Ataulfo, fueron ubicados dentro de los límites apropiados para el cultivo de mango (Castellanos, 2000 y Galán-Sauco 1999). La constante aplicación de fertilizantes al suelo aumentó en general los niveles de la mayoría de los nutrientes, estos resultados fueron similares a los encontrados por (Reddy *et al.*, 2003). Al aumentar la concentración de los nutrientes en el suelo en los tres cultivares, también aumentaron los niveles de las concentraciones foliares.

En el diagnóstico nutricional foliar no se encontraron amplias diferencias entre cultivares para la mayoría de los nutrientes. El uso del enfoque de índices de Balance involucra la variación de cada nutriente, es por eso que el diagnóstico nutricional fue similar en los cultivares estudiados en este trabajo. Esto coincide con Kenworthy (1973), menciona que es difícil encontrar diferencias entre cultivares en sus requerimientos básicos nutricionales. Chapman (1961), describe que hay diferencias regionales en la composición nutricional foliar, esto refleja una variación en los programas de fertilización, más que diferencias regionales en los requerimientos fisiológicos de los cultivos.

El diagnóstico nutricional foliar muestra concentraciones "arriba de lo normal" al Mg en 'Ataulfo' y 'Tommy Atkins', es muy probable que sea una respuesta al sinergismo causado por las adiciones de N y a su antagonismo con el K y Ca (Smith, 1962). En el caso del S (2011), se encontraron niveles "arriba de lo normal" en los tres cultivares. Esta situación se pudo presentar por las aplicaciones foliares para el control de plagas y enfermedades en los huertos.

Los valores más altos en 'Ataulfo' para el vigor de los árboles, producción y tamaño de fruto fueron obtenidos en el huerto de Las Palmas. En 'Kent' en vigor de los árboles fue el huerto de Las Palmas y en producción y tamaño de fruto el huerto Buenavista. Por su parte el cultivar Tommy Atkins, el huerto Las Palmas resultó con los valores más altos en vigor de los árboles y producción y en tamaño de fruto el huerto de Chacala.

En 'Ataulfo' y 'Kent' el tratamiento control mostró los valores más bajos en vigor de los árboles, producción y tamaño de fruto. En 'Tommy Atkins' en altura del árbol, volumen de

copa, producción y tamaño de fruto, y sólo en área transversal del tronco el tratamiento dosis alta. La baja producción en el cultivar 'Ataulfo', posiblemente fue debido a problemas de enfermedades como cenicilla (*Oidium mangiferae* Berthet). El rendimiento máximo para 'Kent' se obtuvo con el tratamiento dosis normal. Considerando la aplicación de fertilizantes dosis normal 2010 (Cuadro II-10), en un huerto con 100 árboles por hectárea resulta un rendimiento promedio de 15.5 t·ha⁻¹. En 'Tommy Atkins' los máximos rendimientos fueron obtenidos con los tratamientos de fertilización dosis alta 2010 (Cuadro II-18), en un huerto con 100 árboles por hectárea resulta un rendimiento promedio de 19.8 t·ha⁻¹. La SAGARPA-SIAP (2010), reporta en los últimos cinco años un promedio de 17.3 y 17.5 t·ha⁻¹ para 'Kent' y 'Tommy Atkins', en el estado de Colima.

Se han realizado trabajos con relación a la fertilización de sitio específico en diferentes cultivos. En maíz, en Argentina (Gregoret *et al.*, 2006) y en Colombia (Rodríguez *et al.*, 2008); en banano, en Colombia (Espinosa y Mite, 2002); en aguacate 'Hass', En Nayarit, por Salazar-García *et al.* (2009) aplicaron por árbol y año 2.140 kg N, 0.742 kg P₂O₅, 2.520 kg K₂O, 810 g Zn y 94.3 g B, consiguieron un rendimiento promedio de 28.2 t·ha⁻¹. En mango en China, por Xiuchong *et al.* (2001) obtuvieron un rendimiento promedio 15.2 t·ha⁻¹, con la aplicación 400 g N, 125 g P₂O₅, 320 g K₂O, 40 g Mg y 80 g S. Un trabajo similar a este sobre fertilización de sitio específico en mango 'Tommy Atkins' en Costa Rica, por Ríos y Corella (1999) recomiendan aplicar por año y por árbol 1.5 kg N, 0.7 kg P₂O₅, 2.0 kg K₂O, 0.5 kg MgO, 0.5 kg CaO y 0.4 kg S para obtener un rendimiento promedio 15.0 t·ha⁻¹.

En 'Ataulfo', el contenido de Ca foliar fue asociado fuertemente con el Mg del suelo. Tisdale *et al.* (1993) encontraron que una alta concentración de calcio puede provocar deficiencia de magnesio. Los principales antagonismos para el Mn en el suelo son: altas concentraciones de N, Cu, Fe y Zn y el K favorece la asimilación de este. Altos niveles de Cu en el suelo pueden provocar problemas de asimilación del Fe y Zn, la deficiencia de Cu trae problemas de niveles altos de N, P, Mn o Zn (Castellanos, 2000). En 'Kent', el K foliar tuvo alta correlación con el Mg del suelo, los problemas que afectan el suministro de Mg es la aplicación de K. En cuanto a la relación Ca/Mg y K/Mg, Tisdale *et al.* (1993), indican que altos niveles de Ca, provocan deficiencia de K, e interfieren en la absorción de Mg. Por su parte, en 'Tommy Atkins', se

observaron correlaciones altas negativas de N foliar entre Mg y Fe. Los principales problemas que afectan la disponibilidad de Fe, son tales como Cu, Mg, Zn y P. Aun cuando el contenido de Fe no sea limitado en el suelo o los niveles de la hoja estén dentro del rango de suficiencia e incluso muy superior a él, Uvalle (1996) lo ha denominado como deficiencia fisiológica.

2.6. Conclusiones

En 'Ataulfo' el huerto Las Palmas influyó en vigor de los árboles, producción y tamaño de fruto C22. El tratamiento de fertilización dosis alta incrementó de manera más consistente el vigor de los árboles y producción y la dosis normal el tamaño de fruto C22.

En 'Kent' el huerto Las Palmas afectó el vigor de los árboles y el huerto Buenavista la producción y tamaño de fruto C12. El tratamiento de fertilización dosis alta aumentó la altura del árbol y área transversal del tronco, y la dosis normal en volumen de copa, producción y tamaño de fruto C12.

En 'Tommy Atkins' el huerto Las Palmas influyó en vigor de los árboles y el huerto Chacala sólo en tamaño de fruto C12. La fertilización dosis normal incrementó la altura del árbol y volumen de copa, y la dosis alta la producción y tamaño de fruto C12 y el control en área transversal del tronco y tamaño de fruto C9.

2.7. Literatura Citada

- Castellanos, J. Z., J. X. Uvalle-Bueno, y A. Aguilar-Santelises. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelo y agua. Segunda Edición. Instituto de Capacitación para la Productividad Agrícola. INCAPA. Estado de México, México. 226 p.
- Chapman, H.D. 1961. The status of present criteria for the diagnosis of nutrient conditions in citrus. *Plant anal. Fert. Probl. Amer. Inst. Biol. Sci.* Washington, D.C. 8:75-106.
- EMEX, A.C. 2008. Exportación de mango, temporada 2008. www.mangoemex.org.
- Espinosa, J. y F. Mite. 2002. Estado actual y futuro de la nutrición y fertilización del banano. Memoria XV Reunión. Cartagena de Indias, Colombia.

- Galán-Sauco, V. 1999. El cultivo del mango. (Eds.) Mundi-Prensa. Madrid, España. 191-194 pp.
- Gregoret, M. C., J. Dardanelli, R. Bongiovanni, y M. Díaz-Zorita. 2006. Modelo de respuesta sitio-específico del maíz al nitrógeno y agua edáfica en un haplustol. *Cienc. suelo*. Vol. 24(2):147-159.
- Kenworthy, A.L. 1973. Leaf analysis as an aid in fertilizing orchards. In: Walsh, L.M. and J.D. Beaton (eds.). *Soil testing and plant analysis*. Soil Sci. Soc. Amer. Madison, WI. pp.381-392.
- Minitab Inc. 2006. Minitab for Windows, Release 14.0-U.S.A.
- Ray, D.P. and S.K. Mukherjee. 1987. Nutrient status in leaf and soil of some cultivars of mango in relation to yield. *India J. Hort.* 44:1-8.
- Ray, D.P. and S.K. Mukherjee. 1988. Nutritional status in leaf and soil of some cultivars of mango in relation to yield. *Acta Hort.* 23:286-95.
- Reddy, Y.T.N., R.M. Kurian, N.T. Sujatha, and M. Srinivas. 2003. Leaf and soil nutrient status in relation to yield of mango. *Indian J. Hort.* Vol. 60(2):121-126.
- Ríos R. y F. Corella. 1999. Manejo de la nutrición y fertilización del mango en Costa Rica. XI Congreso Nacional Agronómico/III Congreso Nacional de Suelos. 277-290 pp.
- Rodríguez, J., A.M. González, F. Rodrigo-Leiva, y L. Guerrero. 2008. Fertilización por Sitio específico en un cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la Sabana de Bogotá. *Agron. Colombiana*. Vol. 26(2):308-321
- SAGARPA-SIAP. 2010. Sistema producto mango: Resultados para mango 2010: http://www.oeidrus-portal.gob.mx/aagricola_siap/icultivo/index.jsp. Consultada el 20 de Octubre de 2011.
- Salazar-García, S. 2002. Nutrición de aguacate, principios y aplicaciones. Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en asociación con el Instituto de la Potasa y el Fósforo (INPOFOS). Querétaro, México. 1ra. Impresión. 165 p.
- Salazar-García, S., L.E. Cossio-Vargas, e I.J.L. González-Durán. 2009. Fertilización de sitio específico mejoró la productividad del aguacate 'Hass' en huertos sin riego. *Agricultura Técnica en México*. Vol. 35(4):439-448.

- Salazar-García, S., I.J.L. González-Durán, A. Alvarez-Bravo, y J. González-Valdivia. 2011. Programa de computo (sistema para el diagnóstico nutrimental foliar de los mangos 'Ataulfo', 'Kent' y 'Tommy Atkins' en Nayarit, México. <http://www.cesix.inifap.gob.mx/frutalestropicales/nutricionmangonayarit-consideraciones.php> Consulta el 28 de Octubre de 2011.
- SAS Inc. 2002. SAS/STAT User's Guide, Version 9, Fourth Ed. Vol. 1 and 2. SAS Institute Int., Cary, N.C. USA.
- SIGMAPLOT, 2006. Sigma Plot, Systat Software, Version 10, Inc, SigmaPlot for Windows.
- Smith, R.F. 1962. Mineral analysis of plant tissues. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 13:81-108.
- Tisdale, L.A., N.L. Nelson, J.D. Beaton, and J.H. Havlin. 1993. *Soil fertility and fertilizers*. 5th Ed. McMillan Publish., New York, USA.
- Uvalle, J.X. 1996. El diagnóstico diferencial integral. *Memorias del Congreso Anual de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo*. Cd. Victoria, Tamps. México.
- Xiuchong, B.Z., L. Guojian, Y. Jianwu, A. Shaoying, and Y. Lixian. 2001. Balanced fertilization on mango in Southern China. *Better Crops International*. Vol. 15(2):16-20.

Cuadro II-18. Tratamientos de fertilización (g-árbol^{-1}) aplicados al suelo en 2010 y 2011, en huertos de mango cv. Ataulfo en Las Palmas, Mpio. de San Blas y El Divisadero, Mpio. de Compostela.

Fuentes de fertilizantes	2010				2011				Fecha de aplicación
	Las Palmas		El Divisadero		Las Palmas		El Divisadero		
	Dosis normal	Dosis alta	Dosis normal	Dosis alta	Dosis normal	Dosis alta	Dosis normal	Dosis alta	
Fosfonitrato	-	-	-	-	1158	1737	702	1053	Julio y Sep.
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	1063	1595	1068	1602	-	-	-	-	Julio y Sep.
SFCT	463	695	954	1430	917	1375	329	494	Julio
KCl	279	419	464	695	648	972	1142	1713	Julio y Sep.
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	-	-	2668	2670	-	-	6578	9867	Junio
CaSO_4	2952	4428	6069	10668	1042	1563	-	-	Junio
MgSO_4	118	117	1376	2064	128	192	152	229	Julio
FeSO_4	58	87	87	131	31	47	41	62	Julio
MnSO_4	171	256	93	140	81	122	33	50	Julio
ZnSO_4	11	17	16	23	9	14	6	9	Julio
Boronat	147	221	97	145	106	159	41	61	Julio

Fosfonitrato (fórmula (NH_4NO_3) , contiene 31% N y 4% P_2O_5) y SFCT = superfosfato de calcio triple (fórmula $(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2)$, contiene 46% P_2O_5 y 13% CaO).

Cuadro II-19. Calibre del fruto de acuerdo a su peso para los tres cultivares de mango (EMEX, 2008).

'Ataulfo'		'Kent' y 'Tommy Atkins'	
Calibre ²	Peso (g/fruto)	Calibre ²	Peso (g/fruto)
C22	196 – 220	C12	366 – 435
C20	221 – 250	C10	436 – 515
C18	251 – 283	C9	516 – 560
C16	284 – 315	C8	561 – 640
C14	316 – 365	C7	641 – 700
C12	≥ 366	C6	≥ 701

²Número de frutos en una caja de 10 libras.

Cuadro II-20. Características del suelo en abril 2011, a una profundidad de 0-30 cm en los huertos Las Palmas, Mpio. de San Blas y El Divisadero, Mpio. de Compostela, en el cv. Ataulfo, posterior a la aplicación de los tratamientos de fertilización (verano 2011) (promedio de tres árboles por tratamiento).

Determinaciones	Las Palmas			El Divisadero		
	Dosis Normal	Dosis Alta	Control	Dosis Normal	Dosis Alta	Control
pH (1:2 H ₂ O)	5.73 (ModA)	5.58 (ModA)	5.85 (ModA)	3.88 (FuA)	4.56 (FuA)	4.39 (FuA)
M.O. (%)	3.6 (A)	3.58 (A)	2.8 (MoA)	2.46 (M)	2.35 (M)	2.57 (M)
	ppm					
N-Inorg.	190.58 (MuA)	137.48 (MuA)	18.33 (M)	93.54 (A)	610.03 (MuA)	119.69 (MuA)
P-Bray	26.31 (MoA)	4.98 (B)	2.77 (MuB)	17.32 (MoB)	73.42 (MuA)	0.79 (MuB)
K	612 (A)	509 (MoA)	312 (MoA)	119 (MoB)	152 (B)	42 (MuB)
Ca	1886 (M)	1837 (M)	1420 (MoB)	450 (MuB)	800 (MoB)	129 (MuB)
Mg	281 (M)	312 (M)	292 (M)	71 (B)	61 (B)	46 (MuB)
Na*	18.78 (MuB)	16 (MuB)	19.1 (B)	19.72 (B)	20.62 (B)	11.33 (MuB)
Fe	41.45 (A)	50.46 (MuA)	32.16 (A)	4.76 (B)	7.2 (MoB)	3.58 (B)
Zn	7.72 (MuA)	3.59 (MuA)	0.71 (MoB)	2.34 (M)	10.46 (MuA)	0.21 (MuB)
Mn	180.4 (MuA)	189.1 (MuA)	108.8 (MuA)	11 (M)	10.7 (M)	4 (MoB)
Cu	0.6 (MoB)	0.63 (MoB)	0.46 (B)	0.12 (MuB)	0.15 (MuB)	0.13 (MuB)
B	1.3 (M)	0.61 (B)	0.38 (MuB)	2.81 (A)	1.72 (MoA)	0.27 (MuB)
S	331.4 (MuA)	247.1 (MuA)	5.9 (MoB)	450.8 (MuA)	460.6 (MuA)	150.9 (MuA)
Al*	25.93 (M)	27.64 (M)	23.97 (MoB)	38.24 (M)	35.96 (M)	36.78 (M)

*Es deseable que estos elementos tengan un bajo contenido.

FuA = Fuertemente ácido; ModA = Moderadamente ácido; A = Alto; MoA = Moderadamente alto; MuA = Muy alto; M = Mediano; B = Bajo; MoB = Moderadamente bajo; MuB = Muy bajo.

Cuadro II-21 Efecto del huerto (Las Palmas, Mpio. de San Blas y El Divisadero, Mpio. de Compostela) sobre el vigor, producción y tamaño de fruto, en el cv. Ataulfo. Tratamientos de fertilización aplicados en verano 2010. Cosecha realizada en 2011. Fue usada como covariable el ATT-2010.

Huerto	Altura del árbol (m)	Vcopa (m ³)	ATT (2011) (cm ²)	Producción (kg·árbol ⁻¹)	Producción según el tamaño de fruto (kg·árbol ⁻¹)			
					C22 196-220 g	C20 221-250 g	C18 251-283 g	C16 284-315 g
Las Palmas	7.4 a ²	451.1 a	843.8 a	63.5 a	60.9 a	7.1 a	0.0	0.0
El Divisadero	6.7 b	383.1 b	689.4 b	39.1 b	32.0 b	8.0 a	0.0	0.0
<i>Pr</i> > <i>F</i>	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.6859		

²Medias con la misma literal en la columna son estadísticamente iguales (Duncan, *P* = 0.05).

Vcopa = Volumen de copa; ATT = Área transversal del tronco.

Cuadro II-22. Efecto de la fertilización sobre el vigor, producción y tamaño de fruto, en el cv. Ataulfo. Tratamientos de fertilización aplicados en verano 2010. Cosecha realizada en 2011. Fue usada como covariable el ATT-2010 (huertos de Las Palmas, Mpio. de San Blas y El Divisadero, Mpio. de Compostela).

Tratamiento	Altura del árbol (m)	Vcopa (m ³)	ATT (2011) (cm ²)	Producción (kg·árbol ⁻¹)	Producción según el tamaño de fruto (kg·árbol ⁻¹)			
					C22 196-220 g	C20 221-250 g	C18 251-283 g	C16 284-315 g
Normal	7.1 a ²	401.34 b	770.9 a	55.9 a	52.1 a	6.9 a	0.0	0.0
Alta	7.3 a	458.0 a	788.7 a	57.0 a	51.1 a	11.3 a	0.0	0.0
Control	6.8 b	392.1 b	740.3 a	41.3 b	37.2 b	6.2 a	0.0	0.0
<i>Pr</i> > <i>F</i>	0.0012	0.0028	0.2067	0.0007	0.0006	0.1329		

²Medias con la misma literal en la columna son estadísticamente iguales (Duncan, *P* = 0.05).

Vcopa = Volumen de copa, ATT = Área transversal del tronco.

Cuadro II-23. Efecto del huerto (Las Palmas, Mpio. de San Blas y El Divisadero, Mpio. de Compostela) sobre la eficiencia de producción en el cv. Ataulfo. Tratamientos de fertilización aplicados en verano 2010. Cosecha realizada en 2011.

Huerto	EP-1 (kg·m ⁻³)	EP-2 (kg·cm ⁻²)
Las Palmas	0.16 a ²	0.08 a
El Divisadero	0.12 b	0.06 b
<i>Pr</i> > <i>F</i>	0.0007	0.0191

²Medias con la misma literal en la columna son estadísticamente iguales (Duncan, *P* = 0.05). EP-1 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/volumen de copa); EP-2 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/área transversal del ronco).

Cuadro II-24. Efecto de la fertilización sobre la eficiencia de producción en el cv. Ataulfo. Tratamientos de fertilización aplicados en verano 2010. Cosecha realizada en 2011. Datos de los huertos Las Palmas y El Divisadero.

Tratamiento	EPP-1 (kg·m ⁻³)	EP-2 (kg·cm ⁻²)
Normal	0.16 a ²	0.08 a
Alta	0.14 ab	0.08 a
Control	0.12 b	0.06 b
<i>Pr</i> > <i>P</i>	0.0218	0.0239

²Medias con la misma literal en la columna son estadísticamente iguales (Duncan, *P* = 0.05). EP-1 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/volumen de copa); EP-2 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/área transversal del ronco).

Cuadro II-25. Correlaciones lineales significativas ($P = 0.05$) entre los nutrientes de la hoja (H) (febrero 2011, flujo verano) en el cv. Ataulfo. Datos de los huertos de Las Palmas, Mpio. de San Blas y El Divisadero, Mpio de Compostela.

	NH	PH	CaH	MgH	MnH
PH	0.68 <i>0.0019</i>				
KH		0.70 <i>0.0012</i>			
MgH	0.71 <i>0.0011</i>	0.56 <i>0.0164</i>			
CuH				0.54 <i>0.0195</i>	
MnH			-0.57 <i>0.0141</i>		
ZnH	0.47 <i>0.0495</i>	0.62 <i>0.0056</i>	0.91 <i>0.0001</i>	0.59 <i>0.0097</i>	-0.67 <i>0.0023</i>

Cuadro II-26. Correlacione lineales significativas ($P = 0.05$) entre la fertilidad del suelo (S) (abril 2011) y los nutrimentos de la hoja (H) (febrero 2011, flujo verano) en el cv. Ataulfo. Datos de los huertos de Las Palmas, Mpio. de San Blas y El Divisadero, Mpio. de Compostela.

Suelo/hoja	PH	CaH	MnH
KS	0.48 <i>0.0424</i>		
CaS	0.56 <i>0.0152</i>		
MgS		0.92 <i>0.0001</i>	
FeS	0.55 <i>0.0171</i>	0.82 <i>0.0001</i>	
CuS	0.55 <i>0.0172</i>	0.84 <i>0.0001</i>	
MnS	0.54 <i>0.0212</i>	0.82 <i>0.0001</i>	
BS			0.53 <i>0.0240</i>

Cuadro II-27. Tratamientos de fertilización (g-árbol⁻¹) aplicados al suelo en 2010 y 2011, en huertos de mango cv. Kent en Las Palmas, Mpio. de San Blas y Buenavista, Mpio. de Acaponeta.

Fuentes de fertilizantes	2010				2011				Fecha de aplicación
	Las Palmas		Buenavista		Las Palmas		Buenavista		
	Dosis normal	Dosis alta							
Fosfonitrato	-	-	-	-	1041	1561	973	1460	Julio y Sep.
(NH ₄) ₂ SO ₄	1993	2990	1859	2789	-	-	-	-	Julio y Sep.
SFCT	239	359	797	1196	586	878	485	728	Julio
KCl	304	456	493	740	558	836	618	927	Julio y Sep.
Ca(OH) ₂	-	-	1763	1763	2424	3636	-	-	Junio
CaSO ₄	255	383	1063	2625	-	-	10317	15476	Junio
MgSO ₄	249	374	838	1257	239	358	666	999	Julio
FeSO ₄	48	72	73	109	72	108	70	105	Julio
MnSO ₄	80	120	32	48	55	82	16	24	Julio
ZnSO ₄	8	11	14	21	13	20	7	10	Julio
Boronat	213	320	449	674	137	205	122	183	Julio

Fosfonitrato (fórmula (NH₄NO₃), contiene 31% N y 4% P₂O₅); SFCT = superfosfato de calcio triple (fórmula (Ca(H₂PO₄)₂), contiene 46% P₂O₅ y 13% CaO).

Cuadro II-28. Características del suelo en abril 2011, a una profundidad de 0-30 cm en los huertos Las Palmas, Mpio. de San Blas y Buenavista, Mpio. de Acaponeta, en el cv. Kent, posterior a la aplicación de los tratamientos de fertilización (verano 2011) (promedio de tres árboles por tratamiento).

Determinaciones	Las Palmas			Buenavista		
	Dosis Normal	Dosis Alta	Control	Dosis Normal	Dosis Alta	Control
pH (1:2 H ₂ O)	5.37 (ModA)	5.62 (ModA)	5.29 (ModA)	5.99 (ModA)	6.02 (Neutro)	5.71 (ModA)
M.O. (%)	3.77 (A)	4.12 (A)	3.6 (A)	0.92 (MuB)	0.77 (MuB)	0.87 (MuB)
	ppm					
N-Inorg.	896.85 (MuA)	705.19 (MuA)	8.63 (MoB)	295.18 (MuA)	826.22 (MuA)	53.64 (A)
P-Bray	9.99 (MoB)	10.45 (MoB)	29.75 (M)	13.36 (MoB)	27.05 (M)	21.74 (M)
K	962 (A)	936 (A)	389 (MoA)	223 (M)	207 (M)	199 (MoB)
Ca	1991 (M)	2699 (M)	1530 (M)	594 (B)	606 (B)	469 (MuB)
Mg	307 (M)	417 (MoA)	277 (M)	81 (B)	80 (B)	84 (B)
Na*	23.75 (B)	23.37 (B)	19.17 (B)	69.63 (MoA)	60.41 (MoA)	60.74 (MoA)
Fe	34.74 (A)	40.73 (A)	45.39 (A)	41.65 (A)	33.48 (A)	38.66 (A)
Zn	5.52 (A)	5.13 (A)	0.84 (MoB)	4.44 (MoA)	2.97 (M)	0.91 (MoB)
Mn	192.7 (MuA)	198.8 (MuA)	108.8 (MuA)	53.5 (MuA)	40.6 (A)	40 (A)
Cu	0.68 (MoB)	0.65 (MoB)	0.61 (MoB)	0.71 (MoB)	0.67 (MoB)	0.81 (M)
B	0.95 (MoB)	0.89 (MoB)	0.35 (MuB)	0.46 (B)	0.27 (MuB)	0.13 (MuB)
S	979.5 (MuA)	1268 (MuA)	7.4 (MoB)	42.4 (MuA)	44.9 (MuA)	22.7 (A)
Al*	29.93 (M)	27.89 (M)	23.08 (MoB)	22.28 (MoB)	22.1 (MoB)	20.71 (MoB)

*Es deseable que estos elementos tengan un bajo contenido.

FuA = Fuertemente ácido; ModA = Moderadamente ácido; A = Alto; MoA = Moderadamente alto; MuA = Muy alto; M = Mediano; B = Bajo; MoB = Moderadamente bajo; MuB = Muy bajo.

Cuadro II-29. Efecto del huerto (Las Palmas, Mpio. de San Blas y Buenavista, Mpio. de Acaponeta) sobre el vigor, producción y tamaño de fruto, en el cv. Kent. Tratamientos de fertilización aplicados en verano 2010. Cosecha realizada en 2011. Fue usada como covariable el ATT-2010.

Huerto	Altura del árbol (m)	Vcopa (m ³)	ATT (2011) (cm ²)	Producción (kg·árbol ⁻¹)	Producción según el tamaño de fruto (kg·árbol ⁻¹)				
					C12	C10	C9	C8	C7
					366-435 g	436-515 g	516-560 g	561- 640 g	641-700 g
Las Palmas	7.4 a ^c	377.4 a	985.6 a	128.0 b	128.9 b	4.9 a	0.0	0.0	0.0
Buenavista	6.4 b	242.9 b	596.1 b	145.0 a	140.8 a	14.6 a	0.0	0.0	0.0
<i>Pr > F</i>	0.0001	0.0001	0.0001	0.0009	0.0166	0.2933			

^aMedias con la misma literal en la columna son estadísticamente iguales (Duncan, *P* = 0.05).

Vcopa = Volumen de copa; ATT = Área transversal del tronco.

Cuadro II-30. Efecto de la fertilización sobre el vigor, producción y tamaño de fruto, en el cv. Kent. Tratamientos de fertilización aplicados en verano 2010. Cosecha realizada en 2011. Fue usada como covariable el ATT-2010 (huertos de Las Palmas, Mpio. de San Blas y Buenavista, Mpio. de Acaponeta).

Tratamiento	Altura del árbol (m)	Vcopa (m ³)	ATT (2011) (cm ²)	Producción (kg·árbol ⁻¹)	Producción según el tamaño de fruto (kg·árbol ⁻¹)				
					C12	C10	C9	C8	C7
					366-435 g	436-515 g	516-560 g	561- 640 g	641-700 g
Normal	6.8 a ^c	329.9 a	789.7 a	155.3 a	150.7 a	17.9 a	0.0	0.0	0.0
Alta	7.0 a	314.7 a	824.0 a	139.9 b	137.6 b	9.5 a	0.0	0.0	0.0
Control	6.8 a	285.7 b	758.9 a	114.4 c	115.1 c	7.7 a	0.0	0.0	0.0
<i>Pr > F</i>	0.0754	0.0011	0.1060	0.0001	0.0001	0.2871			

^aMedias con la misma literal en la columna son estadísticamente iguales (Duncan, *P* = 0.05).

Vcopa = Volumen de copa; ATT = Área transversal del tronco.

Cuadro II-31 Efecto del huerto (Las Palmas, Mpio. de San Blas y Buenavista, Mpio. de Acaponeta) sobre la eficiencia de producción en el cv. Kent. Tratamientos de fertilización aplicados en verano 2010. Cosecha realizada en 2011.

Huerto	EP-1 (kg m ³)	EP-2 (kg cm ²)
Las Palmas	0.36 b	0.14 b
Buenavista	0.61 a	0.25 a
<i>Pr > F</i>	0.0001	0.0001

²Medias con la misma literal en la columna son estadísticamente iguales (Duncan, $P = 0.05$). EP-1 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/volumen de copa); EP-2 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/área transversal del ronco).

Cuadro II-32 Efecto de la fertilización sobre la eficiencia de producción en el cv. Kent. Tratamientos de fertilización aplicados en verano 2010. Cosecha realizada en 2011. Datos de los huertos Las Palmas y Buenavista.

Tratamiento	EP-1 (kg m ³)	EP-2 (kg cm ²)
Normal	0.51 a	0.22 a
Alta	0.49 ab	0.19 b
Control	0.44 b	0.17 c
<i>Pr > F</i>	0.0001	0.0001

²Medias con la misma literal en la columna son estadísticamente iguales (Duncan, $P = 0.05$). EP-1 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/volumen de copa); EP-2 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/área transversal del ronco).

Cuadro II-33. Correlaciones lineales significativas ($P = 0.05$) entre los nutrientes de la hoja (H) (febrero 2011, flujo verano) en el cv. Kent. Datos de los huertos de Las Palmas, Mpio. de San Blas y Buenavista, Mpio de Acajoneta.

	KH	CaH	MgH
CaH	-0.60 <i>0.0088</i>		
MgH	-0.80 <i>0.0001</i>	0.50 <i>0.0326</i>	
MnH			-0.66 <i>0.0030</i>

Cuadro II-34. Correlaciones lineales significativas ($P = 0.05$) entre la fertilidad del suelo (S) (abril 2011) y los nutrientes de la hoja (H) (febrero 2011, flujo verano) en el cv. Kent. Datos de los huertos de Las Palmas, Mpio. de San Blas y Buenavista, Mpio. de Acajoneta.

Suelo/hoja	KH	MgH
CaS	-0.58 <i>0.0116</i>	
MgS	-0.67 <i>0.0023</i>	
MnS	-0.49 <i>0.0368</i>	0.77 <i>0.0002</i>
BS		0.55 <i>0.0192</i>

Cuadro II-35 Tratamientos de fertilización (g-árbol⁻¹) aplicados al suelo en 2010 y 2011, en huertos de mango cv. Tommy Atkins en Las Palmas, Mpio. de San Blas y Chacala, Mpio. de Compostela.

Fuentes de fertilizantes	2010				2011				Fecha de aplicación
	Las Palmas		Chacala		Las Palmas		Chacala		
	Dosis normal	Dosis alta							
Fosfonitrato	-	-	-	-	1740	2610	1109	1663	Julio y Sep.
(NH ₄) ₂ SO ₄	-	-	1549	2324	-	-	-	-	Julio y Sep.
MAP	3631	5447	-	-	-	-	-	-	Julio y Sep.
SFCT	-	-	888	1332	233	349	359	539	Julio
KCl	1085	1628	342	513	1104	1655	626	939	Julio y Sep.
Ca(OH) ₂	-	-	-	-	-	-	2493	3740	Junio
CaSO ₄	800	1200	503	755	12185	18278	-	-	Junio
MgSO ₄	253	379	114	216	372	558	235	353	Julio
FeSO ₄	122	183	130	195	97	146	52	79	Julio
MnSO ₄	39	59	173	260	26	38	14	21	Julio
ZnSO ₄	18	26	8	12	10	16	8	12	Julio
Borona	561	842	512	768	109	164	92	138	Julio

Fosfonitrato (fórmula (NH₄NO₃)), contiene 31% N y 4% P₂O₅; MAP = fosfato monoamónico (fórmula (NH₄H₂PO₄)), contiene 11% N y 52% P₂O₅; SFCT = superfosfato de calcio triple (fórmula (Ca(H₂PO₄)₂)), contiene 46% P₂O₅ y 13% CaO).

Cuadro II-36. Características del suelo en abril 2011, a una profundidad de 0-30 cm en los huertos Las Palmas, Mpio. de San Blas y Chacala, Mpio. de Compostela, en el cv. Tommy Atkins, posterior a la aplicación de los tratamientos de fertilización (verano 2011) (promedio de tres árboles por tratamiento).

Determinaciones	Las Palmas			Chacala		
	Dosis Normal	Dosis Alta	Control	Dosis Normal	Dosis Alta	Control
pH (1:2 H ₂ O)	5.17 (ModA)	4.79 (FuA)	6.19 (Neutro)	5.31 (ModA)	5.18 (ModA)	6 (Neutro)
M.O. (%)	3.71 (A)	3.36 (A)	3.77 (A)	4.12 (A)	4.57 (MuA)	4.28 (MuA)
	ppm					
N-Inorg.	280.08 (MuA)	880.67 (MuA)	20.49 (MoA)	295.45 (MuA)	291.4 (MuA)	218.89 (MuA)
P-Bray	131.7 (MuA)	536.24 (MuA)	1.32 (MuB)	78.08 (MuA)	117.81 (MuA)	22.88 (M)
K	339 (MoA)	1005 (MuA)	236 (M)	470 (MoA)	567 (MoA)	435 (MoA)
Ca	1024 (MoB)	743 (B)	1608 (M)	2006 (M)	2091 (M)	1954 (M)
Mg	204 (M)	155 (MoB)	296 (M)	314 (M)	367 (M)	403 (MoA)
Na*	26.86 (B)	51.37 (MoB)	15.51 (MuB)	20.67 (B)	20.31 (B)	22.43 (B)
Fe	45.58 (A)	47.6 (A)	42.83 (A)	84.3 (MuA)	98.57 (MuA)	89.05 (MuA)
Zn	11.25 (MuA)	6.38 (A)	0.92 (MoB)	12.68 (MuA)	28.68 (MuA)	2.37 (M)
Mn	111.5 (MuA)	129.7 (MuA)	175.9 (MuA)	197.8 (MuA)	188.6 (MuA)	196.8 (MuA)
Cu	1.78 (MoA)	2.01 (A)	2.42 (A)	2.17 (A)	2.91 (MuA)	2.62 (MuA)
B	2.56 (A)	2.29 (A)	0.32 (MuB)	1.83 (MoA)	1.7 (MoA)	0.35 (MuB)
S	119.8 (MuA)	335.4 (MuA)	4.4 (B)	438.9 (MuA)	358.1 (MuA)	9.9 (M)
Al*	33.19 (M)	35.31 (M)	19.57 (MoB)	30.5 (M)	33.02 (M)	21.93 (MoB)

*Es deseable que estos elementos tengan un bajo contenido.

FuA = Fuertemente ácido; ModA = Moderadamente ácido; A = Alto; MoA = Moderadamente alto; MuA = Muy alto; M = Mediano; B = Bajo; MoB = Moderadamente bajo; MuB = Muy bajo.

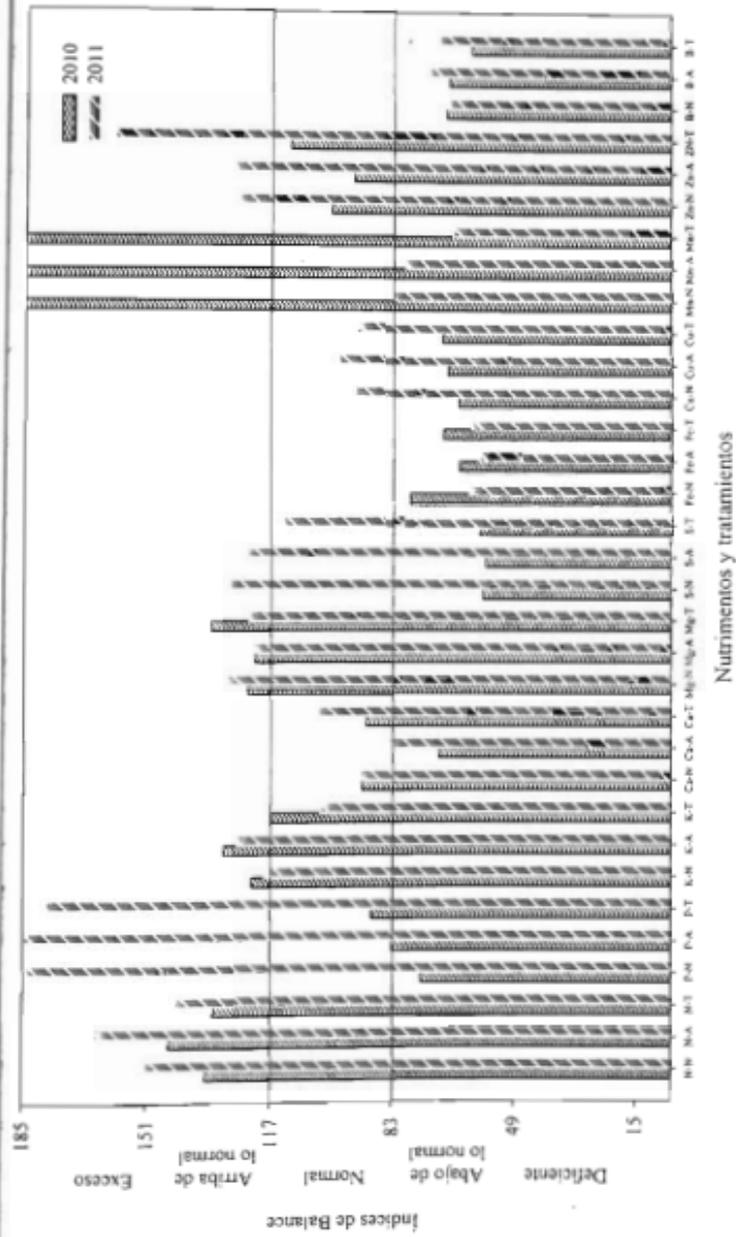


Figura II-7. Diagnóstico nutrimental en hojas del flujo de primavera del cv. Tommy Atkins, posterior a la aplicación de los tratamientos de fertilización (verano 2010 y 2011). Huertos Las Palmas, Mpio. de San Blas y Chacala, Mpio. de Compostela. Fechas de muestreo septiembre 2010 y 2011. Tratamientos: N = dosis normal; A = dosis alta; T = control.

Cuadro II-37. Efecto del huerto (Las Palmas, Mpio. de San Blas y Chacala, Mpio. de Compostela) sobre el vigor, producción y tamaño de fruto, en el cv. Tommy Atkins. Tratamientos de fertilización aplicados en verano 2010. Cosecha realizada en 2011. Fue usada como covariable el ATT-2010.

Huerto	Altura del árbol (m)	Vcopa (m ³)	ATT (2011) (cm ²)	Producción (kg-árbol ⁻¹)	Producción según el tamaño de fruto (kg-árbol ⁻¹)				
					C12	C10	C9	C8	C7
					366-435 g	436-515 g	516-560 g	561-640 g	641-700 g
Las Palmas	8.4 a ^c	705.5 a	2361.6 a	183.5 a	167.6 b	20.2 a	9.3 a	0.0	0.0
Chacala	6.0 b	226.1 b	419.0 b	194.0 a	187.7 a	17.6 a	9.6 a	0.0	0.0
<i>Pr</i> > F	0.0001	0.0001	0.0001	0.1309	0.0024	0.5773	0.8816		

^cMedias con la misma literal en la columna son estadísticamente iguales (Duncan, *P* = 0.05).

Vcopa = Volumen de copa, ATT = Área transversal del tronco.

Cuadro II-38. Efecto de la fertilización sobre el vigor, producción y tamaño de fruto, en el cv. Tommy Atkins. Tratamientos de fertilización aplicados en verano 2010. Cosecha realizada en 2011. Fue usada como covariable el ATT-2010 (huertos de Las Palmas, Mpio. de San Blas y Chacala, Mpio. de Compostela).

Tratamiento	Altura del árbol (m)	Vcopa (m ³)	ATT (2011) (cm ²)	Producción (kg-árbol ⁻¹)	Producción según el tamaño de fruto (kg-árbol ⁻¹)				
					C12	C10	C9	C8	C7
					366-435 g	436-515 g	516-560 g	561-640 g	641-700 g
Normal	7.4 a ^c	570.1 a	1414.0 ab	194.6 a	181.3 a	22.8 a	8.0 b	0.0	0.0
Alta	7.2 ab	445.7 b	1302.5 b	198.0 a	188.4 a	17.3 a	8.3 b	0.0	0.0
Control	7.1 b	390.2 c	1479.2 a	173.6 b	163.5 b	17.9 a	14.6 a	0.0	0.0
<i>Pr</i> > F	0.0196	0.0001	0.0353	0.0074	0.0056	0.4380	0.0326		

^cMedias con la misma literal en la columna son estadísticamente iguales (Duncan, *P* = 0.05).

Vcopa = Volumen de copa, ATT = Área transversal del tronco.

Cuadro II-39. Efecto del huerto (Las Palmas, Mpio. de San Blas y Chacala, Mpio. de Compostela) sobre la eficiencia de producción en el cv. Tommy Atkins. Tratamientos de fertilización aplicados en verano 2010. Cosecha realizada en 2011.

Huerto	EP-1 (kg·m ⁻³)	EP-2 (kg·cm ²)
Las Palmas	0.30 b ²	0.08 b
Chacala	1.00 a	0.47 a
<i>Pr > F</i>	0.0001	0.0001

²Medias con la misma literal en la columna son estadísticamente iguales (Duncan, $P = 0.05$). EP-1 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/volumen de copa); EP-2 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/área transversal del tronco).

Cuadro II-40. Efecto de la fertilización sobre la eficiencia de producción en el cv. Tommy Atkins. Tratamientos de fertilización aplicados en verano 2010. Cosecha realizada en 2011. Datos de los huertos Las Palmas y Chacala.

Tratamiento	EP-1 (kg·m ³)	EP-2 (kg·cm ²)
Normal	0.62 a ²	0.28 a
Alta	0.70 a	0.30 a
Control	0.60 a	0.24 b
<i>Pr > F</i>	0.4082	0.0004

²Medias con la misma literal en la columna son estadísticamente iguales (Duncan, $P = 0.05$). EP-1 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/volumen de copa); EP-2 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/área transversal del tronco).

Cuadro II-41. Correlaciones lineales significativas ($P = 0.05$) entre los nutrimentos de la hoja (H) (mayo 2011, flujo otoño) en el cv. Tommy Atkins. Datos de los huertos de Las Palmas, Mpio. de San Blas y Chacala, Mpio de Compostela.

	NH	KH	CaH	MgH	SH	FeH	CuH	MnH	ZnH
CaH	-0.67 0.0025	-0.74 0.0005							
MgH	0.52 0.0266								
SH	0.48 0.0458			0.48 0.0463					
FeH				0.68 0.0017	0.67 0.0026				
CuH	0.70 0.0013			0.65 0.0035	0.62 0.0063	0.72 0.0007			
MnH	0.67 0.0025			0.78 0.0001	0.49 0.0412	0.55 0.0177	0.57 0.0144		
ZnH	-0.62 0.0058		0.48 0.0420	-0.61 0.0077				-0.71 0.0010	
BH	0.63 0.0054			0.70 0.0011			0.59 0.0094	0.83 0.0001	-0.75 0.0004

Cuadro II-42. Correlaciones lineales significativas ($P = 0.05$) entre la fertilidad del suelo (S) (abril 2011) y los nutrientes de la hoja (H) (mayo 2011, flujo otoño) en el cv. Tommy Atkins. Datos de los huertos de Las Palmas, Mpio. de San Blas y Chacala, Mpio. de Compostela.

Suelo/hoja	NH	PH	CaH	MgH	SH
KS		-0.55 <i>0.0171</i>			
CaS	-0.59 <i>0.0104</i>				
MgS	-0.76 <i>0.0002</i>		0.51 <i>0.0291</i>		
SS	0.16 <i>0.5281</i>		-0.52 <i>0.0258</i>	-0.48 <i>0.0441</i>	
FeS	-0.65 <i>0.0032</i>			-0.59 <i>0.0097</i>	-0.64 <i>0.0045</i>
CuS	-0.53 <i>0.0225</i>				-0.59 <i>0.0093</i>
MnS					-0.69 <i>0.0016</i>

Cuadro II-43. Correlaciones lineales generales significativas ($P = 0.05$) entre los nutrimentos de la hoja (H) (febrero 2011, flujos verano) en los cvs. Ataulfo, Kent y (mayo 2011, flujo otoño) Tommy Atkins establecidos en seis huertos.

	NH	PH	KH	CaH	MgH	SH	FeH	CuH	MnH	ZnH
PH	0.46 <i>0.0005</i>									
KH		-0.36 <i>0.0068</i>								
MgH	0.41 <i>0.0023</i>			0.32 <i>0.0177</i>						
SH		-0.30 <i>0.0264</i>		0.27 <i>0.0470</i>						
FeH		-0.31 <i>0.0213</i>	0.39 <i>0.0038</i>			0.48 <i>0.0002</i>				
CuH	0.51 <i>0.0001</i>	0.35 <i>0.0100</i>			0.38 <i>0.0041</i>		0.33 <i>0.0134</i>			
MnH	0.34 <i>0.0126</i>						0.42 <i>0.0017</i>	0.14 <i>0.3074</i>		
ZnH	0.55 <i>0.0001</i>	-0.50 <i>0.0001</i>	0.49 <i>0.0001</i>	0.28 <i>0.0370</i>				-0.29 <i>0.0351</i>	-0.32 <i>0.0182</i>	
BH	0.30 <i>0.0249</i>								0.51 <i>0.0001</i>	-0.39 <i>0.0035</i>

Cuadro II-44. Correlaciones lineales general significativas ($P = 0.05$) entre la fertilidad de suelo (abril 2011) y los nutrientes de la hoja (H) (febrero 2011, flujo verano) en los cvs. Ataulfo, Kent y (mayo 2011, flujo otoño) Tommy Atkins, establecidos en seis huertos.

Suelo/hoja	NH	PH	KH	CaH	MgH	SH	FeH
MgS	-0.31 <i>0.0223</i>			0.62 <i>0.0001</i>			
FeS	-0.45 <i>0.0005</i>	-0.39 <i>0.0035</i>	0.49 <i>0.0002</i>	0.47 <i>0.0003</i>		0.28 <i>0.0402</i>	
CuS	-0.43 <i>0.0011</i>		0.66 <i>0.0001</i>			0.40 <i>0.0028</i>	0.32 <i>0.0191</i>
MnS				0.50 <i>0.0001</i>	0.32 <i>0.0188</i>	0.29 <i>0.0346</i>	
BS		-0.31 <i>0.0205</i>					

ANEXOS

Cuadro II-A-19. Análisis de varianza para el vigor, producción y tamaño del fruto del 2011, posterior a la aplicación de los fertilizantes (verano 2010). Cosecha realizada en primavera 2011. Utilizando diseño factorial con covarianza (ATT-2010) entre huertos (Las Palmas y EL Divisadero) y tratamientos (dosis normal, alta y control), en el cv. Ataulfo.

Fuente	GL	SC	CM	F	Pr > F
Altura del árbol (2011)					
Huerto	1	11.04	11.04	39.33	0.0001*
Tratamiento	2	4.02	2.01	7.17	0.0012
Hue*Trat	2	9.84	4.92	17.52	0.0001
ATT(2010)	1	13.69	13.69	48.75	0.0001
Volumen de copa (2011)					
Huerto	1	138683.96	138683.96	16.81	0.0001
Tratamiento	2	101879.02	50939.51	6.18	0.0028
Hue*Trat	2	160311.12	80155.56	9.72	0.0001
ATT(2010)	1	527802.53	527802.53	63.99	0.0001
Área transversal del tronco (2011)					
Huerto	1	714703.78	714703.78	47.77	0.0001
Tratamiento	2	47845.23	23922.62	1.60	0.2067 ^{NS}
Hue*Trat	2	263153.87	131576.94	8.79	0.0003
ATT(2010)	1	4107494.48	4107494.48	274.52	0.0001
Producción (2011)					
Huerto	1	17641.88	17641.88	43.88	0.0001
Tratamiento	2	6176.25	3088.13	7.68	0.0007
Hue*Trat	2	813.75	406.88	1.01	0.3667
ATT(2010)	1	439.48	439.48	1.09	0.2980
Calibre 23 (2011)					
Huerto	1	24480.93	24480.93	73.96	0.0001
Tratamiento	2	5211.39	2605.70	7.87	0.0006
Hue*Trat	2	1414.71	707.35	2.14	0.1228
ATT(2010)	1	305.00	305.00	0.92	0.3392
Calibre 20 (2011)					
Huerto	1	10.38	10.38	0.17	0.6859
Tratamiento	2	262.97	131.49	2.10	0.1329
Hue*Trat	2	428.37	214.19	3.41	0.0402
ATT(2010)	1	0.04	0.04	0.00	0.9808

ATT = Área transversal del tronco. * Significativo, ^{NS} No Significativo a $P < 0.5$.

Cuadro II-A-20. Análisis de varianza para la eficiencia de producción del 2011, posterior a la aplicación de los fertilizantes (verano 2010). Cosecha realizada en primavera 2011. Utilizando diseño factorial con covarianza (ATT-2010) entre huertos (Las Palmas y EL Divisadero) y tratamientos (dosis normal, alta y control), en el cv. Ataulfo.

Fuente	GL	SC	CM	F	Pr > F
EP-1					
Huerto	1	0.06	0.06	12.19	0.0007*
Tratamiento	2	0.04	0.02	3.96	0.0218
Hue*Trat	2	0.01	0.00	0.68	0.5107 ^{NS}
EPP-2					
Huerto	1	0.01	0.01	5.65	0.0191
Tratamiento	2	0.01	0.00	3.86	0.0239
Hue*Trat	2	0.00	0.00	0.92	0.4029

EP-1 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/volumen de copa); EP-2 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/área transversal del ronco).

* Significativo, ^{NS} No Significativo a $P < 0.5$.

Cuadro II-A-21. Análisis de varianza para el vigor, producción y tamaño del fruto del 2011, posterior a la aplicación de los fertilizantes (verano 2010). Cosecha realizada en primavera 2011. Utilizando diseño factorial con covarianza (ATT-2010) entre huertos (Las Palmas y Buenavista) y tratamientos (dosis normal, alta y control), en el cv. Kent.

Fuente	GL	SC	CM	F	Pr > F
Altura del árbol (2011)					
Huerto	1	31.83	31.83	227.07	0.0001*
Tratamiento	2	0.74	0.37	2.65	0.0754
Hue*Trat	2	0.54	0.27	1.94	0.1484 ^{NS}
ATT(2010)	1	2.39	2.39	17.04	0.0001
Volumen de copa (2011)					
Huerto	1	542989.18	542989.18	195.79	0.0001
Tratamiento	2	40280.48	20140.24	7.26	0.0011
Hue*Trat	2	6182.29	3091.15	1.11	0.3316
ATT(2010)	1	159863.99	159863.99	57.64	0.0001
Área transversal del tronco (2011)					
Huerto	1	4551781.92	4551781.92	245.22	0.0001
Tratamiento	2	84985.95	42492.97	2.29	0.1060
Hue*Trat	2	126971.77	63485.88	3.42	0.0361
ATT(2010)	1	2079915.23	2079915.23	112.05	0.0001
Producción (2011)					
Huerto	1	8670.00	8670.00	11.68	0.0009
Tratamiento	2	34098.75	17049.38	22.96	0.0001
Hue*Trat	2	1308.75	654.38	0.88	0.417
ATT(2010)	1	4509.66	4509.66	6.07	0.0152
Calibre 12 (2011)					
Huerto	1	4157.51	4157.51	5.91	0.0166
Tratamiento	2	24991.08	12495.54	17.78	0.0001
Hue*Trat	2	2183.87	1091.93	1.55	0.2162
ATT(2010)	1	7312.88	7312.88	10.40	0.0017
Calibre 10 (2011)					
Huerto	1	239.36	239.36	1.19	0.2933
Tratamiento	2	548.42	274.21	1.37	0.2871
Hue*Trat	1	20.09	20.09	0.10	0.7564
ATT(2010)	1	196.77	196.77	0.98	0.3389

ATT = Área transversal del tronco. * Significativo, ^{NS} No Significativo a $P < 0.5$.

Cuadro II-A-22. Análisis de varianza para la eficiencia de producción del 2011, posterior a la aplicación de los fertilizantes (verano 2010). Cosecha realizada en primavera 2011. Utilizando diseño factorial con covarianza (ATT-2010) entre huertos (Las Palmas y Buenavista) y tratamientos (dosis normal, alta y control), en el cv. Kent.

Fuente	GL	SC	CM	F	Pr > F
EP-1					
Huerto	1	1.91	1.91	132.09	0.0001*
Tratamiento	2	0.09	0.05	3.12	0.0481
Hue*Trat	2	0.01	0.01	0.51	0.6030 ^{NS}
EP-2					
Huerto	1	0.40	0.40	139.02	0.0001
Tratamiento	2	0.07	0.03	11.22	0.0001
Hue*Trat	2	0.003	0.002	0.56	0.5720

EP-1 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/volumen de copa); EP-2 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/área transversal del ronco).

* Significativo, ^{NS} No Significativo a $P < 0.5$.

Cuadro II-A-23. Análisis de varianza para el vigor, producción y tamaño del fruto del 2011, posterior a la aplicación de los fertilizantes (verano 2010). Cosecha realizada en primavera 2011. Utilizando diseño factorial con covarianza (ATT-2010) entre huertos (Las Palmas y Chacala) y tratamientos (dosis normal, alta y control), en el cv. Tommy Atkins.

Fuente	GL.	SC	CM	F	Pr > F
Altura del árbol (2011)					
Huerto	1	163.72	163.72	838.40	0.0001
Tratamiento	2	1.59	0.79	4.07	0.0196
Hue*Trat	2	3.78	1.89	9.67	0.0001
ATT(2010)	1	2.93	2.93	15.00	0.0002
Volumen de copa (2011)					
Huerto	1	6834551.70	6834551.70	507.29	0.0001
Tratamiento	2	620199.85	310099.92	23.02	0.0001
Hue*Trat	2	539973.49	269986.74	20.04	0.0001
ATT(2010)	1	99962.64	99962.64	7.42	0.0075
Área transversal del tronco (2011)					
Huerto	1	112257369.00	112257369.00	1239.25	0.0001
Tratamiento	2	624230.20	312115.10	3.45	0.0353
Hue*Trat	2	727771.10	363885.50	4.02	0.0207
ATT(2010)	1	3301670.80	3301670.80	36.45	0.0001
Producción (2011)					
Huerto	1	3112.48	3112.48	2.32	0.1309
Tratamiento	2	13799.46	6899.73	5.13	0.0074
Hue*Trat	2	6320.66	3160.33	2.35	0.1000
ATT(2010)	1	1042.33	1042.33	0.78	0.3805
Calibre 12 (2011)					
Huerto	1	11763.13	11763.13	9.65	0.0024
Tratamiento	2	13279.09	6639.54	5.45	0.0056
Hue*Trat	2	7233.10	3616.55	2.97	0.0556
ATT(2010)	1	2517.72	2517.72	2.07	0.1535
Calibre 10 (2011)					
Huerto	1	69.23	69.23	0.31	0.5773
Tratamiento	2	369.28	184.64	0.84	0.4380
Hue*Trat	2	694.19	347.10	1.58	0.2165
ATT(2010)	1	379.67	379.67	1.73	0.1949

ATT = Área transversal del tronco. * Significativo, ^{NS} No Significativo a $P < 0.5$.

“Cuadro II-A-23. (Continuación)”

Fuente	GL	SC	CM	F	Pr > F
Calibre 9 (2011)					
Huerto	1	0.36	0.36	0.02	0.8816
Tratamiento	2	141.02	70.51	4.51	0.0326
Hue*Trat	2	31.25	15.63	1.00	0.3947
ATT(2010)	1	4.67	4.67	0.30	0.5939

ATT = Área transversal del tronco. * Significativo, ^{NS}No Significativo a $P < 0.5$.

Cuadro II-A-24. Análisis de varianza para la eficiencia de producción del 2011, posterior a la aplicación de los fertilizantes (verano 2010). Cosecha realizada en primavera 2011. Utilizando diseño factorial con covarianza (ATT-2010) entre huertos (Las Palmas y Chacala) y tratamientos (dosis normal, alta y control), en el cv. Tommy Atkins.

Fuente	GL	SC	CM	F	Pr > F
EP-1					
Huerto	1	13.44	13.44	424.83	0.0001*
Tratamiento	2	0.06	0.03	0.90	0.4082 ^{NS}
Hue*Trat	2	0.35	0.18	5.60	0.0048
EP-2					
Huerto	1	4.36	4.36	1267.35	0.0001
Tratamiento	2	0.06	0.03	8.50	0.0004
Hue*Trat	2	0.03	0.01	3.74	0.0268

EP-1 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/volumen de copa); EP-2 = Eficiencia de producción (producción de fruto por árbol/área transversal del tronco).

* Significativo, ^{NS}No Significativo a $P < 0.5$.

CAPÍTULO III

OBTENCIÓN Y VALIDACIÓN DE ESTÁNDARES NUTRIMENTALES FOLIARES PARA MANGO

3.1. Resumen

Esta investigación se desarrolló durante 2006-2007 y 2009-2011 con el objetivo de obtener y validar estándares nutrimentales foliares para los principales flujos vegetativos de los mangos 'Ataulfo', 'Kent' y 'Tommy Atkins' en el Estado de Nayarit. En dos huertos comerciales por cultivar y se eligieron árboles de tamaño similar y producciones ≥ 130 , 150 y 140 kg-árbol⁻¹ ('Ataulfo', 'Kent' y 'Tommy Atkins,' respectivamente), en la zona Norte, Centro y Sur de Nayarit, cultivados sin riego. Para obtener la Versión-1 de estándares nutrimentales foliares (ENF) se seleccionaron cinco árboles por huerto. Se realizaron muestreos foliares en 'Ataulfo' y 'Kent' en octubre y 'Tommy Atkins' en septiembre (flujo de primavera), en 'Ataulfo' y 'Kent' en febrero-marzo (flujo de verano) y en 'Tommy Atkins' en mayo (flujo de otoño). En cada árbol se colectaron 20 hojas maduras, sanas y completas de la posición seis y siete basipétala de brotes terminales sin fructificar. Para obtener la Versión-2 de ENF, a partir de 2010 en cada huerto se aplicaron tres tratamientos de fertilización basados en la fertilidad del suelo y los requerimientos nutrimentales del árbol (FSE). Se seleccionaron 10 árboles por tratamiento y se realizaron muestreos foliares (2011), en 'Ataulfo' y 'Kent' en febrero (flujo de verano), en 'Tommy Atkins' en mayo (flujo de otoño) y para los tres cultivares en agosto (flujo de primavera). La colecta de las hojas se hizo con el mismo procedimiento de la Versión-1. Para la validación de los ENF, se comparó la Versión-1 (sin fertilización) con la Versión-2 (Con FSE) para los dos flujos de 'Kent' y 'Tommy Atkins'. No fue posible obtener los ENF en 'Ataulfo' (versión-2), debido a la baja producción. Se desarrollaron y validaron ENF que permiten obtener producciones ≥ 130 , 150 y 140 kg-árbol⁻¹ para 'Ataulfo', 'Kent' y 'Tommy Atkins', respectivamente. La fertilización modificó los ENF. En 'Kent' los mayores incrementos fueron en N, P, K, Ca, Mg, Mn, Zn y B (flujo de primavera) y en N, P, K, S, Mn y B (flujo de verano). En 'Tommy Atkins' en N, K, Mg, Mn y Zn (flujo de primavera) y en N, K, Mg y Zn (flujo de otoño). De los principales flujos vegetativos estudiados en cada cultivar, los mayores incrementos se observaron en el flujo de primavera (P, K, Ca, S, Cu, Mn y B) para 'Kent' y (N, P, Ca, S, Cu y B) en 'Tommy Atkins'.

3.2. Introducción

Para 2011, en Nayarit se cultivaron más de 23 mil hectáreas de mango, de las cuales 7,330 ha se localizaron en el municipio de San Blas, 4,350 ha en Compostela y 2,037 ha en Acaponeta. Los principales cultivares en estos municipios son 'Ataulfo', 'Tommy Atkins' y 'Kent' (SAGARPA-SIAP, 2011).

En Nayarit se carece de información para manejar de manera racional la fertilización del mango que permita incrementar el rendimiento y tamaño de fruto. Según Salazar-García (2002) la variación en los tipos de suelos y su fertilidad justifica la necesidad de disponer de recomendaciones de fertilización de sitio específico para cada huerto en cada zona y región.

Una vez que se define y aplica el programa de fertilización del huerto, es necesario darle seguimiento a la respuesta de los árboles mediante el análisis foliar. Para la adecuada interpretación de los análisis foliares es necesario conocer la edad apropiada de la hoja para realizar el muestreo, así como disponer de estándares nutrimentales foliares. Previo a este trabajo, se determinaron las épocas de muestreo apropiadas para los principales flujos vegetativos de los cvs. Ataulfo, Kent y Tommy Atkins en Nayarit (Salazar-García et al., 2011).

Respecto a estándares nutrimentales foliares, Kenworthy (1961), sugirió que estos se obtienen de la media de la concentración nutrimental de hojas muestreadas en un estado vegetativo en particular, de árboles con un desarrollo hortícola deseable (alta producción).

Se han obtenido niveles foliares en diversas regiones productoras de mango las cuales deben ser ajustadas mediante trabajos de campo en cada región. Se han obtenido rangos adecuados en Florida, para 'Kent', 'Parvin', 'Haden' y 'Zill' en N ($1.0-1.5 \text{ g}\cdot 100^{-1}$), P ($0.08-0.17 \text{ g}\cdot 100^{-1}$), K ($0.3-0.8 \text{ g}\cdot 100^{-1}$), Ca ($2.0-3.5 \text{ g}\cdot 100^{-1}$) y Mg ($0.15-0.40 \text{ g}\cdot 100^{-1}$) (Young y Koo, 1969). En Brasil, para 'Tommy Atkins' en N ($1.04-1.06 \text{ g}\cdot 100^{-1}$), P ($0.09-0.13 \text{ g}\cdot 100^{-1}$), K ($0.53-1.02 \text{ g}\cdot 100^{-1}$), Ca ($0.98-3.16 \text{ g}\cdot 100^{-1}$), Mg ($0.16-0.29 \text{ g}\cdot 100^{-1}$), Fe ($190-231 \text{ mg}\cdot \text{kg}^{-1}$), Cu ($24-224 \text{ mg}\cdot \text{kg}^{-1}$), Mn ($31-370 \text{ mg}\cdot \text{kg}^{-1}$) y Zn ($40-70 \text{ mg}\cdot \text{kg}^{-1}$) (Medeiros et al., 2004). En la India, obtuvieron estándares foliares para 'Chausa' en N ($1.21 \text{ g}\cdot 100^{-1}$), P ($0.09 \text{ g}\cdot 100^{-1}$), K (0.70

$\text{g}\cdot 100^{-1}$), Ca ($1.57 \text{ g}\cdot 100^{-1}$), Mg ($0.33 \text{ g}\cdot 100^{-1}$), S ($0.11 \text{ g}\cdot 100^{-1}$), Fe ($153 \text{ mg}\cdot \text{kg}^{-1}$), Cu ($13 \text{ mg}\cdot \text{kg}^{-1}$), Mn ($67 \text{ mg}\cdot \text{kg}^{-1}$) y Zn ($21 \text{ mg}\cdot \text{kg}^{-1}$) (Chadha et al., 1980).

El enfoque de Índices de Balance (Kenworthy, 1973), ha sido utilizado en México para la obtención de estándares nutrimentales foliares en diversos frutales. Por ejemplo, en aguacate 'Hass' en Michoacán en (Palacios-Alvarado, 1986; Maldonado-Torres et al., 2007) y en Nayarit (Salazar-García y Lazcano-Ferrat, 1999). En limón mexicano en Michoacán (Maldonado-Torres et al., 2001) y en mango en Sinaloa (Benitez-Pardo et al., 2003). Dada la importancia de las exportaciones de mango Nayarita, es necesario disponer de herramientas para el manejo eficiente de la nutrición de este cultivo. El objetivo de esta investigación fue obtener y validar estándares nutrimentales foliares para los principales flujos vegetativos de los mangos 'Ataulfo', 'Kent' y 'Tommy Atkins' en Nayarit.

3.3. Materiales y Métodos

3.3.1. Estudio I. Obtención de la Versión-I de estándares nutrimentales foliares

3.3.1.1. Huertos y cultivares de mango. En las zonas productoras de mango de los municipios de Acaponeta, Tepic y Compostela, Nayarit, fueron seleccionados dos huertos por cultivar ('Ataulfo', 'Kent' y 'Tommy Atkins'). Los huertos fueron de temporal (sin riego). Para cada cultivar y huerto se seleccionaron cinco árboles de tamaño y producción similar. Las características de cada huerto se muestran en el Cuadro III-45.

3.3.1.2. Muestreo foliar. Durante 2006-2007 se realizaron muestreos foliares para 'Ataulfo' en octubre (flujo de primavera) y en febrero (flujo de verano), con edades promedios de hoja de 8-9 y 6-8 meses, respectivamente. En 'Kent' en octubre (flujo de primavera; 8-9 meses de edad) y en marzo (flujo de verano; 7-8 meses de edad). En 'Tommy Atkins' en septiembre (flujo de primavera; 7-8 meses de edad) y en mayo (flujo de otoño; 8-9 meses de edad). En cada uno de los cinco árboles seleccionados para cada huerto se colectaron 30 hojas maduras, sanas y completas (lámina + peciolo) de la posición seis y siete basipétala de brotes terminales sin fructificar. Fueron lavadas con agua corriente y destilada. Posteriormente, fueron secadas en un horno con aire forzado (Imperial V, Lab-Line) a $70 \text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 48 h y molidas en un molino de acero inoxidable (MF 10.1, IKA) usando tamiz No. 40. Los análisis fueron

realizados en un laboratorio acreditado por the Soil Science Society of America (SSSA) en donde se determinó el contenido en la materia seca de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn, Zn y B.

3.3.1.3. Estándares nutrimentales foliares (ENF). Para la obtención de los ENF, se registró la producción total de fruto por árbol (cinco árboles). En el 2006, la cosecha de 'Ataulfo' fue en junio, la de 'Kent' y 'Tommy Atkins' en junio-julio, en los dos huertos por cultivar. Como árboles altamente productivos se consideraron las siguientes producciones por cada cultivar: 'Ataulfo' (≥ 130 kg-árbol⁻¹), 'Kent' (≥ 150 kg-árbol⁻¹) y 'Tommy Atkins' (≥ 140 kg-árbol⁻¹). Para cada cultivar y flujo vegetativo se calculó el valor estándar (promedio de los árboles altamente productivos) para cada nutriente y su coeficiente de variación (Kenworthy, 1973).

3.3.2. Estudio II. Obtención de la Versión-2 de estándares nutrimentales foliares

En el estudio I se obtuvieron ENF a partir de grupos de árboles sin fertilización (Versión-1). En este estudio se verificó la exactitud de dichos ENF por medio de ensayos de fertilización de sitio específico (FSE).

3.3.2.1. Huertos y cultivares de mango. Durante 2009 a 2011, se trabajó con dos huertos de 'Ataulfo', dos de 'Kent' y dos de 'Tommy Atkins', en los municipios de Acajoneta, San Blas y Compostela, Nayarit (Cuadro III-46). Los huertos no disponían riego (temporal).

En 2009 para cada cultivar y huerto se seleccionaron 60 árboles de tamaño similar y una cosecha esperada ≥ 130 , 150 y 140 kg-árbol⁻¹ para 'Ataulfo', 'Kent' y 'Tommy Atkins', respectivamente. Cada huerto recibió el manejo estándar del productor y previo a este estudio no habían recibido fertilización. En este año se obtuvieron los análisis de suelo y foliares para diseñar las dosis de fertilización para cada cultivar y huerto.

A partir del verano 2010 en cada cultivar y huerto Se evaluaron tres niveles de fertilización: 1) Dosis normal, la cual consideró la demanda nutrimental para producir 25 t-ha⁻¹ para 'Ataulfo' y 20 t-ha⁻¹ para 'Kent' y 'Tommy Atkins', lo invertido por el árbol en su biomasa, la aportación de nutrientes por el árbol y/o suelo, el diagnóstico nutrimental foliar, y la eficiencia de fertilizante y su aplicación; 2) Dosis Alta (dosis normal + 50%); 3) Control, sin

fertilización. Dependiendo del tipo de nutrimento y la cantidad, se fraccionaron en dos partes y fueron aplicadas en julio y septiembre 2010 y 2011. Los fertilizantes fueron depositados manualmente en banda de 50 cm de ancho y 15-20 cm de profundidad alrededor del árbol, inicialmente a 1.5 m del tronco. Posteriormente, cada año dicha banda fue alejada del tronco. El programa de fertilización fue modificado anualmente de acuerdo a la respuesta de los árboles a la fertilización (Cuadro III-47).

3.3.2.2. Muestreo foliar. En cada cultivar y huerto se realizaron muestreos foliares posteriores a la fertilización. Para 'Ataulfo' y 'Kent', fueron en febrero 2011 (flujo de verano 2010). En 'Tommy Atkins' en mayo 2011 (flujo de otoño 2010). El último muestreo se hizo en agosto 2011 para los tres cultivares de mango en hojas del flujo de primavera 2011. Para cada tratamiento de fertilización se tomaron muestras foliares en cada uno de 10 árboles (repeticiones) distribuidos al azar. El procedimiento para el muestreo foliar y su procesamiento, así como el análisis nutrimental fue como el descrito en el Estudio I.

3.3.2.3. Estándares nutrimentales foliares. En el 2011, se registró la producción total de fruto, por árbol y por tratamiento. Para 'Ataulfo' y 'Tommy Atkins' fue de mayo-junio y 'Kent' en junio, en los dos huertos por cultivar. De los árboles altamente productivos de las dosis normal y alta se obtuvo para cada cultivar y flujo vegetativo el valor estándar de cada nutrimento y su coeficiente de variación (Kenworthy, 1973). En 'Ataulfo' no fue posible obtener la Versión-2 de estándares debido a baja producción causada por un ataque de cenicilla (*Oidium mangiferae* Berthet) durante la floración.

3.3.3. Estudio III. Validación de estándares nutrimentales foliares y creación de la Versión-3

Se compararon los ENF de la Versión-1 (sin fertilización) con los de la Versión-2 (con FSE) para los dos flujos de 'Kent' y 'Tommy Atkins'. Para el análisis estadístico se empleó el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 2002) y la comparación de medias se realizó con el rango múltiple de Duncan ($P = 0.05$).

Para obtener la Versión-3 de ENF se consideró el resultado obtenido de la comparación de las Versiones-1 y 2. Los criterios de decisión fueron: 1) se tomaron los ENF cuando el grupo de árboles de la Versión-2 fueron mayores; 2) se tomaron los ENF de la dos Versiones cuando el grupos de árboles fueron iguales y, 3) se tomó la Versión-1 de ENF cuando el grupo de árboles obtuvo los valores más altos.

De la población de ENF de árboles que integró cada grupo, se obtuvo para cada cultivar y flujo vegetativo el ENF y el coeficiente de variación para cada nutrimento. Posteriormente, para determinar si los ENF eran similares entre flujos vegetativos estos se compararon de manera independiente para los cvs. Kent y Tommy Atkins con el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 2002). La comparación de medias se realizó con el rango múltiple de Duncan ($P = 0.05$).

3.4. Resultados

3.4.1. Versión-1 de estándares nutrimentales foliares. El cultivar y flujo vegetativo afectaron el estándar obtenido para cada nutrimento analizado (Cuadro 48). El flujo de verano presentó más casos (6) de ENF altos en 'Ataulfo' (N, P, K, Mg, Cu y Zn) y 'Kent' (P, K, Ca, Mg, Fe y Zn) respecto al flujo de primavera. Caso contrario ocurrió en 'Tommy Atkins' en el flujo de primavera el cual obtuvo los ENF más altos en N, P, Ca, S, Cu, Zn y B. Entre cultivares los mayores ENF se encontraron en 'Ataulfo' (N, K, S, Mn y B), 'Tommy Atkins' (P, Ca, Fe, Cu y Zn) y sólo Mg en 'Kent'.

3.4.2. Versión-2 de estándares nutrimentales foliares. El cultivar (Kent y Tommy Atkins) y flujo vegetativo afectaron el ENF para cada nutrimento analizado (Cuadro 49). El cultivar Kent presentó el mayor número de ENF en P, Ca, S, Cu, Mn y B, comparado con 'Tommy Atkins' en N, K, Mg, Fe y Zn. La comparación entre flujos vegetativos mostró que, el flujo de primavera presentó el mayor número de casos (8) de ENF altos en 'Kent' (P, K, Ca, S, Cu, Mn, Zn, y B) comparado con el flujo de verano (N, Mg y Fe). En el caso del flujo de primavera (N, P, S, Cu y B) y flujo de verano (K, Ca, Fe, Mn y Zn) en 'Tommy Atkins' presentaron igual número de ENF altos, y sólo el Mg fue igual en los dos flujos vegetativos.

3.4.3. Comparación de estándares nutrimentales foliares de las Versiones-1 y 2

3.4.3.1. 'Kent'. En el flujo vegetativo de primavera, los ENF variaron entre las versiones. Los de la Versión-2 (con FSE) fueron superiores en P, K, Ca y Zn, respecto a los de la Versión-1 (sin FSE). Sin embargo, fue inferior en S, Fe y Cu. Los ENF foliares que fueron similares entre las dos Versiones fueron N, Mg, Mn y B (Cuadro 50).

Para el flujo vegetativo de verano los ENF de la Versión-2, presentaron valores más altos en N, P, S y Mn que la Versión-1. Por su parte, la Versión-1 fue mayor en Fe, Cu y Zn. Los ENF que no mostraron diferencias entre Versiones fueron K, Ca, Mg y B (Cuadro 50).

3.4.3.2. 'Tommy Atkins'. Los ENF de la Versión-2 del flujo de primavera, mostraron valores más altos de N, K y Mg, respecto a la Versión-1. En el caso de la Versión-1, se observaron mayores ENF de P, Ca, S, Fe, Cu y B. En ambas versiones se comportaron de igual manera el Mn y Zn (Cuadro 50).

En el flujo vegetativo de otoño, también se encontraron diferencias al comparar los ENF de las Versiones-1 y 2. De los 11 nutrimentos estudiados, cuatro de ellos (N, K, Mg y Zn) fueron mayores en la Versión-2. Asimismo, la Versión-2 presentó concentraciones más bajas de Ca, Fe, Cu y B, respecto a la Versión-1. Las Versiones-1 y 2 presentaron ENF similares para P, S y Mn (Cuadro 50).

3.4.4. Versión-3 de estándares nutrimentales foliares. La Versión-3 de ENF fue obtenida sólo para los cvs. Kent y Tommy Atkins. El cultivar y flujo vegetativo afectaron el ENF para cada nutrimento estudiado (Cuadro 51). El cv. Tommy Atkins presentó más casos (7) de ENF altos en K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn y B, comparado con 'Kent' en P, S y Mn.

3.4.5. Comparación de estándares nutrimentales foliares entre flujos vegetativos de la Versión-3

3.4.5.1. 'Kent'. Se encontraron diferencias de los ENF entre los flujos de primavera y verano. El flujo de primavera obtuvo los más altos ENF en P, K, Ca, S, Cu y B, respecto al de verano. Por su parte, el flujo de verano presentó mayores ENF para N y Mg que el flujo de primavera.

Del total de nutrimentos evaluados (11), sólo en tres de ellos (Fe, Mn y Zn) no hubo diferencias debidas al flujo vegetativo (Cuadro 51).

3.4.5.2. 'Tommy Atkins'. El flujo de primavera obtuvo más altos ENF para N, P, S, y Cu, que el flujo de otoño. En este cultivar, predominó la cantidad de nutrimentos que no fueron afectados por el flujo vegetativo (K, Ca, Mg, Fe, Mn y B). El Zn fue el único caso cuyo valor de ENF fue mayor con hojas de otoño que en las de primavera (Cuadro 51).

En general, no se observó una tendencia clara del efecto del cultivar o flujo vegetativo.

3.5. Discusión

En la obtención de los ENF de la Versión-1 (sin fertilización), resultó interesante las diferencias encontradas por cultivar y flujo vegetativo. Aun sin fertilización, el tipo de flujo vegetativo afectó el contenido nutrimental foliar. En 'Ataulfo' y 'Kent' el flujo de verano presentó mayores ENF de N, P, K, Mg, Cu y Zn, así como de P, K, Ca, Mg, Fe y Zn, respectivamente. En 'Tommy Atkins' los mayores ENF correspondieron al flujo de primavera (N, P, Ca, S, Cu, Zn y B). Los niveles nutrimentales foliares sugeridos como adecuados para el mango deben tomarse como orientativos. Esto debido a que su variación depende del material genético (Young y Koo, 1969; Avilán-Rovira, 1974), las condiciones de clima, tipo de suelo y cultivares (Koo y Young, 1972).

La Versión-2 de ENF obtenidos en el ensayo de fertilización de sitio específico (FSE) resultó diferente a la Versión-1. En 'Kent' la fertilización incrementó los ENF tanto en el flujo de primavera (N, P, K, Ca, Mg, Mn, Zn y B) como en el de verano (N, P, K, S, Mn y B). En 'Tommy Atkins' la FSE también incrementó los ENF en los flujos de primavera (N, K, Mg, Mn y Zn) y otoño (N, K, Mg y Zn).

En términos generales, del análisis de los ENF de la Versión-3 para 'Kent' y 'Tommy Atkins' se puede aseverar que fueron afectados por el flujo vegetativo en cada cultivar. El flujo de primavera presentó mayores ENF en 'Kent' para macronutrimentos ($g \cdot 100^{-1}$, m.s.) en: P (0.12), K (0.78), Ca (3.00), S (0.90); para micronutrimentos ($mg \cdot kg^{-1}$) en: Cu (17.17) y B

(48.35) y en 'Tommy Atkins' en: N ($1.33 \text{ g}\cdot 100^{-1}$, m.s.), P ($0.18 \text{ g}\cdot 100^{-1}$, m.s.), S ($0.55 \text{ g}\cdot 100^{-1}$, m.s.) y Cu ($21.76 \text{ mg}\cdot \text{kg}^{-1}$), respecto al flujo de verano y otoño, respectivamente. Esto coincide con los intervalos de suficiencia reportados (Young y Koo, 1969) en Florida para mangos 'Kent', 'Parvin', 'Haden' y 'Zill', en dos condiciones de suelo para N, P, K, Ca y Mg. Los ENF obtenidos en la presente investigación para los dos flujo vegetativos de 'Kent' en Nayarit, fueron menores en N, P, K y Ca que los encontrados por Benitez-Pardos *et al.* (2003) en la región de Sinaloa.

Los ENF obtenidos para los dos flujos vegetativos en 'Tommy Atkins' fueron menores en N y Mn, y mayores en Fe, Cu y Zn que los propuestos por Medeiros *et al.* (2004) en Brasil. Ponchner *et al.* (1993) obtuvieron en Costa Rica, niveles foliares adecuados en 'Tommy Atkins', los cuales fueron menores en K y Mg y mayores en Ca a los obtenidos en la presente investigación para los dos flujo vegetativos de 'Tommy Atkins'. Chadha *et al.* (1980) en la India, encontraron en el cv. Chausa niveles foliares menores en Ca y Mn y niveles mayores en Mg que los obtenidos en esta investigación para 'Kent' y 'Tommy Atkins' en los dos flujos vegetativos.

Las diferencias encontradas entre cultivares y flujos vegetativos, así como su comparación con la información disponible de otras regiones productoras de mango confirman la necesidad de obtener ENF para cada región, cultivar y flujo vegetativo, para evitar errores en el diagnóstico nutrimental foliar y que ello limite la producción y calidad del fruto. Al realizar diagnósticos nutrimentales precisos se facilita la agricultura de precisión y evita la inadecuada aplicación de fertilizantes (exceso o disminución) en los huertos, lo cual puede proporcionar ahorros en la compra de fertilizantes y su aplicación, así como la reducción en la contaminación ambiental.

3.6. Conclusiones

Se desarrollaron y validaron estándares nutrimentales foliares que permiten obtener producciones $\geq 130 \text{ kg}\cdot \text{árbol}^{-1}$ ('Ataulfo'), $\geq 150 \text{ kg}\cdot \text{árbol}^{-1}$ ('Kent') y $\geq 140 \text{ kg}\cdot \text{árbol}^{-1}$ ('Tommy Atkins').

La fertilización modificó los ENF. En 'Kent' causó el incremento de los ENF para N, P, K, Ca, Mg, Mn, Zn y B (flujo de primavera) y en N, P, K, S, Mn y B (flujo de verano). En 'Tommy Atkins' incrementó los de N, K, Mg, Mn y Zn (flujo de primavera) y en N, K, Mg y Zn (flujo de otoño).

De los flujos vegetativos estudiados en cada cultivar, los mayores cambios debidos a la fertilización fueron observados en el flujo de primavera (P, K, Ca, S, Cu, Mn y B) del cv. 'Kent' y en el flujo de primavera (N, P, Ca, S, Cu y B) en 'Tommy Atkins'.

Las variaciones en los estándares nutrimentales foliares hizo necesario el desarrollo de estándares para cada cultivar y flujo vegetativo.

3.7. Literatura Citada

- Avilán-Rovira, L. 1974. Cuatro años de fertilización en mango (*Mangifera indica* L.) en suelos de la serie Maracay. Maracay, Venezuela. Agron. Trop. 24(2):97-106.
- Benitez-Pardo, D., M. Hernández-Montoya, T. Osuna-Enciso, M. Valenzuela-López, y B. Galván-Piña. 2003. Muestreo y análisis foliar relacionados con fenología en mango en el Sur de Sinaloa, México. Rev. Terra Latinoamericana. 21(2):273-283.
- Chadha, K.L., J.S. Samra, and R.S. Thakur. 1980. Standardization of leaf-sampling technique for mineral composition of leaves of mango cultivar 'Chausa'. Scientia Hort. 13:323-329.
- INEGI. 1999. Carta Edafológica del estado de Nayarit. Dirección General de Geografía del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (segunda edición).
- Kenworthy, A.L. 1961. Interpreting the balance of nutrient elements in leaves of fruit trees. In: Reuther, W. (ed.). Plant analysis and fertilizer problems. A. I. B. S. Publ. 8 Washington, D.C.
- Kenworthy, A.L. 1973. Leaf analysis as an aid in fertilizing orchards. In: Walsh, L.M. and J.D. Beaton (eds.). Soil testing and plant analysis. Soil Sci. Soc. Amer. Madison, WI. pp. 381-392.
- Koo, R.C.J. and T. W.Young. 1972. Effects of age and position on mineral composition of mango leaves. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97:792-794.

- Maldonado, T.R., J.D.B. Etchevers, G.G. Alcántar, J.A. Rodríguez, y M.T. Colinas. 2001. Estado nutrimental del limón mexicano en suelos calcimórficos. Chapingo, Estado de México. *Terra Latinoamericana* 19(2):163-174.
- Maldonado-Torres, R., M.E. Álvarez-Sánchez, G. Almaguer-Vargas, A.F. Barrientos-Priego, y R. García-Mateos. 2007. Estándares nutrimentales para aguacatero 'Hass'. Chapingo, Estado de México. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 13(1):103-108.
- Medeiros, A.A., J.R.A. Amorim, D.J. Silva, J.A. Dantas, and A.G. Guerra. 2004. Mineral composition of leaves and fruits of irrigated mango trees in Rio Grande do Norte State, Brazil. *Acta Hort.* 403-408.
- Palacios-Alvarado, J.M. 1986. Dinámica y balance nutrimental en árboles de aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. 'Hass' con alto y bajo rendimiento en la región de Uruapan, Michoacán. Tesis Maestría en Ciencias, Colegio de Posgraduados. Chapingo, México. 93 p.
- Ponchner, S., R. Rojas, y E. Bornemisza. 1993. Variación estacional de nutrientes en árboles de mango (*Mangifera indica*) en tres suelos del pacífico seco de Costa Rica. I. macronutrientes. *Agronomía Costarricense* 17(2):21-30.
- SAGARPA-SIAP. 2011. Sistema producto mango: Resultados para mango 2011: http://www.oejdrus-portal.gob.mx/agricola_siap/icultivo/index.jsp. Consultada el 20 de Octubre de 2011.
- Salazar-García, S. y I. Lazcano-Ferrat. 1999. Diagnóstico nutrimental del aguacate 'Hass' bajo condiciones de temporal. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 5 (número especial):173-184.
- Salazar-García, S. 2002. Nutrición del Aguacate, Principios y Aplicaciones. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en asociación con el Instituto de la Potasa y el Fósforo (INPOFOS). Querétaro, México. 1ra. Impresión. 165 p.
- Salazar-García, S., I.J.L. González-Durán, A. Álvarez-Bravo, y J. González-Valdivia. 2011. Programa de computo (sistema para el diagnóstico nutrimental foliar de los mangos 'Ataulfo', 'Kent' y 'Tommy Atkins' en Nayarit, México. <http://www.cesix.inifap.gob.mx/frutalestropicales/nutricionmangonayarit-consideraciones.php> Consulta el 28 de Octubre de 2011.

- SAS Inc. 2002. SAS/STAT User's Guide, Version 9, Fourth Ed. Vol. 1 and 2. SAS Institute Int., Cary, N.C. USA.
- Young, T.W. and R.C.J. Koo. 1969. Mineral composition of Florida mango leaves. Proc. Fla. State Hort. Soc. 82:324-328.

Cuadro III-45. Principales características de los huertos de mango empleados para obtener la Versión-1 de estándares nutrimentales foliares.

Municipio y zona	Localidad	Cultivar	Coordenadas	Altitud (msnm) ^f	PMA (mm) ^g	Tipo de suelo ^x	pH	Edad (años)
Acaponeta (Zona Norte)	Buenavista	Kent	N22°27'44.0'' O105°26'55.8''	11	1,325	(Be + Je + Zo /2). Cambisol éutrico + Fluvisol éutrico +	5.1	10
		Tommy Atkins	N22°27'44.0'' O105°26'55.8''	14		Solonchak órtico, textura media.	6.4	18
Tepic (Zona Centro)	Atonalisco	Ataulfo	N21°36'46.9'' O104°49'43.6''	601	1,090	(Hh + Re 2/P). Fozem háplico + Regosal éutrico, textura media	4.9	12
Compostela (Zona Sur)	Chacala	Ataulfo	N21°10'20.3'' O105°10'32.7''	42	1,225	(Hh + Re + Bc /2 L). Fozem háplico	4.7	11
		Kent	N21°10'05.2'' O105°10'31.5''	54		+ Regosal éutrico + Cambisol, textura	6.6	17
		Tommy Atkins	N21°10'14.3'' O105°09'52.2''	38		media.	5.5	17

^xINEGI, 1999.

^gprecipitación media anual.

^fmetros sobre el nivel del mar.

Cuadro III-46. Principales características de los huertos de mango empleados para obtener la Versión-2 de estándares nutrimentales foliares.

Municipio y zona	Localidad	Cultivar	Coordenadas	Altitud (msnm) ²	PMA (mm) ³	Tipo de suelo ^x	pH	Edad (años)
Acaponeta (Zona Norte)	Buenavista	Kent	N 21°27'22.0" O 105°27'00.5"	193	1,308	(Be + Je + Zo /2). Cambisol éutrico + Fluvisol éutrico + Solonchak órtico, textura media.	5.7	17
		Ataulfo	N 21°36'46.1" O 105°11'19.6"	193		(Ah + Bc /3 P). Acrisol húmico +	6.6	10
San Blas (Zona Centro)	Las Palmas	Kent	N 21° 36' 41.1" O 105° 11' 17.0"	193	1,453	Cambisol crómico, textura fina, pedregosa.	5.9	10
		Tommy Atkins	N 21°36'45.8" O 105°11'19.5"	140			5.8	30
Compostela (Zona Sur)	El Divisadero	Ataulfo	N 21°07'03.0" O 105°11'04.6"	104		(Hh + Re + Be /2 L). Fozem háplico +	4.7	12
	Chacala	Tommy Atkins	N 21°10'26.0" O 105°10'50.4"	18	1,453	Regosol éutrico + Cambisol, textura media.	5.9	8

^xINEGI, 1999.

²precipitación media anual.

³metros sobre el nivel del mar.

Cuadro III-47. Tratamientos anuales de fertilización dosis normal (g/árbol⁻¹) aplicados al suelo en 2010 y 2011, en huertos de mango cvs. Ataulfo (Las Palmas, Mpio. de San Blas y El Divisadero, Mpio de Compostela), Kent (Las Palmas, Mpio. de San Blas y Buenavista, Mpio de Acaponeta) y Tommy Atkins (Las Palmas, Mpio. de San Blas y Chacala, Mpio de Compostela).

Fuentes de fertilizantes	2010						2011						Fecha de aplicación
	Ataulfo, Las Palmas	Ataulfo, El Divisadero	Kent, Las Palmas	Kent, Buenavista	Tommy Atkins, Las Palmas	Tommy Atkins, Chacala	Ataulfo, Las Palmas	Ataulfo, El Divisadero	Kent, Las Palmas	Kent, Buenavista	Tommy Atkins, Las Palmas	Tommy Atkins, Chacala	
Fosfonitrato	-	-	-	-	-	-	1158	702	1041	973	1740	1109	Julio y Sep.
(NH ₄) ₂ SO ₄	1063	1068	1993	1859	-	1549	-	-	-	-	-	-	Julio y Sep.
MAP					3631	-							Julio y Sep.
SFCT	463	954	239	797	-	888	917	329	586	485	233	359	Julio
KCl	279	464	304	493	1085	342	648	1142	558	618	1104	626	Julio y Sep.
Ca(OH) ₂	-	2668	-	1763	-	-	-	6578	2424	-	-	2493	Junio
CaSO ₄	2952	6069	255	1063	800	503	1042	-	-	10317	12185	-	Junio
MgSO ₄	118	1376	249	838	253	114	128	152	239	666	372	235	Julio
FeSO ₄	58	87	48	73	122	130	31	41	72	70	97	52	Julio
MnSO ₄	171	93	80	32	39	173	81	33	55	16	26	14	Julio
ZnSO ₄	11	16	8	14	18	8	9	6	13	7	10	8	Julio
Boronat	147	97	213	449	561	512	106	41	137	122	109	92	Julio

Fosfonitrato (31% N y 4% P₂O₅); (NH₄)₂SO₄ (21% N); MAP (11% N y 52% P₂O₅); SFCT (46% P₂O₅ y 13% CaO); KCl (60% K₂O); MgSO₄ (10%); FeSO₄ (19%); MnSO₄ (27%); ZnSO₄ (35%); Boronat (30%).

Cuadro III-48. Versión-1 de estándares nutrimentales foliares (ENF) según el cultivar de mango y flujo vegetativo.

Cultivares	(g.100 g ⁻¹ , m.s.)						(mg.kg ⁻¹ , m.s.)				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B
	'Ataulfo', flujo de primavera (≥130 kg-árbol ⁻¹)										
ENF	1.12	0.06	0.53	1.61	0.12	0.88	93.33	4.28	1190.00	14.46	51.50

	'Ataulfo', flujo de verano (≥130 kg-árbol ⁻¹)										
ENF	1.31	0.08	0.99	1.23	0.14	0.07	85.35	7.28	651.00	15.08	25.45

	'Kent', flujo de primavera (≥150 kg-árbol ⁻¹)										
ENF	1.09	0.04	0.51	2.19	0.15	0.90	100.54	17.17	733.22	12.13	47.48

	'Kent', flujo de verano (≥150 kg-árbol ⁻¹)										
ENF	0.92	0.06	0.65	2.70	0.24	0.08	110.28	8.28	635.06	15.94	31.18

	'Tommy Atkins', flujo de primavera (≥140 kg-árbol ⁻¹)										
ENF	1.00	0.18	0.55	3.15	0.19	0.55	88.32	21.76	215.50	17.03	50.30

	'Tommy Atkins', flujo de otoño (≥140 kg-árbol ⁻¹)										
ENF	0.85	0.06	0.64	2.94	0.20	0.09	158.25	8.77	747.00	15.73	34.05

Cuadro III-49. Versión-2 de estándares nutrimentales foliares (ENF) según el cultivar de mango y flujo vegetativo.

Cultivares	(g, 100 g ⁻¹ , m.s.)				(mg, kg ⁻¹ , m.s.)						
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B
ENF	1.15	0.12	0.78	2.99	0.20	0.12	49.31	6.85	1206.61	15.15	48.58
	Kent', flujo de primavera (≥ 150 kg-árbol ⁻¹)										
ENF	1.31	0.11	0.69	2.32	0.22	0.09	59.01	5.60	908.42	12.49	34.50
	Kent', flujo de verano (≥ 150 kg-árbol ⁻¹)										
	Tommy Atkins', flujo de primavera (≥ 140 kg-árbol ⁻¹)										
ENF	1.33	0.11	0.84	2.46	0.25	0.11	64.99	5.65	507.44	19.29	22.94
	Tommy Atkins', flujo de otoño (≥ 140 kg-árbol ⁻¹)										
ENF	1.18	0.06	0.86	2.49	0.25	0.09	88.51	5.25	543.67	29.21	17.64

Cuadro III-50. Comparación de las Versiones-1 y 2 de estándares nutrimentales foliares para dos flujos vegetativos de los cvs. Kent y Tommy Atkins.

Estándar nutrimental	No. de árboles	(g.100 g ⁻¹ , m.s.)						(mg.kg ⁻¹ , m.s.)				
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B
Kent, flujo de primavera (≥ 150 kg-árbol ⁻¹)												
Versión-1	9	1.09 az	0.04 b	0.51 b	2.19 b	0.15 a	0.90 a	100.54 a	17.17 a	733.20 a	12.13 b	47.48 a
Versión-2	34	1.15 a	0.12 a	0.78 a	3.00 a	0.20 a	0.12 b	49.31 b	6.85 b	1206.60 a	15.15 a	48.58 a
<i>Pr > F</i>		0.3569	0.0001	0.0001	0.0011	0.0824	0.0001	0.0001	0.0001	0.0752	0.0039	0.8901
Kent, flujo de verano (≥ 150 kg-árbol ⁻¹)												
Versión-1	18	0.92 b	0.06 b	0.65 a	2.70 a	0.24 a	0.08 b	110.28 a	8.28 a	635.06 b	15.94 a	31.18 a
Versión-2	23	1.31 a	0.11 a	0.69 a	2.32 a	0.22 a	0.09 a	59.01 b	5.60 b	908.45 a	12.48 b	34.50 a
<i>Pr > F</i>		0.0001	0.0001	0.2709	0.0871	0.082	0.0218	0.0001	0.0001	0.0033	0.0001	0.4167
Tommy Atkins, flujo de primavera (≥ 140 kg-árbol ⁻¹)												
Versión-1	6	1.00 bz	0.18 a	0.55 b	3.15 a	0.19 b	0.55 a	88.32 a	21.76 a	215.50 a	17.03 a	50.30 a
Versión-2	39	1.33 a	0.11 b	0.84 a	2.46 b	0.25 a	0.11 b	64.99 b	5.65 b	507.40 a	19.29 a	22.94 b
<i>Pr > F</i>		0.0001	0.0001	0.0010	0.0318	0.0300	0.0001	0.0447	0.0001	0.0942	0.2462	0.0001
Tommy Atkins, flujo de otoño (≥ 140 kg-árbol ⁻¹)												
Versión-1	4	0.85 b	0.06 a	0.64 b	2.94 a	0.20 b	0.09 a	158.25 a	8.77 a	747.00 a	15.73 b	34.05 a
Versión-2	37	1.18 a	0.06 a	0.86 a	2.50 b	0.25 a	0.09 a	88.51 b	5.25 b	543.70 a	29.21 a	17.64 b
<i>Pr > F</i>		0.0001	0.2243	0.0003	0.0102	0.0386	0.6719	0.0002	0.0003	0.2787	0.0492	0.0001

^aMedias con la misma literal en la columna para cada flujo vegetativo y cultivar son estadísticamente iguales (Duncan, $P = 0.05$).

Cuadro III-51. Versión-3 de estándares nutrimentales foliares (ENF) para los dos flujos vegetativos de los cvs. Kent y Tommy Atkins, así como comparación de los ENF entre los dos flujos vegetativos de cada cultivar.

Flujos Vegetativos	(g.100 g ⁻¹ , m.s.)						(mg.kg ⁻¹ , m.s.)				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B
Cv. Kent											
Primavera	1.14 b ²	0.12 a	0.78 a	3.00 a	0.19 b	0.90 a	100.54 a	17.17 a	1107.50 a	15.15 a	48.35 a
Verano	1.31 a	0.11 b	0.67 b	2.48 b	0.23 a	0.09 b	110.28 a	8.28 b	908.50 a	15.94 a	33.04 b
Cv. Tommy Atkins											
Primavera	1.33 a ²	0.18 a	0.84 a	3.15 a	0.25 a	0.55 a	88.32 a	21.76 a	468.52 a	18.99 a	50.30 a
Otoño	1.18 b	0.06 b	0.86 a	2.94 a	0.25 a	0.09 b	158.25 a	8.77 b	563.50 a	29.21 a	34.05 a

²Medias con la misma literal en la columna para cada cultivar de mango son estadísticamente iguales (Duncan, $P = 0.05$).