



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN
PARA EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL
UNIDAD DURANGO

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y RENDIMIENTO EN
FRUTOS DE DURAZNERO [*Prunus persica* (L.) BATSCH]
Y PERAL [*Pyrus communis* (L.) BATSCH] EN TRES
HUERTOS MIXTOS, AFECTADOS POR INSECTOS,
EN SANTIAGO PAPASQUIARO**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO
DE MAESTRO EN CIENCIAS EN
GESTIÓN AMBIENTAL**

PRESENTA

JOEL DÍAZ MARTÍNEZ

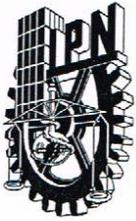
DIRECTORES DE TESIS

Dr. Gerardo Pérez Santiago

Dr. Isaías Chairez Hernández



Victoria de Durango, Dgo., Noviembre de 2014



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de Durango, Dgo. siendo las 12:00 horas del día 14 del mes de Noviembre del 2014 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación del: CIIDIR-IPN Unidad Durango para examinar la tesis titulada:

Evaluación de la calidad y rendimiento en frutos de duraznero (*Prunus persica* (L.) Batsch) y peral (*Pyrus communis* (L.) Batsch) en tres huertos mixtos, afectados por insectos, en Santiago Papasquiari

Presentada por el alumno:

Díaz	Martínez	Joel
Apellido paterno	Apellido materno	Nombre(s)
		Con registro:
		B 1 2 0 6 0 8

aspirante de:

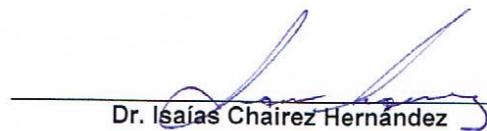
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN GESTIÓN AMBIENTAL

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

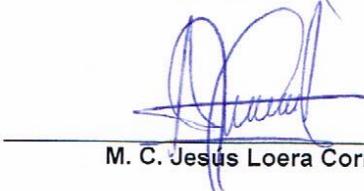
Directores de tesis


Dr. Gerardo Pérez Santiago


Dr. Isaiás Chairez Hernández


Dr. J. Natividad Gurrola Reyes


Dr. José Antonio Ávila Reyes


M. C. Jesús Loera Corrales


M. C. María Pioquinta González Castillo

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES


Dr. José Antonio Ávila Reyes
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL C.I.I.D.I.R. UNIDAD DURANGO I.P.N.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REGISTRO DE TEMA DE TESIS Y DESIGNACIÓN DE DIRECTORES DE TESIS

México, D.F. a 18 de Noviembre del 2014

El Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CIIDIR Durango en su sesión Ordinaria No. 9 celebrada el día 4 del mes de Noviembre conoció la solicitud presentada por el(la) alumno(a):

DÍAZ

MARTÍNEZ

JOEL

Apellido paterno

Apellido materno

Nombre (s)

Con registro:

B	1	2	0	6	0	8
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante de: Maestría en Ciencias en Gestión Ambiental

1.- Se designa al aspirante el tema de tesis titulado:

Evaluación de la calidad y rendimiento en frutos de duraznero (*Prunus persica* (L.) Batsch) y peral (*Pyrus communis* (L.) Batsch) en tres huertos mixtos, afectados por insectos en Santiago Papasquiáro

De manera general el tema abarcará los siguientes aspectos:

2.- Se designan como Directores de Tesis a los Profesores:

Dr. Gerardo Pérez Santiago y Dr. Isaías Chairez Hernández

3.- El trabajo de investigación base para el desarrollo de la tesis será elaborado por el alumno en: CIIDIR-IPN Unidad Durango

que cuenta con los recursos e infraestructura necesarios.

4.- El interesado deberá asistir a los seminarios desarrollados en el área de adscripción del trabajo desde la fecha en que se suscribe la presente hasta la aceptación de la tesis por la Comisión Revisora correspondiente:

Directores de Tesis

Dr. Gerardo Pérez Santiago

Aspirante

Ing. Joel Díaz Martínez

Dr. Isaías Chairez Hernández

Presidente del Colegio

Dr. José Antonio Avila Reyes



CENTRO INTERDISCIPLINARIO
DE INVESTIGACIÓN PARA EL
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL
C.I.I.D.I.R.
UNIDAD DURANGO
I.P.N.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de México, D.F. el día **14** del mes de **Noviembre** del año **2014**, el que suscribe **Joel Díaz Martínez** alumno del Programa de **Maestría en Ciencias en Gestión Ambiental**, con número de registro **B120608**, adscrito al **Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango. CIIDIR-IPN Unidad Durango**, manifiesta que es el autor intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del **Dr. Gerardo Pérez Santiago** y del **Dr. Isaías Chairez Hernández** y cede los derechos del trabajo titulado **“Evaluación de la calidad y rendimiento en frutos de duraznero (*Prunus persica* (L.) Batsch) y peral (*Pyrus communis* (L.) Batsch) en tres huertos mixtos, afectados por insectos, en Santiago Papasquiario”**, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o directores del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a las siguientes direcciones dimj_07@hotmail.com, gperezs@yahoo.com e ichairez@hotmail.com. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

JOEL DÍAZ MARTÍNEZ

LA PRESENTE INVESTIGACION SE LLEVO ACABO EN EL CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACION PARA EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL DEL INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL, UNIDAD DURANGO, DERIVADA DEL PROYECTO "BIODIVERSIDAD DE ARTRÓPODOS Y SU RELACIÓN CON LA BIODIVERSIDAD DE LAS ESPECIES VEGETALES EN LOS VALLES DE DURANGO", CLAVE SIP 20120528 Y 20131841. BAJO LA DIRECCION DE LOS DOCTORES GERARDO PÉREZ SANTIAGO E ISAIAS CHAIREZ HERNÁNDEZ ASÍ COMO DE LOS ASESORES EL DOCTOR J. NATIVIDAD GURROLA REYES Y LOS MAESTROS JESUS LOERA CORRALES Y MARIA P. GONZALEZ CASTILLO.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

JUAN GUALBERTO DIAZ Y MARICELA MARTINEZ

Por su apoyo y cariño que me han brindado a lo largo de mi caminar y por creer en mí.

A MIS HERMANOS

OSCAR, JUAN ANGEL, MARIO Y VICTOR

Por su apoyo y momentos de alegría vividos.

A MIS ABUELOS PATERNOS Y MATERNOS

Pilares de apoyo a esta familia.

A MIS TIOS Y PRIMOS

Con alegría y afecto.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

Con cariño donde quiera que se encuentren.

A PRODUCTORES FRUTICOLAS DE SANTIAGO PAPASQUIARO

Que luchan día a día por ofrecer un producto mejor.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Politécnico Nacional y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el apoyo económico recibido durante mis estudios de maestría.

Al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango, por la oportunidad y facilidades para realizar mis estudios de maestría.

A los productores de durazno y pera de San Nicolás de Arriba, Sr. Juan Manuel Díaz y Juan Gualberto Díaz por la confianza depositada en mí, para realizar el estudio en sus huertos.

Al Dr. Gerardo Pérez Santiago, por las facilidades y apoyo para seguir superándome.

Al Dr. Isaías Chaires Hernández, por sus valiosas aportaciones y recomendaciones en la revisión de este trabajo.

Al Dr. J. Natividad Gurrola Reyes y Maestros Jesús Loera Corrales y María P. Gonzalez Castillo quienes compartieron sus conocimientos para mi formación profesional y dirección de este trabajo.

A los Doctores y Maestros que compartieron su tiempo y conocimientos durante la Maestría para mi formación profesional.

Al laboratorio y personal de fitoquímica y entomología por el apoyo brindado en el desarrollo de los resultados de parámetros de calidad, rendimiento y clorofila.

A la colección entomológica y personal por los buenos ratos que compartimos y el apoyo mostrado cuando lo necesite.

Al Ing. Héctor Monarrez de Sanidad Vegetal por la donación de las trampas de feromona utilizadas en esta tesis.

A la universidad de Talca y el laboratorio de Sanidad Vegetal por las experiencias y momentos vividos durante mi estancia en su Universidad en la República de Chile.

A mis compañeros de maestría y amigos Oscar Díaz, Karina Resendez, Viviana Jaques, Daniela Mares y Ariana Santos, por las experiencias y momentos compartidos.

ÍNDICE GENERAL

	<i>Página</i>
ÍNDICE DE CUADROS	I
ÍNDICE DE FIGURAS.....	III
LISTA DE ACRÓNIMOS	V
LISTA DE ABREVIATURAS	VI
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT	VIII
INTRODUCCIÓN.....	1
I. ANTECEDENTES.....	3
1.1 La pera.....	3
1.1.1 Origen de la pera	3
1.2 Importancia del cultivo de peral.....	3
1.3 El durazno	3
1.3.1 Origen del durazno	3
1.4 Importancia del cultivo de duraznero.....	4
1.5 Manejo agronómico en cultivos de peral y duraznero	4
1.6 Nutrición mineral en cultivos de peral y duraznero.....	5
1.6.1 Nitrógeno	5
1.6.2 Fósforo	6
1.6.3 Potasio	6
1.7 Intervalos de suficiencia de N, P y K en peral.....	6
1.8 Intervalos de suficiencia de N, P y K en duraznero.....	6
1.9 Contenido de clorofila en hojas de peral y duraznero.....	7
1.10 Desarrollo de frutos de pera y durazno.....	8
1.11 Maduración y calidad de frutos de pera y durazno	8
1.12 Rendimiento en frutos de pera y durazno.....	9
1.13 Factores abióticos que dañan el cultivo de peral y duraznero	9
1.14 Factores bióticos que afectan la calidad y rendimiento de los frutales.....	10
1.14.1 Principales plagas del cultivo del peral.....	10
1.14.2 Principales plagas del cultivo de duraznero.....	11
II. JUSTIFICACIÓN	12

III. OBJETIVOS.....	14
3.1 Objetivo general.....	14
3.2 Objetivos específicos	14
IV. HIPÓTESIS	15
V. MATERIALES Y MÉTODOS	16
5.1 Área de estudio	16
5.2 Establecimiento y conducción del experimento	16
5.3 Variables de estudio en los sistema de manejo durante el ciclo fenológico	18
5.3.1 Índices de diversidad de entomofauna acompañante en frutales	18
5.3.3 Desarrollo de los frutos de peral y durazno en tres sistemas de manejo.....	19
5.3.4.1 Unidades Spad <i>in situ</i> en follaje.....	20
5.3.4.2 Clorofila total en follaje	20
5.3.4.3 Estado nutrimental del NPK en follaje	21
5.3.5 Rendimiento y porcentaje de daño en frutos de cada frutal	22
5.3.6 Evaluación de los diferentes parámetros de calidad en los frutos de duraznero y peral en tres sistemas de manejo	22
5.3.7 Evaluación fisiológica de pérdida de peso en frutos de durazno y pera en tres sistemas de manejo	24
5.4 Análisis estadístico	25
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
6.1 Índices de diversidad de entomofauna acompañante en los frutales	26
6.1.1 Biodiversidad de Diptera en tres sistemas de manejo.....	26
6.1.2 Biodiversidad de Hymenoptera en tres sistemas de manejo	30
6.1.3 Biodiversidad de Coleoptera en tres sistemas de manejo.....	34
6.1.4 Biodiversidad de Hemiptera en tres sistemas de manejo.....	38
6.1.5 Biodiversidad de Thysanoptera en tres sistemas de manejo	42
6.1.6 Biodiversidad de Lepidoptera en dos sistemas de manejo	45
6.2 Evaluación de modelos de crecimiento después de floración completa para cada frutal en tres sistemas de manejo.	46
6.3 Determinación del contenido de clorofila total, Unidades Spad y NPK en follaje para cada frutal, y nutrimentos de suelo en tres sistemas de manejo	56
6.3.1 Determinación de clorofila total en follaje	56
6.3.2 Determinación de Unidades Spad <i>in situ</i> en follaje.....	59

6.3.3 Determinación de estado nutrimental del NPK en follaje.....	61
6.3.4 Determinación de análisis químico del suelo.....	63
6.4 Determinación de rendimiento y porcentaje de daño en frutos.....	64
6.4.1 Producción por árbol y por hectárea.....	64
6.4.2 Número de frutos por árbol en duraznero y peral.....	65
6.4.3 Peso del fruto de durazno y pera.....	66
6.4.3 Diámetro polar y ecuatorial del fruto.....	67
6.4.4 Clasificación comercial de los frutos.....	68
6.4.4 Porcentaje de frutos sanos y dañados en duraznero y peral.....	70
6.5 Evaluación de los diferentes parámetros de calidad en los frutos de duraznero y peral en tres sistemas de manejo.....	71
6.5.1 Sólidos solubles totales (SST) en frutos de durazno y pera.....	71
6.5.2 Firmeza en frutos de durazno y pera.....	73
6.5.3 pH en frutos de durazno y pera.....	74
6.5.4 Índice de madurez en frutos de durazno y pera.....	75
6.5.5 Acidez total titulable (ATT) en frutos de durazno y pera.....	76
6.5.6 Azúcares reductores en frutos de durazno y pera.....	77
6.6 Evaluación fisiológica de pérdida de peso en frutos de durazno y peral en tres sistemas de manejo.....	78
II. CONCLUSIONES.....	80
VIII. RECOMENDACIONES.....	82
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	83

ÍNDICE DE CUADROS

	<i>Página</i>
Cuadro 1 Intervalo de suficiencia de N, P y K en hojas de peral.....	7
Cuadro 2 Intervalo de suficiencia de N, P y K en hojas de duraznero.....	7
Cuadro 3 Índices de riqueza, dominancia y homogeneidad en tres sistemas de manejo durante 2013 (Diptera) en huertas mixtas.....	27
Cuadro 4 Índices de riqueza, dominancia y homogeneidad en tres sistemas de manejo durante 2013 (Hymenoptera) en huertas mixtas.....	31
Cuadro 5 Índices de riqueza, dominancia y homogeneidad en tres sistemas de manejo durante 2013 (Coleoptera) en huertas mixtas.....	35
Cuadro 6 Índices de riqueza, dominancia y homogeneidad en tres sistemas de manejo durante 2013 (Hemiptera) en huertas mixtas.....	39
Cuadro 7 Índices de riqueza, dominancia y homogeneidad en tres sistemas de manejo durante 2013 (Thysanoptera) en huertas mixtas.....	43
Cuadro 8 Medias del diámetro polar en (mm) en frutos de pera criolla.....	48
Cuadro 9 Medias del diámetro ecuatorial en (mm) en frutos de pera criolla.....	48
Cuadro 10 Medias del diámetro polar en (mm) en frutos de durazno criollo.....	49
Cuadro 11 Medias del diámetro ecuatorial en (mm) en frutos de durazno criollo.....	50
Cuadro 12 Estimación de coeficientes del modelo y sistema de manejo en frutos de pera.....	51
Cuadro 13 Comparación entre los coeficientes de los modelos (<i>t</i> de student) en frutos de pera ($t=2.11$, 16 gl, $P\leq 0.05$).....	53
Cuadro 14 Estimación de los coeficientes de cada modelo por sistema de manejo en frutos de durazno	54
Cuadro 15 Comparación entre los coeficientes de los modelos (<i>t</i> de student) en frutos de durazno ($t=2.11$, 16 gl, $p\leq 0.05$).....	55

Cuadro 16	Análisis de varianza de regresión y correlación, en hojas de duraznero.....	57
Cuadro 17	Análisis de varianza de regresión y correlación, en hojas de peral.....	57
Cuadro 18	Concentración de N, P y K en duraznero y peral, agosto.....	62
Cuadro 19	Concentración de NPK (mg g ⁻¹) por diferentes autores en cultivares de duraznero y época de muestreo.....	63
Cuadro 20	Número, diámetros y peso en frutos de durazno y pera.....	66
Cuadro 21	Características de fruto de pera en función de tres cosechas en tres sistemas de manejo de cultivar criollo.....	74
Cuadro 22	Características de fruto de durazno en función de tres cosechas en tres sistemas de manejo de cultivar criollo.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

	<i>Paginas</i>
Figura 1	Número de individuos de insectos por familia del Orden Diptera, en tres sistemas de manejo, en Santiago Papatquiaro..... 28
Figura 2	Dendrograma de la riqueza de Diptera, en tres sistemas de manejo con la distancia Euclidiana y el método de Ward..... 29
Figura 3	Dendrograma de la riqueza de Diptera, con la distancia Euclidiana y el método de Ward..... 30
Figura 4	Número de individuos de insectos por familia del Orden Hymenoptera, en tres sistemas de manejo, en Santiago Papatquiaro..... 32
Figura 5	Dendrograma de la riqueza de Hymenoptera, en tres sistemas de manejo con la distancia Euclidiana y el método de Ward..... 33
Figura 6	Dendrograma de la riqueza de Hymenoptera con la distancia Euclidiana y el método de Ward..... 34
Figura 7	Número de individuos de insectos por familia del Orden Coleoptera, en tres sistemas de manejo, en Santiago Papatquiaro..... 36
Figura 8	Dendrograma de la riqueza de Coleoptera, en tres sistemas de manejo con la distancia Euclidiana y el método de Ward..... 37
Figura 9	Dendrograma de la riqueza de Coleoptera con la distancia Euclidiana y el método de Ward..... 38
Figura 10	Número de individuos de insectos por familia del Orden Hemiptera, en tres sistemas de manejo, en Santiago Papatquiaro..... 40
Figura 11	Dendrograma de la riqueza de Hemiptera, en tres sistemas de manejo con la distancia Euclidiana y el método de Ward..... 41
Figura 12	Dendrograma de la riqueza de Hemiptera con la distancia Euclidiana y el método de Ward..... 42
Figura 13	Número de individuos de insectos por familia del Orden Thysanoptera, en tres sistemas de manejo, en Santiago Papatquiaro..... 44

Figura 14	Dendrograma de la riqueza de Thysanoptera, en tres sistemas de manejo con la distancia Euclidiana y el método de Ward.....	44
Figura 15	Dendrograma de la riqueza de Thysanoptera con la distancia Euclidiana y el método de Ward.....	45
Figura 16	Monitoreo de palomilla del manzano con trampa de feromona.....	46
Figura 17	Dinámica de crecimiento de pera criolla.....	47
Figura 18	Dinámica de crecimiento de durazno criollo.....	49
Figura 19	Correlación entre clorofila extractable y Unidades Spad en hojas de duraznero (A) y peral (B).....	58
Figura 20	Contenido de clorofila en hojas de duraznero (A) y peral (B).....	60
Figura 21	Rendimiento en frutos de pera (A) y durazno (B) entre sistema de manejo.....	65
Figura 22	Porcentaje de frutos en calibres de comercialización de durazno (A) y pera (B) entre los diferentes sistema de manejo.....	69
Figura 23	Porcentaje de daño en frutos de durazno (A) y pera (B).....	71
Figura 24	Porcentaje de sólidos solubles totales en durazno (A) y pera (B).....	72
Figura 25	Porcentaje de índice de madurez en frutos de durazno (A) y pera (B)...	75
Figura 26	Porcentaje de pérdida de peso en durazno (A) y pera (B).....	79

LISTA DE ACRÓNIMOS

ANOVA	Análisis de varianza
AOAC	Association of Official Analytical Chemist
ATP	Adenosina trifosfato
ATT	Acidez total titulable
CIIDIR	Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
cv	Cultivar
DDF	Días después de floración
ECM	Error cuadrático medio
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INIFAP	Instituto Nacional de Investigación Forestal Agrícola y Pecuaria
IPN	Instituto Politécnico Nacional
NaOH	Hidróxido de sodio
SIAP	Servicio de Información Agropecuario y Pesquero
SAGARPA	Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación
SST	Sólidos solubles totales

LISTA DE ABREVIATURAS

$\mu\text{g cm}^{-2}$	Microgramo por centímetro cuadrado
cm^2	Centímetro cuadrado
g	Gramo
g kg^{-1}	Gramo por kilogramo
gl	Grados de libertad
ha	Hectárea
K	Potasio
kg	Kilogramo
kg cm^{-2}	Kilogramo por centímetro cuadrado
kg m^{-2}	Kilogramo por metro cuadrado
kgf	Kilogramo fuerza
L	Litro
m	Metro
mg g^{-1}	Miligramo por gramo
mg L^{-1}	Miligramo por litro
mL	Mililitros
mm	Milímetros
mm^3	Milímetros cúbicos
N	Nitrógeno (únicamente en temas de fertilización)
N	Normal (únicamente en temas de química analítica)
nm	Nanómetro
NPK	Nitrógeno, Fósforo y Potasio
$^{\circ}\text{Brix}$	Grados Brix
P	Fósforo
pH	Potencial de hidrogeno
t ha^{-1}	Toneladas por hectárea
ton	Toneladas
Zn	Zinc

RESUMEN

La producción de frutales de duraznero y peral en la región de Santiago Papasquiari, Durango, enfrenta diversos problemas a saber: climáticos, edáficos, fitosanitarios y de manejo. Por lo que en la presente investigación se analizaron tres tipos de manejo agronómico en frutales para evaluar la calidad y rendimiento en huertas mixtas de duraznero y peral: sistema de manejo uno T1 manejo agronómico más protección a plagas, sistema de manejo dos T2 manejo agronómico, y sistema de manejo tres T3 manejo de la forma tradicional como lo realizan los productores. El estudio se realizó durante la temporada de producción 2013. Adicionalmente, se realizaron muestreos de insectos mediante trampas cromáticas jabonosas (amarillas) colocadas desde el mes de marzo hasta agosto e inspeccionadas cada 15 días; los especímenes fueron separados a nivel familia, se determinaron los índices de diversidad de Shannon, Margalef, Berger Parker y Simpson, se especificaron los insectos plagas y benéficos. Se determinó el crecimiento del diámetro polar y ecuatorial en ambos frutos después de la plena floración; con el empleo de los modelos Logístico, Gompertz y Monomolecular. Se determinaron el contenido total de clorofila y NPK en follaje además del rendimiento, calidad y pérdida de peso de los frutos mantenidos a temperatura ambiente. Se encontró que en los tres sistemas de manejo existe biodiversidad baja y mediana de entomofauna acompañante, en los principales Ordenes. El sistema de manejo T3 presentó el mayor número de familias de insectos Diptera y Thysanoptera y el sistema T2 presentó Hemiptera y Coleoptera que actúan como plagas. Sin embargo el sistema de manejo T1 presentó la mayor abundancia de familias de insectos himenópteros que actúan como agentes de control biológico, del Orden Lepidoptera. El modelo de mayor ajuste y precisión correspondió al Monomolecular con el menor error cuadrático medio en los tres sistemas de manejo para ambos diámetros, el sistema de manejo T1 presentó el mayor diámetro polar y ecuatorial en ambos frutos. El rendimiento más alto en ambos frutales correspondió al sistema de manejo T1 y el mayor porcentaje de daño en el sistema de manejo T3. El contenido total de clorofila y NPK en follaje mostró los valores más altos en el T1 debido al manejo fitosanitario y al programa de fertilización utilizado. La evaluación de los parámetros de calidad evidenció que los atributos diferencian entre cada sistema de manejo y que la segunda cosecha realizada a los 140 días fue la que presentó los mejores valores en el T1. La pérdida de peso indicó que en ambos frutos fue más drástica durante los primeros 10 días, presentó una deshidratación excesiva a los 20 días y con una apariencia de marchitez más notoria en T3. Por lo que, es posible la mejora en calidad y rendimiento de los frutales para la región de Santiago Papasquiari, Dgo., con la implementación de programas de manejo agronómico y prevención de plagas, con el consecuente beneficio a los productores de la región.

Palabras clave: duraznero, peral, calidad y rendimiento

ABSTRACT

Fruits production in Santiago Papasquiario, Durango, region has several problems including climate, soil, pest and agronomic management. In the present research, three types of agronomic practices on fruit production were analyzed to assess the quality and performance in mixed orchards of peach and pear trees: management system one T1 agronomic management plus pest protection, management system two T2 just agronomic management and management system three T3 management traditionally of local farmers. The study was carried out during the production season 2013. Insect survey were performed using insect yellow traps of soap, placed from March to August and revised every 15 days in each orchard management system; specimens were separated to family level, diversity index Shannon, Margalef, Simpson and Berger Parker were determined, insect pests and beneficial are specified. Growth of polar and equatorial diameter in both fruits after full bloom were determined with the use of Logistic, Gompertz and Monomolecular models. The total chlorophyll content and NPK foliage were determined in addition to the performance of quality and weight loss of the fruits kept at room temperature. Results show that in the three management systems there were low and medium insect fauna biodiversity in major Orders. Management system T3 had the highest number of families of insects Diptera and Coleoptera and system T2 Hemiptera and Coleoptera, with insects pest. However, the management system T1 had the highest abundance of families of Hymenoptera insects, which acts as biological control agents of Lepidoptera insects. The fit and greater precision according to de less mean square error in the three management systems for both diameters, corresponded Monomolecular model and less mean square error in the three management systems for both diameters, management system T1 had the highest polar and equatorial diameter in both fruits. The highest yield fruit corresponded to management system T1 and the highest percentage of damage to management system T3. Total chlorophyll content and foliage NPK showed the highest values in the T1 due to preventive pest practices and fertilization program used. The evaluation of quality parameters revealed amount attributes, which were different among each management system, and the second harvest performed at 140 days was the best in parameters evaluated in the T1. In both fruits, the highest weight loss occurred during the first 10 days, showing an excessive dehydration and a more noticeable appearance of wilt at 20 days in T3. Therefore, it is possible to improve quality and yield fruit for the region of Santiago Papasquiario, Durango, with the implementation of programs of agronomic management and pest prevention, with consequent economic benefit to producers in the region.

Keywords: peach, pear, quality and yield

INTRODUCCIÓN

A nivel nacional México cuenta con una superficie de 43 942 ha plantadas con duraznero, los principales estados productores son Zacatecas, Michoacán, México, Puebla, Chihuahua, Morelos y Durango. Mientras que, en peral se cuenta con una superficie de 4,478 ha plantadas. Los principales estados productores son Puebla, Michoacán, Morelos, Chiapas, Veracruz, Durango y México. El estado de Durango presenta una superficie de 1 050 ha plantadas de duraznero, los principales municipios productores son Guadalupe Victoria, Pueblo Nuevo, Tamazula y Santiago Papasquiario. Mientras que, en peral se cuenta con una superficie de 111 ha plantadas, los principales municipios productores son Canatlan, Santiago Papasquiario, Nuevo Ideal y Tepehuanes. La región de Santiago Papasquiario cuenta con 28 ha de superficie plantada de duraznero y 36 ha de peral (SIAP, 2014).

El rendimiento del cultivo por hectárea varía de acuerdo a la región, debido al cultivar, las prácticas de manejo agronómico y factores climáticos adversos como son las heladas tardías y la sequía en cultivos bajo régimen de temporal, así como por factores bióticos, entre ellas las plagas y enfermedades que afectan los cultivos y los hacen susceptibles a otros daños y demeritan la calidad del producto. En México el rendimiento del duraznero es de 4.62 t ha^{-1} , en el estado de Durango es de 2.91 t ha^{-1} , mientras que en la región de Santiago Papasquiario es de 2.64 t ha^{-1} . Para el cultivo de peral el rendimiento a nivel nacional es de 6.38 t ha^{-1} y de 6.18 t ha^{-1} para el estado de Durango, mientras que la región de Santiago Papasquiario presenta 4.58 t ha^{-1} (SIAP, 2014).

Muchos de los fracasos actuales en el cultivo del duraznero y peral, se debe principalmente a un mal manejo agronómico de los huertos y al control inadecuado

de las enfermedades e insectos plagas, entre los que podemos mencionar palomilla del manzano [*Cydia pomonella* (Linneo)], el barrenador de las ramas [*Corthylus fuscus* (Blandford)], la chinche de encaje (*Corythuca sp.*), el frailecillo (*Macrodactylus sp.*), el trips [*Frankliniella occidentalis* (Pergande)], pulgón verde [*Myzus persicae* (Sulzer)], el barrenador de ramas y frutos [*Anarsia lineatella* (Zeller)], el acaro [*Eotetranychus lewisi* (McGregor)] (Bautista, 2006) entre otros. Cabe mencionar que las plagas no son importantes solo por los daños directos que ocasionan, sino que dentro de las prácticas de manejo agronómico para su control con el uso de productos químico-sintéticos se provocan daños a la salud humana, contaminación del medio ambiente y creación de especies resistentes.

El manejo fitosanitario de los cultivos de frutales caducifolios comprende las interacciones entre la población de una plaga y las medidas que se deben tomar para evitar pérdidas significativas en la producción. Entre los factores más importantes involucradas en estas interacciones se encuentran las meteorológicas, como la temperatura, la precipitación y la humedad relativa, la condición fisiológica del cultivo, representada por la etapa de desarrollo y la nutrición, lo cual determina la magnitud del efecto sobre el rendimiento que puede variar significativamente entre regiones y de un ciclo de producción a otro. Por lo que la producción exitosa de frutales depende de la integración adecuada de factores ambientales (clima, suelo), bióticos (cultivo, plaga, malezas) y humana (manejo del cultivo) para generar una producción de calidad rentable de la fruta. Por lo que, esta investigación tuvo por objetivo evaluar la calidad y rendimiento de los frutos de duraznero y peral en tres sistemas de manejo en huertas mixtas en Santiago Papasquiaro.

I. ANTECEDENTES

1.1 La pera

1.1.1 Origen de la pera

El peral [*Pyrus communis* (L.) Batsch] se considera que su origen es de materiales silvestres de regiones de Europa Oriental y Asia Occidental. Los griegos y los romanos, cultivaron estos frutales y fueron ellos los que extendieron el cultivo por todo el Imperio, con el descubrimiento de América los españoles introdujeron este frutal en el continente. En México, este cultivo encontró condiciones óptimas para su desarrollo (Varela, 2010).

1.2 Importancia del cultivo de peral

En México se cultivan 4 479 ha de peral con una producción anual de 3 945 ton; de esta superficie la mayor parte se encuentra en la región Norte-Centro del país con un rendimiento de 6.38 t ha⁻¹ con un valor de producción de \$88 000 204.⁰⁰. En el estado de Durango se tiene una superficie plantada de 111 ha principalmente en la región de la Sierra y los Valles con una producción anual de 111 ton con un rendimiento de 6.18 t ha⁻¹ con un valor de producción de \$3 000 502.⁰⁰, mientras que en la región de Santiago Papasquiaro se tiene una superficie de 36 ha, en régimen de riego, con una producción anual de 36 ton con un rendimiento de 4.58 t ha⁻¹ con un valor de producción de \$1 000 401.⁰⁰ para el año 2013 de acuerdo con el SIAP (2014).

1.3 El durazno

1.3.1 Origen del durazno

El duraznero [*Prunus persica* (L.) Batsch] es originario de China, llegó a los romanos por los persas, como efecto de la propagación del árbol en el antiguo continente, encontradas condiciones óptimas para su desarrollo. En América no se conocía este fruto que fue traído por los españoles en el siglo XVI de Toledo,

España. En México se sembraron semillas en tierra firme de climas templados y cálidos. El durazno pertenece a la familia de las Rosaceas, es una especie arbórea de hoja caduca, alterna, simple, lanceolada y largamente acuminadas, de flores blancas rosadas, el árbol puede llegar a medir 6 m de altura y de 3 a 4 m de ancho, aunque dependerá del manejo que se le dé (Mondragón *et al.*, 2007).

1.4 Importancia del cultivo de duraznero

En México se cultivan 43 943 ha de duraznero con una producción anual de 36 213 ton; de esta superficie la mayor parte se encuentra en la región Norte-Centro del país con un rendimiento de 4.62 t ha⁻¹ con un valor de producción de \$1 000 205 964.⁰⁰. En el estado de Durango se tiene una superficie plantada de 1 050 ha en la región de las Quebradas y los Valles con una producción anual de 2 823 ton con un rendimiento de 2.91 t ha⁻¹ con un valor de producción de \$22 000 368.⁰⁰, mientras que en la región de Santiago Papasquiaro se tiene una superficie de 28 ha, en régimen de riego y temporal, con una producción anual de 73 ton con un rendimiento de 2.91 t ha⁻¹ con un valor de producción de \$596 000.⁰⁰ para el año 2013 de acuerdo con el SIAP (2014).

1.5 Manejo agronómico en cultivos de peral y duraznero

El crecimiento y desarrollo de los árboles frutales, la calidad del fruto y rendimiento depende de los factores de manejo, entre ellos la nutrición, densidad de plantación, poda, aclareo y riegos de auxilio. El objetivo del raleo de fruto es maximizar el valor de la cosecha al obtener frutos más grandes, de mejor color, forma y calidad interna (Osborne y Robinson, 2008) al reducir la competencia por carbohidratos entre frutos, se dispondrá de mayores reservas para crecer y asegurar un tamaño comercial del fruto (Ben y De Jong, 2006). La nutrición del frutal está relacionada con la disponibilidad de nutrientes en el suelo, que está determinada por la fertilidad del suelo y la fertilización que se aplique. Mediante la poda se eliminan gradualmente algunas partes del árbol con la finalidad de facilitar

las operaciones de manejo del huerto, controlar la producción y mejorar la calidad del fruto, así como prolongar la vida útil de los árboles (Mondragón *et al.*, 2007). El riego se ajustará a las posibilidades del sitio, topografía y disponibilidad de agua, además de las circunstancias económicas del productor, lo importante es proveer al árbol de agua en el volumen adecuado y cubrir las etapas críticas de manera suficiente (INIFAP, 2003).

1.6 Nutrición mineral en cultivos de peral y duraznero

Se conocen 17 elementos químicos que son necesarios para el desarrollo de los frutales, de los cuales 14 provienen del suelo e ingresan por la raíz junto con la absorción del agua (Tinsdale y Nelson, 1988). Los principales elementos para la nutrición del cultivo son Nitrógeno, Fósforo y Potasio, por lo cual la deficiencia o escases de alguno de ellos afecta su ciclo biológico y rendimiento, por lo que deben ser aportados mediante fertilización mineral (Faust, 1989).

1.6.1 Nitrógeno

El nitrógeno (N), está implicado en todas las etapas del crecimiento de las plantas, porque forma parte de ciertas hormonas como las auxinas y citosinas que estimulan el crecimiento de frutos, tallos, raíces y hojas, con lo que incrementa la fotosíntesis y el contenido de clorofila total (Díaz-Montenegro, 2002). La alta demanda de N que presentan los frutos jóvenes provoca un déficit de este elemento y se aplica antes de la floración para mejorar el amarre de frutos, mientras que una deficiencia retrasa la maduración y reduce la coloración del fruto (Zegbe, 2005). Los síntomas de deficiencia por ese macroelemento, las hojas se tornan pálidas, aparecen manchas rojas, hay caída de hojas y pudrición de raíces con muchas raíces delgadas (Sánchez, 2010).

1.6.2 Fósforo

El fósforo (P) es un nutrimento importante en la formación de moléculas energéticas como el ATP, que participa activamente en la transferencia de energía de las hojas y frutos fotoasimilados (Marschner, 2002). Además, es constituyente de diversos carbohidratos que le confieren el sabor y dulzura a los frutos al final de la maduración (Ryugo, 1993). La deficiencia de este elemento presenta síntomas de hojas verde oscuro hasta lila oscuro y defoliación temprana (Sánchez, 2010).

1.6.3 Potasio

El Potasio (K) participa en la elongación celular del fruto, es responsable de la flexibilidad a la pared celular para que se extienda, si baja el contenido de K se disminuye la pérdida de agua por transpiración pero también disminuye la fotosíntesis y ocasiona menor cantidad de clorofila en el follaje (Díaz-Montenegro, 2002). Los síntomas por deficiencia de este es la presencia de rebrotes delgados, hojas arrugadas con manchas necróticas en los márgenes, clorosis foliar, reducido crecimiento radical y pocas yemas florales (Sánchez, 2010).

1.7 Intervalos de suficiencia de N, P y K en peral

En el cuadro 1 se muestran los valores de suficiencia óptima de los macronutrientes N, P y K en hojas de peral. Según Childers *et al.*, (1995) valores inferiores a los señalados indican deficiencia en el árbol. Por su parte, Faust (1989) señala que valores superiores a los mencionados en el cuadro 1 son indicadores de exceso en el frutal.

1.8 Intervalos de suficiencia de N, P y K en duraznero

En el cuadro 2 se muestran los valores de suficiencia óptima de los macronutrientes N, P y K en hojas de duraznero. Según Childers *et al.*, (1995) valores superiores a los señalados indican toxicidad en el frutal. Para este frutal

Faust, (1989) señala que valores inferiores a 1.7, 1.1 y 7.5 (mg g^{-1}) de N, P y K, respectivamente, son indicadores de deficiencia en el árbol.

Cuadro 1. Intervalo de suficiencia de N, P y K en hojas de peral.

Macronutriente	Concentración (mg g^{-1})	
	Childers <i>et al.</i> , (1995)	Faust, (1989)
Nitrógeno	3.2	2.5
Fósforo	0.2	0.2
Potasio	2.5	2.0

Cuadro 2. Intervalo de suficiencia de N, P y K en hojas de duraznero.

Macronutriente	Concentración (mg g^{-1})	
	Childers <i>et al.</i> , (1995)	Faust, (1989)
Nitrógeno	2.5	3.2
Fósforo	0.2	0.3
Potasio	1.6	2.3

1.9 Contenido de clorofila en hojas de peral y duraznero

La clorofila en la planta cumple una función importante para realizar la fotosíntesis, como captadora de la energía luminosa y transformación en energía química. Existen dos tipos de clorofilas (a y b) que se utilizan para la síntesis de glucosa dado la alta demanda de carbohidratos para el crecimiento, desarrollo de la planta y los frutos (Fenech-Larios *et al.*, 2009). La determinación de clorofila en tejidos vegetales puede hacerse por extracción con acetona al 80 % (Moran, 1982) es un método utilizado para estimar el estado nutricional del frutal (Sachdchina y Dimitrieva, 1995). Sin embargo, es un proceso lento, costoso y laborioso, que dificulta tomar decisiones inmediatas, además de ser destructivo (Fenech-Larios *et al.*, 2009). Recientemente se han realizado determinaciones de clorofila por los

métodos tradicionales en frutales, leguminosas, gramíneos y hortalizas, correlacionados con Unidades Spad, valores que se basan en el principio de que parte de la luz que llega a la hoja es absorbida por la clorofila y el resto que se refleja entra en contacto con la celda detectora del Spad y es convertida en una señal eléctrica. La luz captada por la celda es inversamente proporcional a la luz utilizada por la clorofila, la absorbancia es cuantificada en valores dimensionales de 0 a 199, por lo que las unidades serán siempre las mismas de acuerdo con el tono verde de las hojas (Krugh *et al.*, 1994). Por lo que Reeves *et al.*, (1993) mencionan que éste método presenta las siguientes ventajas al ser un método no destructivo, de bajo costo y de fácil empleo lo que coadyuva a una rápida toma de decisión, durante los diagnósticos en deficiencias de clorofila en el follaje.

1.10 Desarrollo de frutos de pera y durazno

El crecimiento de fruto de hueso muestra que describe una curva doble sigmoide en tres estadios. Los patrones de crecimiento del fruto y la diferenciación de tejidos; así como los cambios fisiológicos que los acompañan varían de una especie a otra (Ryugo, 1993). Los crecimientos acumulativos en diámetro, longitud y peso fresco o seco, o volumen son graficados, estos consisten en curvas simples, dobles o triples sigmoideas en tres estadios. El tamaño del fruto está dado por el número y tamaño de las células que los componen y queda determinado por la madurez fisiológica y otra madurez de consumo. Esta característica constituye uno de los componentes de calidad más importantes buscada por los mejoradores (Weinberger, 1993). La correlación entre el tamaño del fruto en una fecha de referencia y la cosecha se usa para estimar que tanto raleo es necesario para maximizar el tamaño de la fruta a nivel comercial en la búsqueda de tamaños óptimos relacionados con su desarrollo (Ryugo, 1993).

1.11 Maduración y calidad de frutos de pera y durazno

Los frutos de durazno y pera, logran madurar organolépticamente en el árbol como separado de él, se debe cosechar luego de su madurez fisiológica. Para conocer

el momento óptimo de cosecha, es necesario evaluar la calidad y la capacidad de conservación de la fruta, para ello se requiere determinar el índice de madurez, con la relación ácido azúcar, la firmeza de pulpa es un indicador ampliamente utilizado para determinar la fecha de cosecha, los cambios fisiológicos que ocurren durante la maduración de los frutos, con la desventaja de ser una determinación destructiva (Calvo, *et al.*, 2013). La calidad y el tiempo de vida comercial de los frutos de durazno y pera son afectados por los inadecuados manejos durante la cosecha, por una serie de daños y defectos que el consumidor rechaza (García, 2006).

1.12 Rendimiento en frutos de pera y durazno

El rendimiento óptimo de los árboles frutales están sujetas al cultivar, portainjerto, vigor, posición del dosel, orientación, manejo del sistema, poda, sistema de conducción, precipitación pluvial y fertilidad del suelo, es preciso para obtener una buena producción en las siguientes temporadas (Forshey *et al.*, 1992). Para ello, las ramas fructíferas deben estar bien situadas para evitar la senescencia del árbol, el duraznero y el peral se adaptan a formas estructurales muy diversas, para que llegue la luz solar a todas sus partes, además de facilitar la cosecha, mientras que en zonas mal iluminadas los frutos son de baja calidad (Luchsinger *et al.*, 2002).

1.13 Factores abióticos que dañan el cultivo de peral y duraznero

Diversos factores como: temperatura, luz, lluvias, granizo, viento y las prácticas del cultivo como la nutrición mineral, el empleo de porta injertos, época de cosecha, riego y aplicación de insecticidas sintéticos, afectan significativamente los requerimientos de manejo pos cosecha y la calidad de los frutos. Los elementos que afectan el durazno y pera están relacionados con las características de producción sobre frutos como tamaño y colocación en el árbol, heterogeneidad en el grado de madurez y senescencia acelerada; lo que los hace sensibles a daños: mecánicos, fitopatológicos y fisiológicos, los cuales demeritan

tanto su calidad externa como pérdida de peso, color, presencia de daños físicos y bióticos así como interna el porcentaje de jugo, sabor, textura, aroma y vitaminas, lo que afecta la calidad agroindustrial, vida pos cosecha y periodo productivo del árbol (García, 2006).

1.14 Factores bióticos que afectan la calidad y rendimiento de los frutales

En la fruticultura son frecuentes e importantes los daños que causan las plagas tan conocidas a los frutos, flores, follaje y corteza, con los insectos se asocian numerosas enfermedades por virosis y además se presentan otras causadas por hongos, bacterias y nematodos (Zegbe *et al.*, 2005). Durante las últimas décadas el combate de estos insectos se ha hecho con aplicaciones de insecticidas químico-sintético lo que ha ocasionado perjuicios relativos a la salud humana, medio ambiente, organismos benéficos para la fruticultura y ha provocado que muchos insectos y ácaros desarrollen resistencia a los insecticidas y acaricidas por el uso indiscriminado de los mismos, lo que ha ocasionado la restricción del uso de algunos de ellos.

1.14.1 Principales plagas del cultivo del peral

Las principales plagas detectadas en el estado de Zacatecas y Nuevo León para este frutal son: el lepidóptero barrenador (*C. pomonella*) que también ataca otros frutales como el manzano [*Pyrus malus* (Linneo)] y membrillero [*Cydonia oblonga* (Mill)], las larvas que atacan a los frutos, ingresan a ellos por la cicatriz de la flor, por la zona de contacto entre dos frutos o la inserción del pedúnculo. Otro insecto es el pulgón lanígero [*Eriosoma lanigerum* (Hausmann)] es el enemigo más peligroso de este frutal, las picaduras provocan en la madera tumores que pueden hacer que se debilite y muera. El escarabajo picudo [*Amphidees latifrons* (Champion G. S.)] ataca las yemas vegetativas y florales que causa anillamientos y la muerte de la rama del árbol y por último la escama de San José

[*Quadraspidiotus perniciosus* (Comstock)] se posa sobre la fruta donde deja aureolas rojas por donde se alimentó (Jones, 2002, INIFAP, 2005, Bautista, 2006).

1.14.2 Principales plagas del cultivo de duraznero

Para los estados de Zacatecas, Guanajuato y Aguascalientes, los insectos que causan daño al duraznero son: el lepidóptero barrenador [*Anarsia lineatella* (Zeller)] que se alimenta de brotes, ramas tiernas y frutos, el ácaro llamado araña roja [*Eotetranychus lewisi* (McGregor)] que succiona la savia por el envés de las hojas, las cuales primeramente se tornan de color amarillo a lo largo de la nervadura central, luego sus bordes se tornan color café y finalmente se caen. El pulgón negro [*Brachycaudus persicae* (Passerinni)] que se presenta en árboles aislados y su daño no permite el desarrollo de los brotes, por lo que puede retrasar su formación, se alimenta de los brotes en desarrollo a principios de la primavera. La chinche lygus [*Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois)] se alimentan de yemas florales en desarrollo. Los trips [*Frankliniella occidentalis* (Pergande)] la alimentación de sus larvas y adultos ocurre sobre hojas, flores y frutos, producen manchas de color plateado, principalmente en el haz de las hojas, las que después se tornan necróticas y la chinche de encaje (*Corythuca* sp.) causa daño al follaje por la succión de la savia y disminución de los nutrientes y transmisión de virosis (INIFAP, 2005 y Bautista, 2006). La alimentación de ciertas especies plagas como es el caso del ácaro [*Eotetranychus lewisi* (Mc Gregor)], pueden causar daños específicos como reducción de azúcares solubles presentes en diferentes órganos del duraznero (Pérez *et al.*, 2007) así como también otros elementos minerales como el N, P y K en diferentes órganos del duraznero (Pérez-Santiago *et al.*, en prensa).

II. JUSTIFICACIÓN

Un factor de importancia económica en el municipio de Santiago Papasquiaro es la fruticultura, en los últimos años dicha actividad se ha disminuido por diversos factores, entre ellos la incidencia de diversas plagas debido a la movilización de materiales para empaque procedentes de huertos de manzana del municipio de Canatlán, que sirven para el transporte y almacenamiento de frutos de pera, lo que ha ocasionado la dispersión de insectos plaga en varios frutales hospederos como lo es el membrillero y perón, que afectan la sanidad de los cultivos y calidad del fruto. Los frutales han perdido importancia, debido a que han dejado de ser redituable para los productores, reflejándose en el abandono de huertas, sin embargo, a nivel estado el cultivo de durazno y pera es estratégico para algunas regiones (Sánchez *et al.*, 2010).

Con la implementación de medidas preventivas y prácticas de manejo agronómico, es posible mejorar la calidad y rendimiento de producción de los árboles frutales, mejora su sanidad y vigorosidad, para lo cual es importante determinar los factores que afectan la calidad e involucran al cultivar, dosis de fertilización, poda, fecha de cosecha y los daños mecánicos que obstaculizan su comercialización. Se busca lograr un manejo tecnológico integral de los huertos, que permita obtener mejores rendimientos y calidad del producto (Zegbe *et al.*, 2005; Rumayor *et al.*, 2009). Se busca con ello reducir las poblaciones de insectos con la implementación de métodos físicos, trampeo de insectos, para una mejora en los frutos a procesarse para generar algún recurso económico adicional para beneficio de los propietarios de los huertos.

La producción aproximada de durazno es de 20 a 60 kg por árbol y en pera de 60 a 100 kg por árbol de las cuales las dos terceras partes de la producción están dañadas por factores bióticos como abióticos. En ciertos municipios del estado de Durango, se elaboran conservas del durazno y pera donde aproximadamente cada

familia industrializa de manera artesanal de 25 a 30 frascos de un litro de duraznos en almíbar y de 15 a 20 frascos de un litro de mermelada de pera, que contribuye a la economía de las familias por la venta de productos con valor agregado y en fresco, así como para el autoconsumo familiar.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Evaluar la calidad y rendimiento en frutos de duraznero y peral en tres sistemas de manejo en huertas mixtas en Santiago Papasquiari, Durango.

3.2 Objetivos específicos

Determinar índices de diversidad de entomofauna acompañante, e identificación de insectos plaga y benéficos en frutales de duraznero y peral en tres sistemas de manejo.

Evaluar los modelos de crecimiento al inicio de la floración completa para cada frutal en tres sistemas de manejo.

Determinar el contenido de clorofila total y Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K) en follaje para cada frutal en tres sistemas de manejo.

Determinar el rendimiento y porcentaje de daño en frutos de duraznero y peral.

Evaluar los principales parámetros de calidad en los frutos de duraznero y peral en tres sistemas de manejo.

Evaluar pérdida de peso en frutos de duraznero y peral en tres sistemas de manejo.

IV. HIPÓTESIS

Con la implementación de medidas preventivas, profilácticas y amigables con el medio ambiente debido a su baja prevalencia dado que nunca se han establecido en las huertas mixtas de duraznero y peral, la implementación de estas medidas tendrá aceptación por parte del productor es posible el incremento en el rendimiento y mejora de la calidad de los frutos y la sanidad y vigorosidad del duraznero y peral para el siguiente año de producción en Santiago Papasquiario.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Área de estudio

La presente investigación se llevó a cabo durante los meses de enero a octubre de 2013, en tres huertos localizados en la comunidad de San Nicolás de Arriba, Municipio de Santiago Papasquiaro, Durango. Esta comunidad se ubica entre las coordenadas 25°02'38'' latitud Norte y 105° 25' 09'' longitud Oeste a una altitud de 1713 metros sobre el nivel del mar. Con un clima del tipo semihumedo (C(W₀)(W)e) es el más seco de los templados subhúmedos con lluvias en verano, con un promedio de precipitación pluvial de 400 mm³, distribuidos principalmente en verano y 5 a 10% en invierno (INEGI, 2011).

5.2 Establecimiento y conducción del experimento

En huertas mixtas de una hectárea aproximadamente con frutales tipo criollo de duraznero de 7 años y perales de 18 años, bajo régimen de riego, se estableció un diseño experimental con un arreglo dirigido, cada unidad experimental estuvo constituida por un árbol, en cada sistema de manejo se seleccionaron cinco unidades de duraznero y peral para el muestreo, con mismo porte y cultivar. Se tomaron muestras de suelo para conocer la fertilidad y textura, mismas que fueron enviadas al Laboratorio de Fertilidad de Suelos, del Colegio de Postgraduados, campus Montecillo.

Sistema de manejo uno (T1). En ambos frutales, se realizaron actividades correspondientes al manejo agronómico como lo son: poda de invierno para el establecimiento de un sistema de conducción de vaso abierto, se eliminaron ramas secas o dañadas por enfermedad y retoños de la temporada pasada, seguido de una aplicación de caldo bordelés, preparado con 250 g de sulfato de cobre y 2 kg de cal en 5 litros de agua, se aplicó en el tallo con brocha de fibra a una altura de 1 m desde el suelo; en el mes de marzo se realizó la construcción del cajete para los riegos de auxilio. En el mes de abril se preparó un abono con estiércol descompuesto de la misma zona a razón de 7 kg m² y una fertilización

químico sintética a una formulación de 25-25-25 NPK dividido en tres dosis bimestrales, la primera aplicación fue en el mes de mayo acompañado con una aplicación intercalada de fertilizante foliar en el mes de junio a una dilución de 250 mL en 15 litros de agua, en este mes se llevó acabo la poda de verano, donde se eliminaron los crecimientos vigorosos que provocan sombreado excesivo. El huerto estuvo sometido a un regadío, dos veces al mes, desde el mes de marzo hasta la temporada de lluvias misma que se presentó en el mes de julio, para evitar el déficit en el verano a razón de 100 litros de agua cada 10 o 12 días por árbol.

Para el control de palomilla del manzano se utilizaron trampas delta con atrayentes (feromonas para machos), colocadas en el mes de junio con una duración de la trampa pegajosa de 35 días; adicionalmente, se empleó métodos de control de insectos, que incluyeron productos biodegradables o amigables con el ambiente y que se han probado en trabajos previos por parte de la Academia de Entomología del CIIDIR, que incluyen el uso de extractos de aceites vegetales como el aceite de neem, e insecticidas de origen botánicos (ajo y orégano), aplicándose cada 15 días iniciado en el mes de junio, intercalados hasta el mes de septiembre. Para la prevención de enfermedades fúngicas aéreas en árboles se empleó Captan® con la aplicación de un kg h^{-1} a partir del mes de junio cada 15 días hasta el mes de septiembre como medida preventiva durante la temporada de lluvia.

Sistema de manejo dos (T2). Este se manejó de igual forma que el anterior T1, con la diferencia que no recibió la protección a plagas y enfermedades aéreas, se comenzó con una poda de invierno al sistema de vaso abierto, eliminación de ramas secas o dañadas por enfermedad y retoños de la temporada pasada, durante el mes de enero para el peral y febrero para el duraznero seguido de una aplicación de caldo bordelés anteriormente descrito. En el mes de marzo se realizó la construcción del cajete para los riegos de auxilio. Se realizó un abonado

en el mes de abril con el empleo de estiércol descompuesto de la misma zona, se aplicó a razón de 7 kg m² y una fertilización químico sintética de 25-25-25 NPK dividido en tres dosis bimestrales, la primer aplicación en el mes de mayo acompañado con una aplicación intercalada de fertilizante foliar iniciada en el mes de junio a una dilución de 250 mL en 15 litros de agua y en el mes de junio se llevó acabo la poda de verano, para eliminar los crecimientos vigorosos que provocan sombreado excesivo. Se aplicó riego de igual manera como se realizó y describió en el sistema de manejo T1.

Sistema de manejo tres (T3). Este fue el grupo testigo, o de manejo tradicional que es como actualmente los productores de la región de Santiago Papasquiaro los mantienen, no se practicaron actividades agronómicas de podas, fertilizaciones químico sintéticas y protección a plagas y enfermedades, únicamente se dieron riegos de auxilio planificado desde el mes de marzo hasta la temporada de lluvias misma que se presentó en el mes de julio, para evitar el déficit en el verano a razón de 100 litros de agua cada 10 o 12 días por árbol.

5.3 Variables de estudio en los sistema de manejo durante el ciclo fenológico

Las variables centrales que se midieron y estimaron para evaluar el efecto de los sistemas de manejo durante una temporada de producción, son los siguientes:

5.3.1 Índices de diversidad de entomofauna acompañante en frutales

Dentro de cada sistema de manejo (huerto), se realizó muestreo de insectos, para lo cual se utilizaron trampas cromáticas jabonosas (color amarillo) las cuales se colocaron a partir del mes de marzo y fueron inspeccionadas durante cada 15 días hasta finales del mes de agosto del 2013, los especímenes colectados se colocaron en viales con alcohol al 70%, y se llevaron a la Colección de Entomología del CIIDIR, donde se separaron y cuantificaron a nivel familia se

utilizó el catálogo de insectos de dicha Colección del CIIDIR, se realizó el análisis de varianza de una vía y se determinó los índices de diversidad biológica de insectos (Margalef, Shannon, Berger Parker y Simpson) de los principales Ordenes de insectos (Diptera, Hymenoptera, Coleoptera, Hemiptera y Thysanoptera) a partir de los cuales se realizó un análisis de agrupamiento con distancia Euclidiana y el método de Ward para los tres sistemas de manejo y familia, con el paquete PAST (Hammer *et al.*, 2001).

Adicionalmente, se colocaron 2 trampas delta de feromona para la atracción de machos colocadas en el sistema de manejo T1 y T3 para el monitoreo de palomilla del manzano. Dichas palomillas fueron capturadas diariamente desde el mes de junio hasta agosto de 2013. Se realizó un análisis de varianza de una sola vía para verificar si los manejos de T1 y T3 presentan diferencias significativas.

Se revisó la literatura para conocer las familias de los insectos plagas y benéficos asociados a los cultivos de duraznero y peral, que fueron comparados con los especímenes encontrados durante el monitoreo de entomofauna acompañante, así como conocer sus posibles daños en follaje, ramas, raíces o frutos.

5.3.3 Desarrollo de los frutos de peral y durazno en tres sistemas de manejo

Para cada sistema de manejo se seleccionaron 5 árboles de cada frutal y en cada uno de ellos se señalaron 5 frutos. Las mediciones comenzaron a realizarse 21 días después de la floración, ocurrida el 6 de abril de 2013, para el caso del duraznero y a los 14 días en peral, ocurrida el 13 de abril de 2013, y continuaron quincenalmente con el registro del crecimiento de los frutos expresados por el promedio de 4 repeticiones de los diámetros polares y ecuatoriales perpendiculares expresados en mm. El periodo se extendió a 18 semanas, se obtuvo la última medición el 24 de agosto de 2013, se consideró que los frutos alcanzaron el grado de madurez requerido para su cosecha.

Para simular las cinéticas de crecimiento se verifico que los residuales cumplieran los supuestos de Gauss-Markov de los modelos Logístico (1), Monomolecular (2) y de Gompertz (3). Los ajustes se realizaron con el software Statistica versión 7 que utiliza el algoritmo de Gauss-Newton con corrección de Marquardt. Se compararon los coeficientes de los modelos con la prueba t de student en cada modelo y en cada coeficiente con ($P < 0.05$). Para definir sobre el modelo más adecuado se comparó la bondad de los ajustes logrados con el estadístico de comparación del error cuadrático medio (ECM) y el coeficiente de determinación R^2 .

5.3.4 Determinación del contenido de clorofila total, Unidades Spad y NPK en follaje para cada frutal en tres sistemas de manejo

5.3.4.1 Unidades Spad *in situ* en follaje

Para cada sistema de manejo se seleccionaron 5 árboles de cada frutal y en cada uno de ellos se seleccionaron 20 hojas por árbol de la parte media de la rama de los cuatro puntos cardinales (N, S, E y O) y se cuantificó mediante un medidor de clorofila portátil (Minolta SPAD 502. Minolta Camera Co. Ltd, Japan). Para la determinación de la clorofila se realizaron cuatro mediciones durante un periodo mensual, iniciado en el mes de julio y finalizo en octubre de 2013. El medidor de clorofila mide la diferencia entre la transmisión de luz roja e infrarroja de la hoja, lo cual corresponde al contenido de clorofila en valor numérico, en unidades arbitrarias.

5.3.4.2 Clorofila total en follaje

En 200 hojas tomadas de cada sistema de manejo a principios del mes de agosto de 2013, se eligieron las que presentaron diferentes grados de coloración, desde verde amarillento hasta verde intenso, se lavaron con agua destilada para retirar residuos de polvo. Las hojas se cortaron en fragmentos de aproximadamente 1 cm², para un total de 600 muestras para ambos frutales; luego se tomaron tres lecturas de clorofila con el Spad y se calculó el promedio de cada fragmento de

hoja, que fueron agrupadas en intervalos de 20 a 25, 25.1 a 30, 30.1 a 35, 35.1 a 40, 40.1 a 45 y 45.1 a 50 Unidades Spad. De cada intervalo se obtuvieron tres muestras de 1 g para extraer clorofila total, la cual se cuantificó con el método de Arnon, publicado por Bruinsma (1963) cada muestra se homogenizó en un mortero con 20 mL de acetona pura, el homogenizado se filtró en papel Whatman 2, el filtrado se recibió en un matraz de 50 mL y se aforó con acetona a 80%. Todo el procedimiento se realizó bajo luz difusa y a bajas temperaturas para evitar degradación de las clorofilas. La absorbancia se midió en un espectrofotómetro Janway 600® a 663 y 645 nm, para clorofila a y b, respectivamente. Los cálculos para clorofila a, b y total se realizaron con las siguientes ecuaciones:

$$\text{Clorofila a} = 12.7 \text{ absorbancia (663 nm)} - 2.69 \text{ absorbancia (645 nm)} \text{ (mg L}^{-1}\text{)}$$

$$\text{Clorofila b} = 22.9 \text{ absorbancia (645 nm)} - 4.68 \text{ absorbancia (663 nm)} \text{ (mg L}^{-1}\text{)}$$

$$\text{Clorofila total} = 8.02 \text{ absorbancia (663 nm)} + 20.2 \text{ absorbancia (645 nm)} \text{ (mg L}^{-1}\text{)}$$

Los datos de clorofila total se correlacionaron con las Unidades Spad para obtener la ecuación de regresión.

5.3.4.3 Estado nutrimental del NPK en follaje

Para medir el efecto de la fertilización en árboles de duraznero y peral, se determinó el estado nutrimental de la parte aérea del árbol en cuanto a N, P y K, mediante el análisis foliar, para esto se colectaron al azar 150 hojas sanas de cada sistema de manejo de la parte media de las ramas del árbol en base a los cuatro puntos cardinales (N, S, E y O) a principios del mes de agosto, las muestras se enviaron al Laboratorio de Fertilidad de Suelos en el Colegio de Postgraduados, campus Montecillo.

5.3.5 Rendimiento y porcentaje de daño en frutos de cada frutal

Para estimar el rendimiento de cada sistema de manejo, los frutos fueron cosechados con tonalidad amarilla de manera visual en tres cosechas realizadas, en ambos frutales. El rendimiento se evaluó mediante el conteo total de frutos cosechados por árbol, el peso de los mismos y el diámetro ecuatorial en una escala (Extra-A, Extra-B, Primera-A, Primera-B y Segunda) de acuerdo al calibre de comercialización en fresco. El peso individual de fruto, se midió después de la cosecha con balanza granataria (OhausTM, USA). El diámetro polar y ecuatorial de fruto fue medido al momento de la cosecha con vernier. Adicionalmente, los frutos fueron separados y cuantificados si presentaban algún tipo de daño ya sea por factores abióticos, bióticos o estado sano, el cual se realizó de manera visual si presentaba alguna picadura de insecto, raspadura o golpe y daño por sol, para determinar la calidad de los mismos.

5.3.6 Evaluación de los diferentes parámetros de calidad en los frutos de duraznero y peral en tres sistemas de manejo

Se analizaron características de calidad en 50 frutos por cosecha en cada sistema de manejo en el Laboratorio de Fitoquímica del CIIDIR, de cultivares de duraznero y peral en tres fechas de cosecha. Las características físico-químicas analizadas fueron firmeza, sólidos solubles totales (SST=^oBrix), azúcares reductores, pH y contenido de ácido málico del jugo y pulpa de fruto.

La firmeza del fruto se determinó con el penetrómetro manual Magness Taylor con escala de 0 – 14 kgf y puntal de 11 mm de diámetro para durazno y de 14 mm de diámetro para peras con cuatro repeticiones; de acuerdo a la metodología descrita por Kader y Mitchel (1989) los resultados fueron expresados como kg de fuerza (kgf).

Los SST (^oBrix) se midieron directamente del jugo de frutos maduros, con cuatro repeticiones al depositar una gota en la ventana del refractómetro manual (N-1,

Atago Co., LTD, Japan) de acuerdo a la metodología propuesta por la AOAC (1990).

Para los azúcares reductores se determinaron por el método de ácido 3,5 dinitrosalicílico (DNS). Se preparó la solución patrón de glucosa a las siguientes concentraciones: 0.5, 0.7, 0.9, 1.1, 1.3, 1.5, 1.7 y 1.9 g L⁻¹. Se procedió a preparar el DNS en frío, se pesaron 5 g de ácido 3,5 dinitrosalicílico, 150 g de tartrato de Na-K y 8 g de NaOH, se disolvió el NaOH en 200 mL de agua destilada y se añadió en agitación el tartrato de Na-K lentamente, se completó con agua destilada hasta 400 mL y se comenzó a añadir lentamente el ácido 3,5 dinitrosalicílico, se dejó en agitación 12 horas y se aforó a 500 mL. En tubos de cristal de 10 mL se adicionaron 0.5 mL de muestra y 0.5 mL del reactivo de DNS, los tubos se colocaron en baño de agua a 100 °C por 5 minutos, se enfriaron a temperatura ambiente se añadieron 5 mL de agua destilada, se agitó y realizó la lectura a 540 nm en espectrofotómetro HACH DR 500 con cuatro repeticiones para cada sistema de manejo y fecha de cosecha según lo descrito por (Bello, *et al.*, 2006).

Para la medición de pH de la pulpa de los frutos, se removió la epidermis de frutos maduros y se colocó la pulpa en un extractor eléctrico Moulinex® con separación de fase sólido-líquido en 40 mL para permitir la introducción del potenciometro manual (modelo 827 pH lab Metrohm a una temperatura de 20 °C), con cuatro repeticiones para cada sistema de manejo en cada cosecha, según lo descrito en la norma NMX-FF-060-SCFI-2009.

Para la determinación de acidez titulable, se maceraron 10 g de pulpa del fruto y ajustada a un volumen de 100 mL con agua destilada (D). De este volumen se tomaron alícuotas de 25 mL (C) en vasos de precipitado de 250 mL, se aplicaron tres gotas de fenolftaleína al 1% como indicador, para titular con NaOH 0.1 N. Los mL gastados de NaOH (A) permitieron el cálculo del porcentaje de ácido málico (AM) por muestra, con la siguiente fórmula que se simplifica como:

$$AM = (A + B + C / D) * E$$

Donde AM = g de ácido málico en 10 g de pulpa y jugo de la fruta

A = mL de NaOH 0.1N gastados en la titulación de la muestra

B = 6.4 es el factor constante para el cálculo de ácido málico en frutos

C = mL de alicuota de la muestra utilizada en la titulación (25 mL)

D = mL de volumen aforado para dilución de la muestra (100 mL)

E = referencia como 100% de ácido málico en la muestra

5.3.7 Evaluación fisiológica de pérdida de peso en frutos de durazno y pera en tres sistemas de manejo

Se midieron los cambios de peso en 50 frutos de durazno y pera de cada sistema de manejo de la primer cosecha, durante un periodo de 5, 10, 15 y 20 días, mantenidos a temperatura ambiente, para esto se utilizó una balanza digital granataria (OhausTM, USA). La pérdida de peso se midió como un porcentaje de pérdida acumulada respecto al peso inicial del fruto, cuyo cálculo se hizo con la siguiente formula:

$$\% PP = \frac{PI - PF}{PI} * 100$$

Dónde:

PI = peso de referencia (inicial)

PF = peso en un tiempo determinado

5.4 Análisis estadístico

Los datos de todo el periodo de estudio, para los parámetros de dinámica de crecimiento, se graficaron en función del tiempo de muestreo, se calculó la media y desviación estándar. Para el resto de las variables evaluadas de calidad de frutos, rendimiento y porcentaje de pérdida de peso, para cada fecha de muestreo u observación que incluye 4 repeticiones para dichas variables, se sometieron a análisis de varianza (diseño completamente al azar) y la comparación de medias se realizaron con la prueba de Tukey ($\alpha < 0.05$) se utilizó el paquete estadístico (Statistic Versión 7). Se realizó análisis de regresión lineal entre el contenido de clorofila total, y Unidades Spad.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Índices de diversidad de entomofauna acompañante en los frutales

En total se capturaron 2072 insectos, divididos en 723 especímenes en el sistema de manejo T1, 662 insectos en el sistema de manejo T2 y 687 individuos en el sistema de manejo T3 pertenecientes a 5 Ordenes (Diptera, Hymenoptera, Coleoptera, Hemiptera y Thyrphidae) distribuidos en 54 familias.

6.1.1 Biodiversidad de Diptera en tres sistemas de manejo

En total se colectaron 892 insectos en los tres sistema de manejo como se muestra en el cuadro 3, el sistema de manejo T1 presentó una abundancia relativa de 36%, el sistema de manejo T2, 26% de abundancia relativa y en el sistema de manejo T3, con un 38% de abundancia relativa, asociados a los frutales de duraznero y peral, con una distribución de 18 familias en este Orden ver figura 1. El análisis de varianza de una vía mostró una ($P=0.7956$) por lo que no hay diferencia entre los tres sistemas de manejo, en cuanto a la diversidad de dípteros.

Los índices de riqueza mostraron que existen 15, 14 y 15 familias en los sistemas de manejo T1, T2 y T3, respectivamente. El índice de Margalef, muestra valores de 2.4, 2.3 y 2.4 valores inferiores a 2,0 son considerados con zonas de baja biodiversidad. Por lo tanto, se puede considerar a los tres sistemas de manejo como valores de mediana biodiversidad de dípteros, no hubo diferencia en la diversidad de insectos de este Orden; entre los sistemas de manejo.

El índice de Simpson muestra la probabilidad de que dos individuos tomados al azar sean de la misma familia, el cuadro 3 muestra valores de 0.78, 0.78, 0.81, del sistema de manejo T1, T2 y T3 respectivamente, valores mayores de 0.5 muestran

que existen familias dominantes, de modo que existen dominantes las familias Muscidae, Syrphidae y Agromizidae.

Cuadro 3. Índices de riqueza, dominancia y homogeneidad en tres sistemas de manejo durante 2013 (Diptera) en huertas mixtas.

Índice	Análisis	T1= Manejo agronómico más protección a plagas	T2 = Manejo agronómico	T3 = Sin manejo agronómico
Riqueza	Taxa_S	15	14	15
	Individuos	324	232	336
	Margalef	2.422	2.387	2.407
Dominancia	Simpson_1-D	0.7858	0.7831	0.8151
	Berger-Parker	0.3735	0.4009	0.375
Homogeneidad	Shannon_H	1.908	1.966	2.157

El índice de Berger-Parker indica el número de la familia más abundante, valores de 1.0 significa que existe una sola y valores cercanos a cero que existen muchas familias, el cuadro 3 muestra valores de 0.37, 0.40 y 0.37 por lo que existen varias familias abundantes pertenecientes a Muscidae, Syrphidae y Agromizidae en cada sistema de manejo. El índice de equidad De Shannon mide el grado de incertidumbre al predecir a qué familia pertenecerá un individuo escogido al azar adquiere valores entre cero para una sola familia. Los valores del índice de Shannon son 1.90, 1.96 y 2.15 que son bajos con respecto a $\ln(S)$ pero diferentes de cero, lo que refleja la dominancia de las familias Muscidae, Syrphidae y Agromizidae con respecto al total de 18 familias encontradas.

Se encontraron ejemplares de insectos que pueden actuar como plaga portadores de patógenos y virus pertenecientes a la familia Agromyzidae a la que pertenece el género *Liriomyza sp.* (mosca barrenadora) en estado de larva se alimenta del follaje, realiza minas en forma de serpentina, puede llegar a provocar defoliación del cultivo (Bautista, 2006).

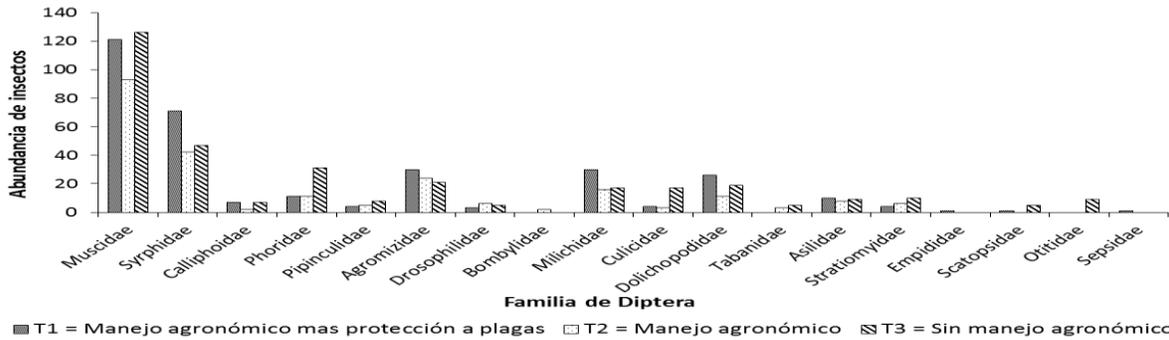
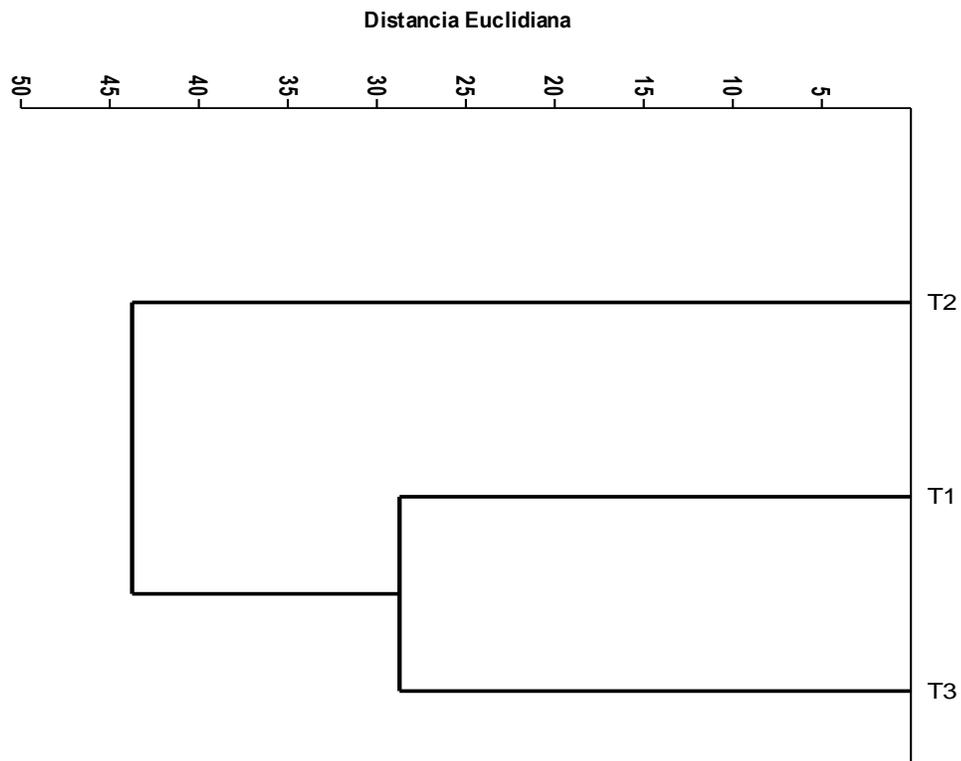


Figura 1 Número de individuos de insectos por familia del Orden Diptera, en tres sistemas de manejo, en Santiago Papasquiari.

Insectos heliófilos que desarrollan convergencia con abejas y avispas, perteneciente a la familia Bombyliidae a la que pertenecen el género *Bombylius sp.* (moscas abeja) son importantes porque son polinizadoras y otras controlan las poblaciones de otros insectos al ser parasitoides, por lo que tienen potencial para utilizarse en el control de plagas (Ávalos, 2007). Insectos depredadores de la familia Syrphidae a la que pertenecen el género *Shyrpus sp.* (mosca de las flores) las larvas se alimentan principalmente de pulgones, trips y larvas de lepidópteros, además de alimentarse de polen, néctar y mielecilla producida por los pulgones y Asilidae a la que pertenece el género *Efferia sp.* (moscas flotantes) los adultos son depredadores con actividad diurna, alimentándose de chicharritas, saltamontes y escarabajos, al inyectar su saliva con toxinas y enzimas inmovilizan a su presa (Nájera y Souza, 2010).

El dendrograma de la figura 2 muestra que para los tres sistemas de manejo, el T1 y T3 son más parecidos. El dendrograma de la figura 3 muestra la formación de cinco grupos, el primero compuesto por las familias Phoridae, Agromizidae, Milichidae y Dolichopodidae. El segundo por las familias Otitidae, Tabanidae y Scatopsidae. El tercero por las familias Bombyliidae, Empididae y Sepsidae. El cuarto grupo por las familias Culicidae, Asilidae, Calliphoridae, Drosophilidae, Pipunculidae y Stratiomyidae, y el quinto por las familias Muscidae y Syrphidae.

Los grupos segundo, tercero y cuarto se caracterizan por tener baja población de dípteros y el primero y quinto grupo por tener alta población de estas familias.



T1=Manejo agronómico más protección a plagas, T2=Manejo agronómico y T3=Sin manejo agronómico.

Figura 2. Dendrograma de la riqueza de Diptera, en tres sistemas de manejo con la distancia Euclidiana y el método de Ward.

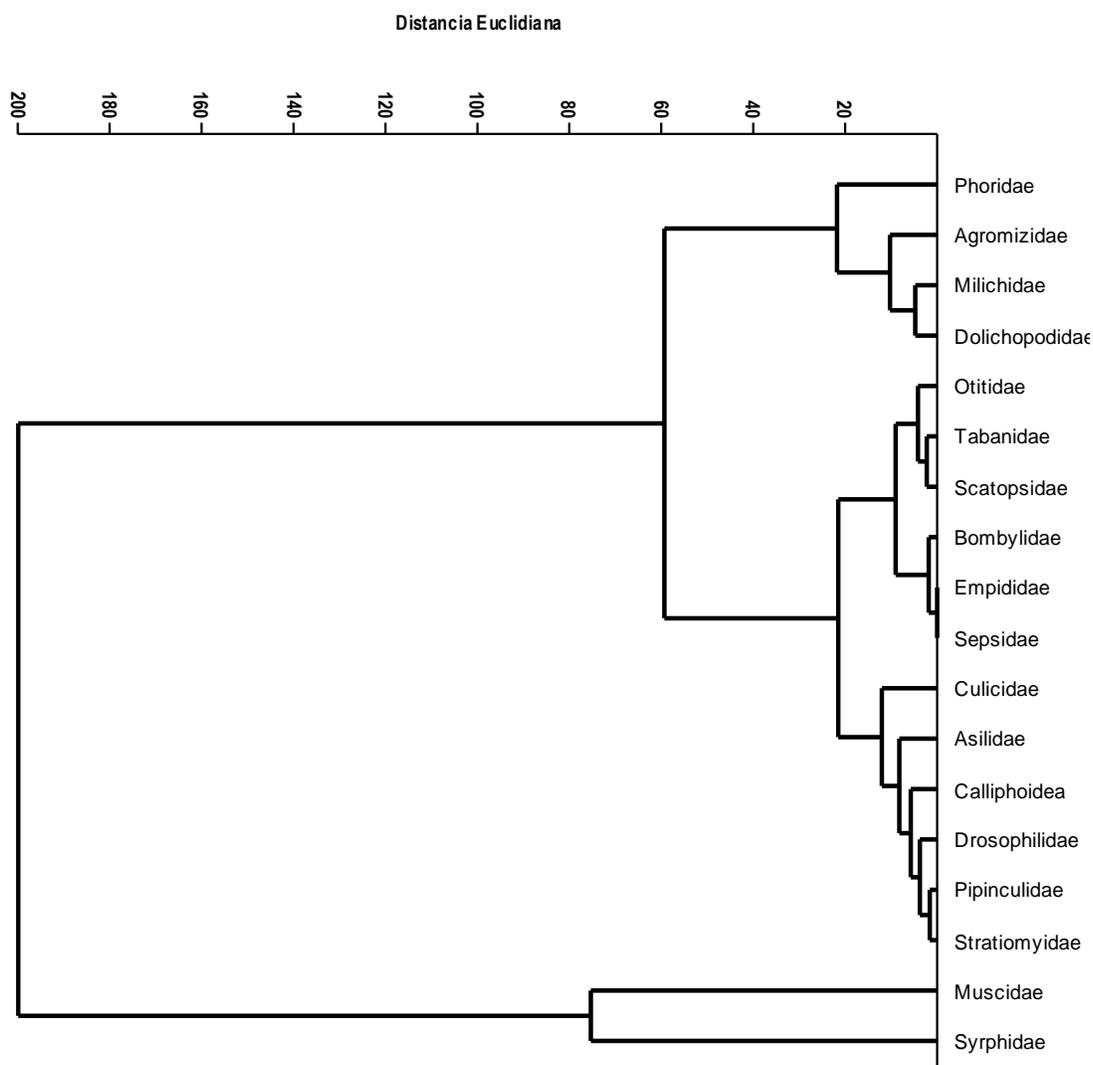


Figura 3. Dendrograma de la riqueza de Díptera, con la distancia Euclidiana y el método de Ward.

6.1.2 Biodiversidad de Hymenoptera en tres sistemas de manejo

En total se colectaron 592 insectos en tres sistemas de manejo ver cuadro 4, con la siguiente distribución sistema de manejo T1, 43% de abundancia relativa; T2 31% abundancia relativa y sistema de manejo T3, 26% abundancia relativa, asociados a los frutales de duraznero y peral, con una distribución de 12 familias en este Orden, como muestra la figura 4. Se encontraron ejemplares de insectos polinizadores de árboles frutales Andrenidae, Apidae, Colletidae y Halictidae, así como insectos parasitoides de plagas agrícolas, miembros de las familias

Braconidae, Ichneumonidae, Pteromalidae y Sphecidae, adicionalmente se encontraron hormigas correspondientes a la familia Formicidae. El análisis de varianza de una vía mostró una ($P=0.7735$) por lo que no hay diferencia entre los tres sistemas de manejo, en cuanto a la diversidad de himenópteros.

Los índices de riqueza muestran que existen 11, 8 y 10 familias para los sistemas de manejo T1, T2 y T3, respectivamente. El índice de Margalef, muestra valores de 1.809, 1.341 y 1.785 valores inferiores a 2.0 son considerados zonas de baja biodiversidad resultado de efectos antropogénicos. Por lo tanto, se puede considerar a los tres sistemas de manejo con valores de baja biodiversidad de himenópteros. El cuadro 4 muestra que los índices de Simpson son 0.67, 0.68, 0.79, de modo que las familias dominantes son Andrenidae, Apidae y Pteromalidae. El índice de Berger-Parker indica el número de la familia más abundante, valores de 1.0 significa que existe una sola familia y valores cercanos a cero que existen varias familias, el cuadro 4 muestra valores de 0.52, 0.45 y 0.31 por lo que existen tres familias dominantes.

Cuadro 4. Índices de riqueza, dominancia y homogeneidad en tres sistemas de manejo durante 2013 (Hymenoptera) en huertas mixtas.

Índice	Análisis	T1= Manejo agronómico más protección a plagas	T2 = Manejo agronómico	T3 = Sin manejo agronómico
Riqueza	Taxa_S	11	8	10
	Individuos	252	185	155
	Margalef	1.809	1.341	1.785
Dominancia	Simpson_1-D	0.6746	0.6865	0.794
	Berger-Parker	0.5278	0.4594	0.3161
Homogeneidad	Shannon_H	1.546	1.409	1.756

El índice de equidad De Shannon mide el grado de incertidumbre al predecir a qué familia pertenecerá un individuo escogido al azar adquiere valores entre cero para una sola y $\ln(S)$ para todas las familias están representadas por el mismo número de individuos. El $\ln(S)$ es 1.47, 1.34 y 1.65 para los sistema de manejo T1, T2 y T3 respectivamente y los valores del índice de Shannon son 1.54, 1.40 y 1.75 que son bajos con respecto a $\ln(S)$ pero diferentes de cero, lo que refleja la dominancia de las familias Andrenidae, Apidae y Pteromalidae con respecto al total de 12 familias encontradas.

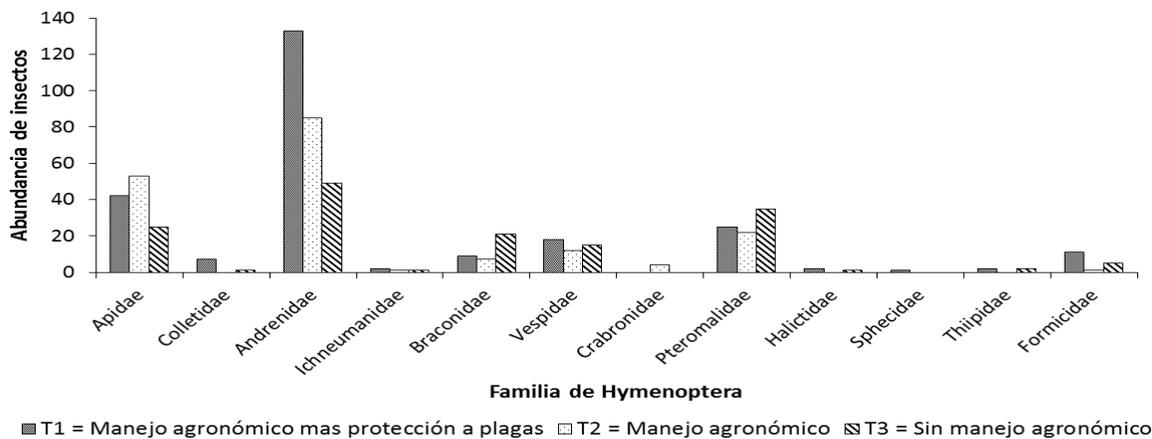
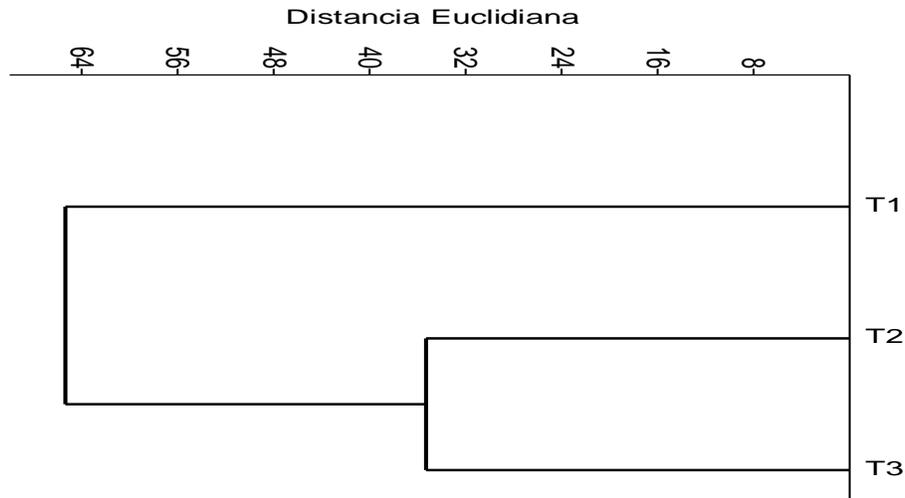


Figura 4. Número de individuos de insectos por familia del Orden Hymenoptera, en tres sistemas de manejo, en Santiago Papasquiario.

Se encontraron ejemplares de insectos que pueden actuar como benéficos pertenecientes a la familia Ichneumonidae a la que pertenece el género *Eiphosoma sp.*, parasitoides de larvas y pupas de lepidópteros, escarabajos y otras avispas fitófagas, y se pueden desarrollar dentro o fuera de su hospedero y Braconidae a la que pertenece el género *Chelonus sp.*, son parasitoides de larvas de pulgones, lepidópteros, moscas, escarabajos y chinches. La mayoría matan a sus hospederos, causándoles pérdida de movimiento o esterilidad (Nájera y Souza, 2010).



T1=Manejo agronómico más protección a plagas, T2=Manejo agronómico y T3=Sin manejo agronómico.

Figura 5. Dendrograma de la riqueza de Hymenoptera, con la distancia Euclidiana y el método de Ward en huertas de Santiago Papasquiario, Dgo., bajo tres sistemas de manejo.

El dendrograma de la figura 5 muestra que para los tres sistemas de manejo, los sistema de manejo T2 y T3 son más parecidos. El dendrograma de la figura 6 indica la formación de cinco grupos, el primero compuesto por la familia Andrenidae. El segundo por las familias Apidae y Pteromalidae. El tercero por las familias Crabronidae, Sphecidae, Thiipidae, Ichneumonidae y Halictidae. El cuarto grupo por las familias Collethidae y Formicidae, y el quinto por las familias Braconidae y Vespidae. Los dos primeros grupos se caracterizan por tener alta población de himenópteros y el tercero, cuarto y quinto grupo por tener baja población de estas familias.

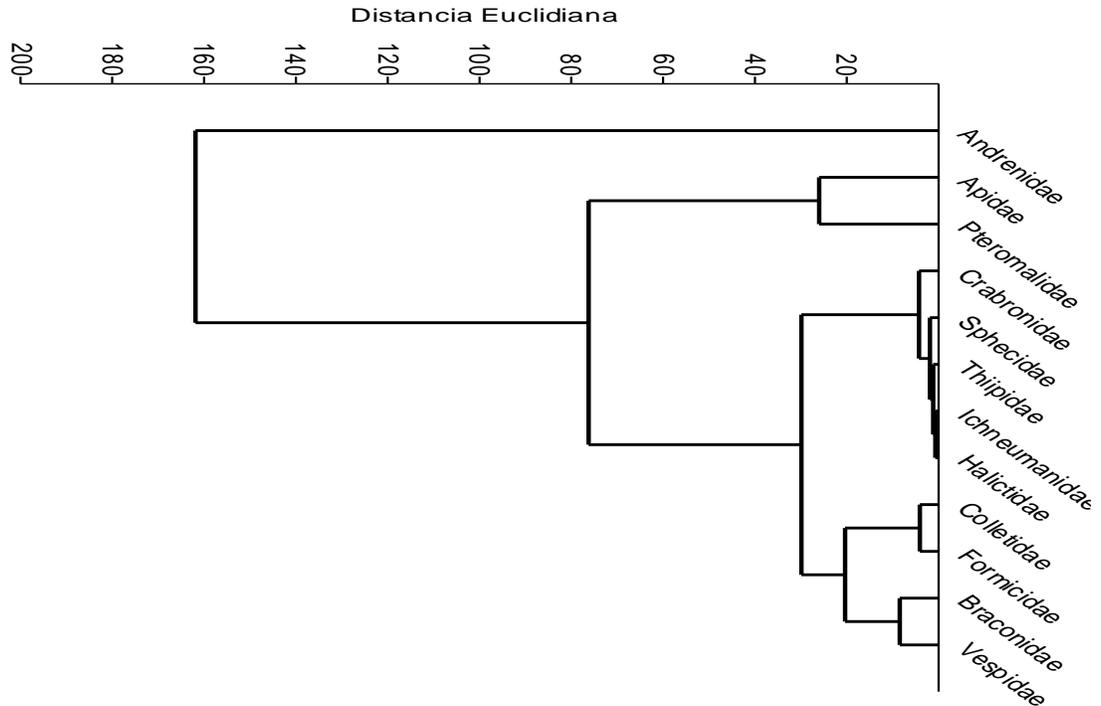


Figura 6. Dendrograma de la riqueza de Hymenoptera con la distancia Euclidiana y el método de Ward.

6.1.3 Biodiversidad de Coleoptera en tres sistemas de manejo

En total se colectaron 169 insectos en tres sistema de manejo ver (cuadro 5) con la siguiente distribución sistema de manejo T1, 30% abundancia relativa; T2 42% de abundancia relativa y T3, 28% de abundancia relativa asociados a los frutales de duraznero y peral, con una distribución de 16 familias en este Orden, ver figura 7. Se encontraron familias de insectos que pueden actuar como potencialmente plagas que atacan los árboles frutales a los que pertenecen Scarabeidae, Bostrichidae, Scolytidae y Curculionidae. Además se encontraron familias de insectos benéficos o depredadores Coccinelidae y Carabidae. El análisis de varianza de una vía mostró una ($P=0.7902$) por lo que no hay diferencia entre los tres sistemas de manejo, en cuanto a la biodiversidad de coleópteros.

Los índices de riqueza muestran que existen 8, 10 y 8 familias para los sistemas de manejo T1, T2 y T3, respectivamente. El índice de Margalef, muestra valores

de 1.789, 2.111 y 1.808 valores inferiores a 2,0 son considerados zonas de baja biodiversidad. Por lo tanto, se puede considerar a los tres sistemas de manejo como valores de baja biodiversidad de coleópteros.

El cuadro 5 muestra que los índices de Simpson son: 0.824, 0.704 y 0.758 de modo que existen dominantes las familias Curculionidae, Carabidae y Elateridae. El índice de Berger-Parker indica el número de la familia más abundante, valores de 1.0 significa que existe una sola y valores cercanos a cero que existen muchas familias, el cuadro 5 muestra valores de 0.28, 0.49 y 0.41 por lo que existen tres familias dominantes. Los valores del índice de Shannon son 1.86, 1.61 y 1.68 que son bajos con respecto a $\ln(S)$ pero diferentes de cero, lo que refleja la dominancia de las familias Curculionidae, Carabidae y Elateridae con respecto al total de 13 familias encontradas.

Cuadro 5. Índices de riqueza, dominancia y homogeneidad en tres sistemas de manejo durante 2013 (Coleoptera) en huertas mixtas.

Índice	Análisis	T1= Manejo agronómico más protección a plagas	T2 = Manejo agronómico	T3 = Sin manejo agronómico
Riqueza	Taxa_S	8	10	8
	Individuos	50	71	48
	Margalef	1.789	2.111	1.808
Dominancia	Simpson_1-D	0.824	0.704	0.758
	Berger-Parker	0.28	0.49	0.41
Homogeneidad	Shannon_H	1.868	1.619	1.682

Se encontraron ejemplares de insectos que pueden actuar como plagas pertenecientes a la familia Scarabaeidae a la que pertenecen el género *Macrodactylus sp.* (frailecillos) causa daño por alimentación de flores y follaje en duraznero y peral y *Phyllophaga sp.* (gallina ciega) en estado de larva que daña las raíces de árboles plantados durante los primeros tres años, después de ahí es plaga sin importancia para los frutales (Sánchez, 1997 y Bautista, 2006).

Curculionidae a la que pertenecen el género *Chrysobothris* sp. (barrenador de cabeza aplastada) y *Scolytus* sp. (barrenador de la corteza) el daño causado por estos insectos consiste en la destrucción de la corteza de los frutales, por la que se exuda goma (Sánchez, 1997) y Scolytidae a la que pertenece el género *Corthylus* sp. (barrenador de las ramas del peral) los machos adultos inician el ataque en árboles, realiza la galería principal donde posteriormente son atraídas las hembras para ser apareados (Bautista, 2006).

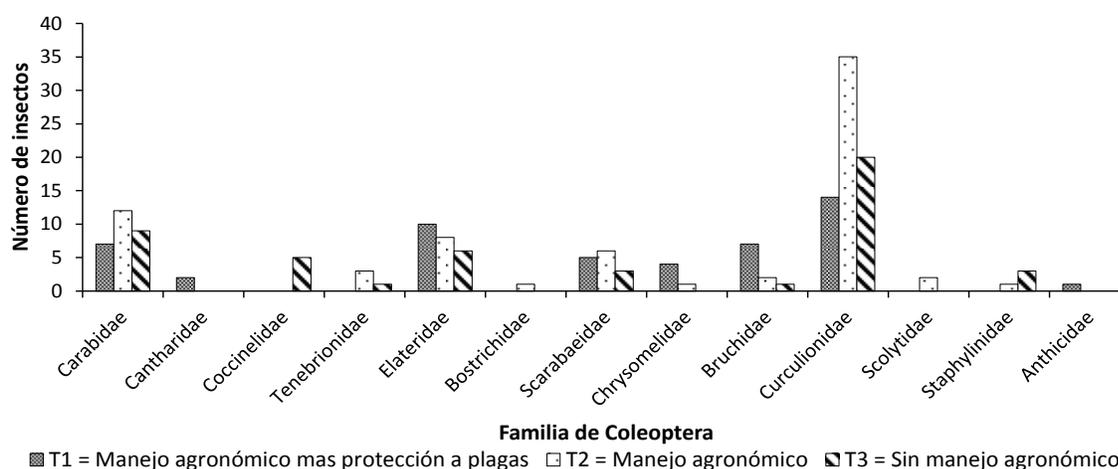
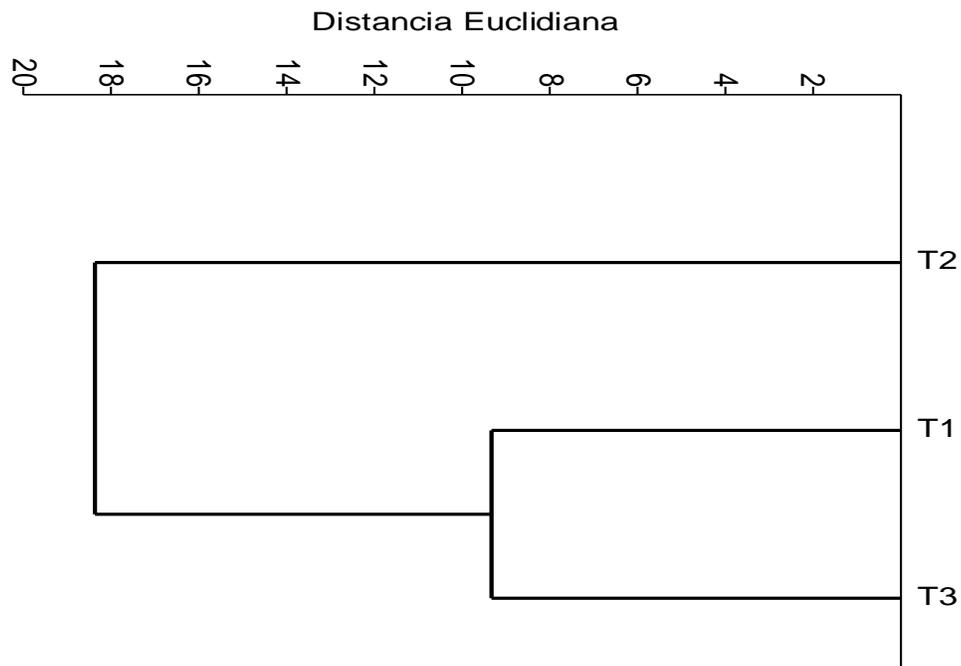


Figura 7. Número de individuos de insectos por familia del Orden Coleoptera, en tres sistemas de manejo, en Santiago Papasquiario.

Se encontraron ejemplares de insectos que pueden actuar como benéficos pertenecientes a la familia Coccinellidae a la que pertenece el género *Hippodamia* sp. (catarinitas) con actividad depredadora los adultos y larvas se alimentan de pulgones, huevecillos y de estados inmaduros y pequeños insectos y ácaros (Brooklyn Botanic Garden, 2001 y Nájera y Souza, 2010).

El dendrograma de la figura 8 muestra que para los tres sistema de manejo, el sistema de manejo T1 y T3 son más parecidos. El dendrograma de la figura 9 indica la formación de cinco grupos, el primero compuesto por la familia

Curculionidae. El segundo por las familias Coccinellidae y Sthapylinidae. El tercero por las familias Cantharidae, Anthicidae, Tenebrionidae, Bostrichidae y Scolytidae. El cuarto grupo por las familias Scarabaeidae, Chrysomelidae y Bruchidae. El quinto grupo por las familias Carabidae y Elateridae. Los grupos segundo y tercero se caracterizan por tener baja población de coleópteros y el primero, cuarto y quinto grupo por tener alta población de estas familias.



T1=Manejo agronómico más protección a plagas, T2=Manejo agronómico y T3=Sin manejo agronómico.

Figura 8. Dendrograma de la riqueza de Coleoptera, en tres sistemas de manejo con la distancia Euclidiana y el método de Ward.

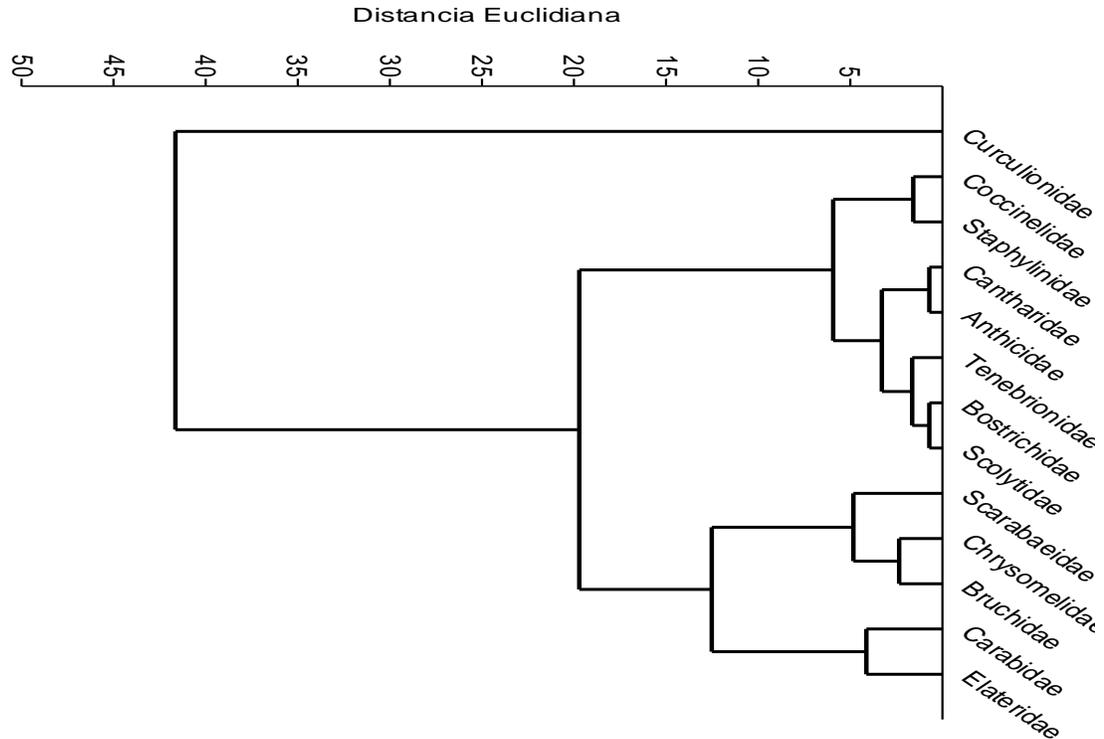


Figura 9. Dendrograma de la riqueza de Coleoptera con la distancia Euclidiana y el método de Ward.

6.1.4 Biodiversidad de Hemiptera en tres sistemas de manejo

En total se colectaron 316 insectos en los sistema de manejo como se muestra en el cuadro 6, con la siguiente distribución en los sistema de manejo, sistema de manejo T1, con 24% abundancia relativa; sistema de manejo T2 con 45% de abundancia relativa y sistema de manejo T3 con 31% abundancia relativa, asociados a los frutales de duraznero y peral, con una distribución de 9 familias en este Orden ver figura 10. El análisis de varianza de una vía mostró ($P=0.8215$) por lo que no hay diferencia entre los tres sistemas de manejo, en cuanto a la biodiversidad de hemípteros.

Los índices de riqueza muestran que existen 7, 9 y 8 familias para los sistemas de manejo T1, T2 y T3, respectivamente. El índice de Margalef, muestra valores de 1.381, 1.612 y 1.534. Por lo tanto se puede considerar a los tres sistema de manejo que presentan valores de baja biodiversidad de insectos de este Orden. El

cuadro 6 muestra que los índices de Simpson con valores de 0.38, 0.47 y 0.43 para los sistema de manejo T1, T2 y T3 respectivamente; de modo que existen dominantes las familias Cicadellidae y Tingidae.

Cuadro 6. Índices de riqueza, dominancia y homogeneidad en tres sistemas de manejo durante 2013 (Hemiptera) en huertas mixtas.

Índice	Análisis	T1= Manejo agronómico más protección a plagas	T2 = Manejo agronómico	T3 = Sin manejo agronómico
Riqueza	Taxa_S	7	9	8
	Individuos	77	143	96
	Margalef	1.381	1.612	1.534
Dominancia	Simpson_1-D	0.3829	0.4788	0.4395
	Berger-Parker	0.7792	0.7063	0.7396
Homogeneidad	Shannon_H	0.8946	1.096	1.03

El cuadro 6 muestra los índices de Berger-Parker con valores de 0.77, 0.70 y 0.73 en los sistemas de manejo T1, T2 y T3 respectivamente, se observa que no hay la presencia de una sola familia dominante, ya que existen dos familias dominantes. El $\ln(S)$ es 0.78, 1.00 y 0.92 para los sistema de manejo T1, T2 y T3 respectivamente; con valores del índice de Shannon son 0.89, 1.09 y 1.03 para los sistema de manejo T1, T2 y T3 respectivamente que son altos con respecto a $\ln(S)$ pero diferentes de cero, lo que refleja la dominancia de las familias Cicadellidae y Tingidae con respecto al total de 9 familias encontradas.

Se encontraron ejemplares de insectos que pueden actuar como plaga pertenecientes a las familias Aphididae a la que pertenecen los géneros *Myzus sp.* (pulgón verde) insectos de distribución cosmopolita, el principal riesgo es la transmisión de virus fitopatogenos (Bautista, 2006 y Brooklyn Botanic Garden, 2001). Membracidae perteneciente al género *Metcalfiella sp.* (periquito) que se encuentra asociado al duraznero y membrillero, las ninfas al alimentarse

succionan la savia de hojas y ramitas (Bautista, 2006). Cicadellidae a la que pertenece el género *Erythroneura sp.* (chicharrita) las ninfas succionan la savia, en el haz de la hoja donde se observa decoloración que causa defoliación del árbol (Bautista, 2006).

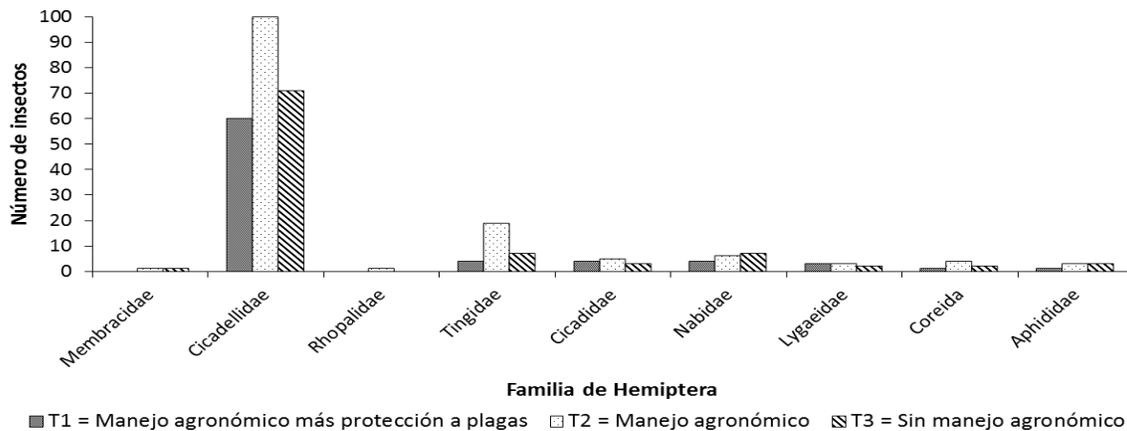
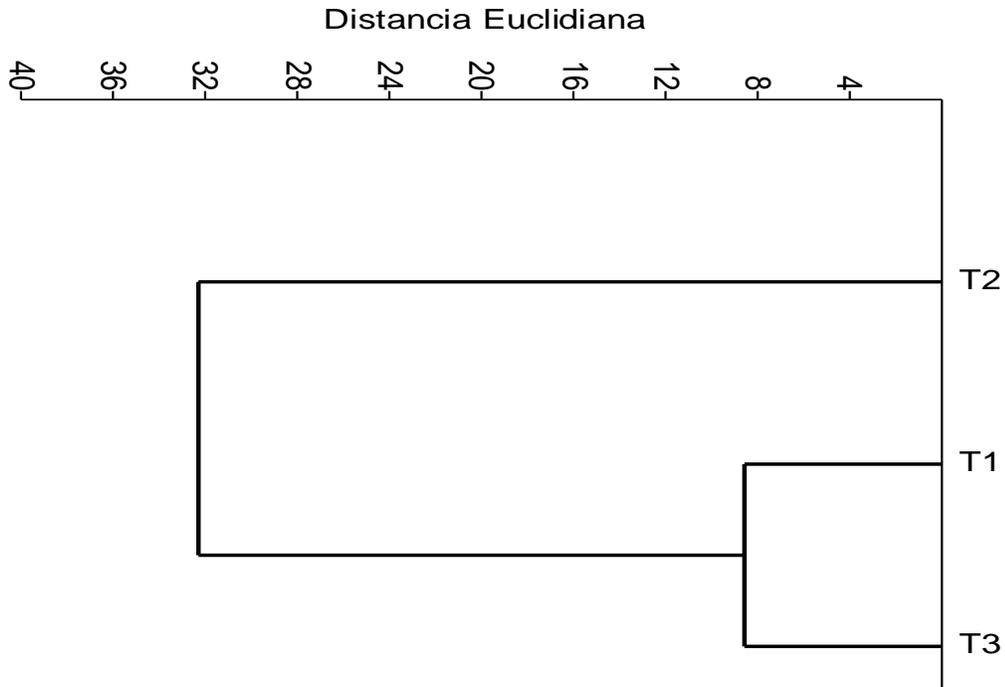


Figura 10. Número de individuos de insectos por familia del Orden Hemiptera, en tres sistemas de manejo, en Santiago Papasquiario.

Tingidae perteneciente al género *Corythuca sp.* (chinche de encaje) éste se asocia a duraznero y peral se alimenta de hojas, brotes, flores y frutos tiernos por la succión de la savia de los árboles (Sánchez, 1997 y Brooklyn Botanic Garden, 2001) y Cicadellidae a la que pertenece el género *Erythroneura sp.* (chicharrita) las ninfas succionan la savia, en el haz de la hoja donde se observa decoloración que causa defoliación del árbol (Bautista, 2006). Por otra parte, también se encontraron insectos benéficos de la familia Nabidae a la que pertenece el género *Nabis sp.*, con capacidades depredadoras terrestres generalistas, se alimentan de pulgones, larvas de lepidópteros y diversas especies de chinches plagas, encontrados en frutales (Nájera y Souza, 2010).



T1=Manejo agronómico más protección a plagas, T2=Manejo agronómico y T3=Sin manejo agronómico.

Figura 11. Dendrograma de la riqueza de Hemiptera, en tres sistemas de manejo con la distancia Euclidiana y el método de Ward.

El dendrograma de la figura 11 muestra que para los tres sistemas de manejo, los sistemas de manejo T1 y T3 son más parecidos. El dendrograma de la figura 12 indica la formación de tres grupos, el primero compuesto por las familias Rhopalidae y Membracidae. El segundo por las familias Cicadidae, Lygaeidae, Coreidae y Aphidae y el tercero por las familias Nabidae, Tingidae y Cicadellidae. Los dos primeros grupos se caracterizan por tener baja población de hemípteros y el primero por tener alta población de estas familias.

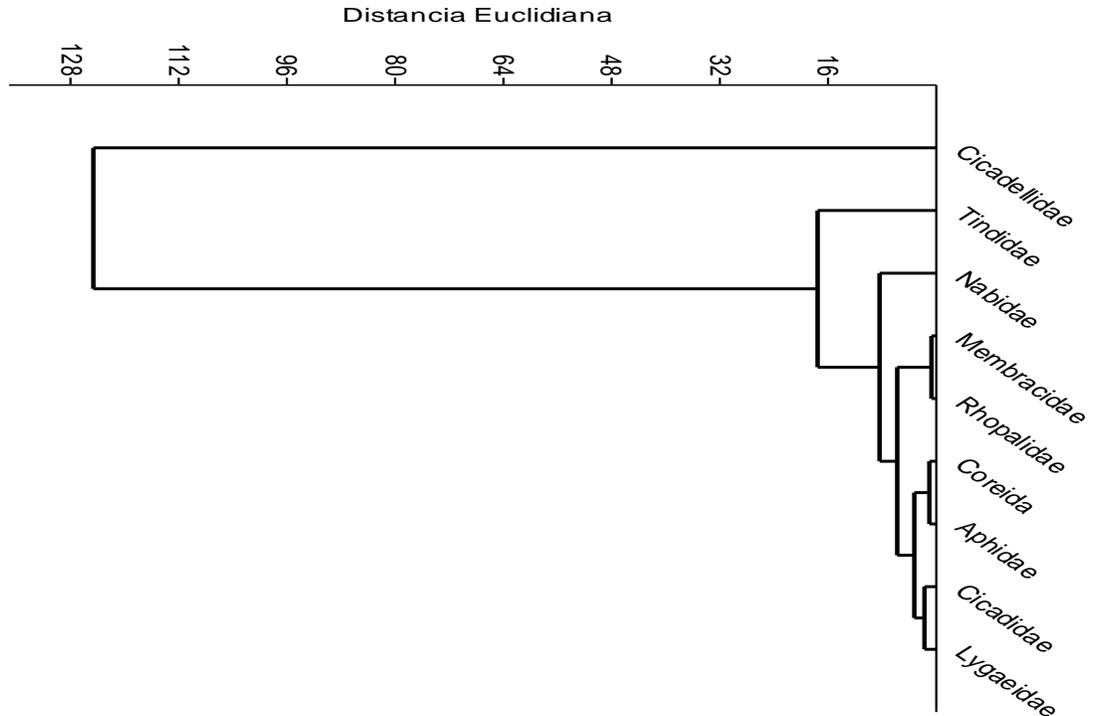


Figura 12. Dendrograma de la riqueza de Hemiptera con la distancia Euclidiana y el método de Ward.

6.1.5 Biodiversidad de Thysanoptera en tres sistemas de manejo

En total se colectaron 104 insectos en los sistemas de manejo ver cuadro 7, con la siguiente distribución en los sistema de manejo, sistema de manejo T1, con 19% abundancia relativa, sistema de manejo T2 con 31% de abundancia relativa y sistema de manejo T3 con 50% abundancia relativa, asociados a los frutales de duraznero y peral, con una distribución de 2 familias en este Orden, que se muestra en la figura 13. El análisis de varianza de una vía mostró una ($P=0.815$) por lo que no hay diferencia entre los tres sistemas de manejo, por lo cual existe la misma biodiversidad de trips.

Los índices de riqueza muestran que existen 1, 2 y 2 familias para los sistema de manejo T1, T2 y T3, respectivamente. El índice de Margalef, muestra valores de 0, 0.288 y 0.253 valores inferiores a 2,0 son considerados zonas de baja

biodiversidad. Por lo tanto se puede considerar a los tres sistemas de manejo como valores de baja o casi nula biodiversidad de trips. El índice de Simpson muestra la probabilidad de que dos individuos tomados al azar sean de la misma familia y valores mayores de 0.5 muestran que existen familias dominantes. El cuadro 7 muestra que los índices son: 0, 0.169 y 0 para los sistemas de manejo T1, T2 y T3, respectivamente, en este caso la familia dominante es Thripidae. El índice de Berger-Parker indica el número de la familia más abundante, valores de 1.0 significa que existe una sola y valores cercanos a cero que existen muchas, el cuadro 7 muestra valores de 1, 0.90 y 0.98 por lo que existe una familia dominante.

Cuadro 7. Índices de riqueza, dominancia y homogeneidad en tres sistemas de manejo durante 2013 (Thysanoptera) en huertas mixtas.

Índice	Análisis	T1= Manejo agronómico más protección a plagas	T2 = Manejo agronómico	T3 = Sin manejo agronómico
Riqueza	Taxa_S	1	2	2
	Individuos	20	32	52
	Margalef	0	0.2885	0.2531
Dominancia	Simpson_1-D	0	0.1699	0
	Berger-Parker	1	0.9063	0.9808
Homogeneidad	Shannon_H	0	0.311	0.09503

El índice de equidad De Shannon mide el grado de incertidumbre al predecir a qué familia pertenecerá un individuo escogido al azar adquiere valores entre cero para una sola y $\ln(S)$ para todas las familias están representadas por el mismo número de individuos. El $\ln(S)$ es 0, 0.26 y 0.07 para manejo agronómico más protección a plagas, manejo agronómico y sin manejo agronómico respectivamente y los valores del índice de Shannon son 0, 0.31 y 0.09 que son altos con respecto a $\ln(S)$ pero no diferentes de cero, lo que refleja la dominancia de la familia Thripidae con respecto al total de 2 familias encontradas.

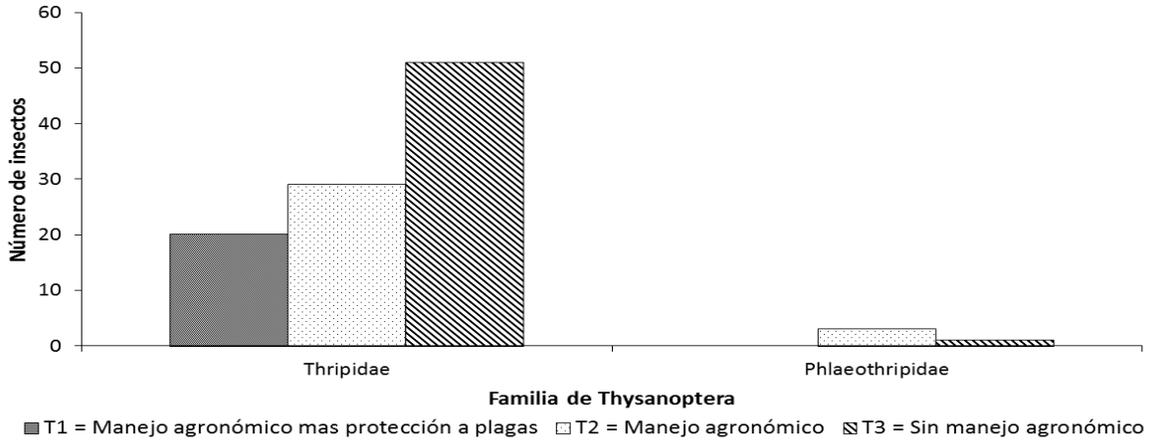
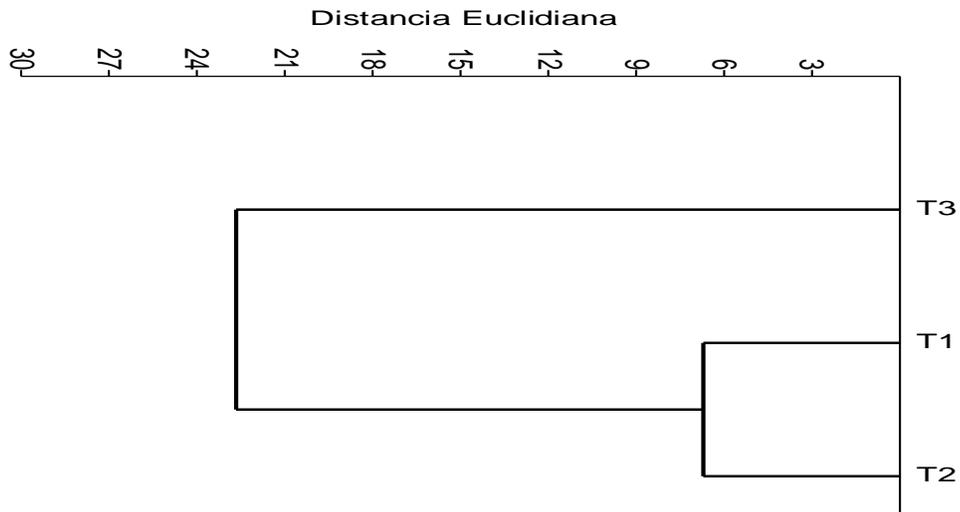


Figura 13. Número de individuos de insectos por familia del Orden Thysanoptera, en tres sistemas de manejo, en Santiago Papasquiario.

Se encontraron ejemplares de insectos plaga perteneciente a la familia Thripidae a la que pertenece el género *Frankliniela spp.* (trips) que suele producir daños al fruto al momento de alimentarse y ovipositar, decoloración y deformación en el follaje y aborto de flores (Sánchez, 1997, Bautista, 2006 y y Brooklyn Botanic Garden, 2001).



T1=Manejo agronómico más protección a plagas, T2=Manejo agronómico y T3=Sin manejo agronómico.

Figura 14. Dendrograma de la riqueza de Thysanoptera, en tres sistemas de manejo con la distancia Euclidiana y el método de Ward.

El dendrograma de la figura 14 muestra que para los tres sistemas de manejo, los sistema de manejo T1 y T2 son más parecidos. El dendrograma de la figura 15 muestra la formación de dos grupos, el primero compuesto por la familia Thripidae y el segundo por la familia Phlaeothripidae. El primer grupo se caracteriza por tener alta población de estos insectos.

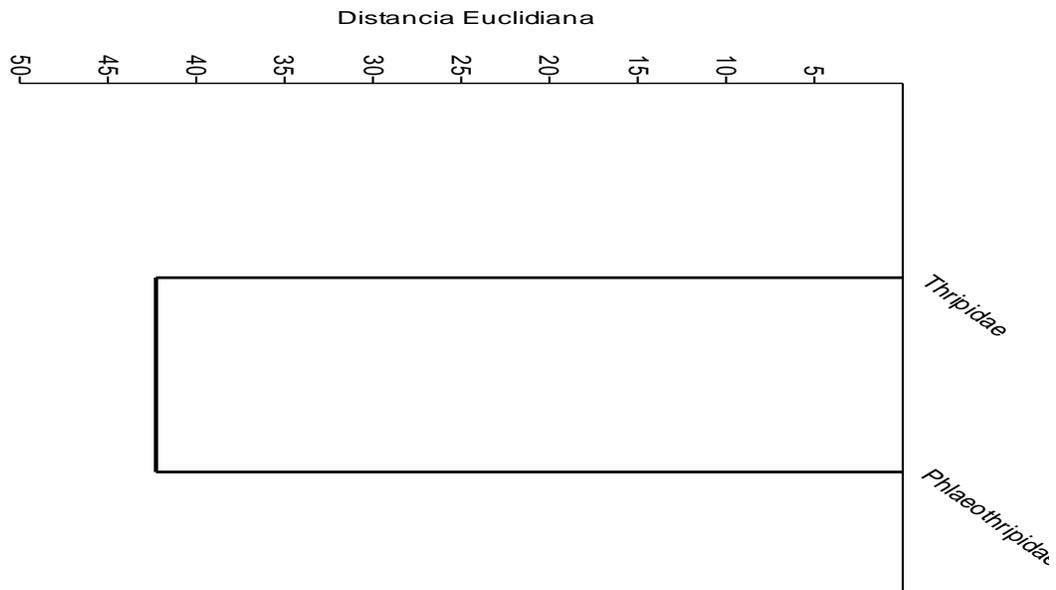


Figura 15. Dendrograma de la riqueza de Thysanoptera con la distancia Euclidiana y el método de Ward.

6.1.6 Biodiversidad de Lepidoptera en dos sistemas de manejo

La figura 16 muestra el monitoreo de palomilla del manzano en dos trampas de feromona con atrayente para machos, la trampa uno fue colocada en el sistema de manejo T1 y la segunda en el sistema de manejo T3, donde la trampa dos presentó los valor más altos de insectos en trampa pegajosa durante todas las lecturas respecto a la trampa uno. Se observó que los máximos picos en cuanto al número de insectos se presentaron los días 23 de junio y el 2 de agosto. En la trampa uno se puede observar un descenso de los insectos, esto se debe posiblemente a la aplicación de los insecticidas orgánicos (extracto de ajo y neem) realizados los días 27 de junio, 11 y 25 de julio y el 8 de agosto, por lo que

podemos inferir que la aplicación de estos productos actuaron como repelentes a la palomilla del manzano en el sistema de manejo T1.

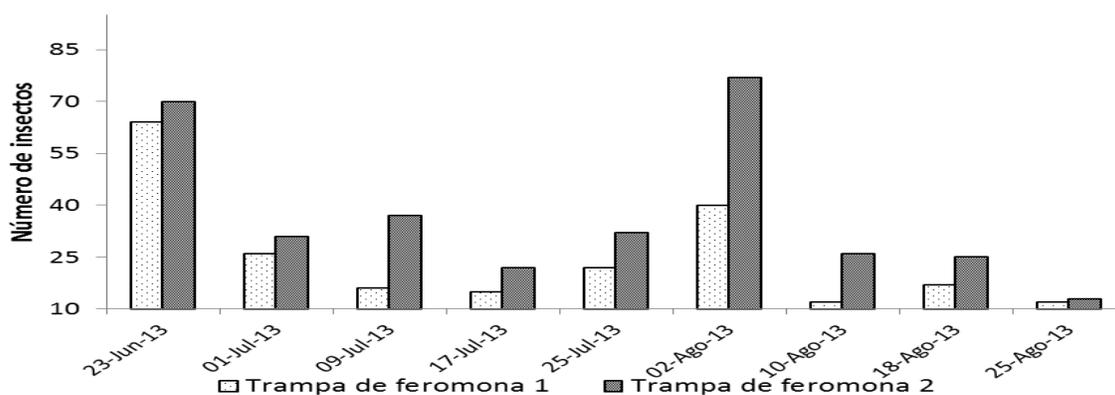


Figura 16. Monitoreo de palomilla del manzano con trampa de feromona.

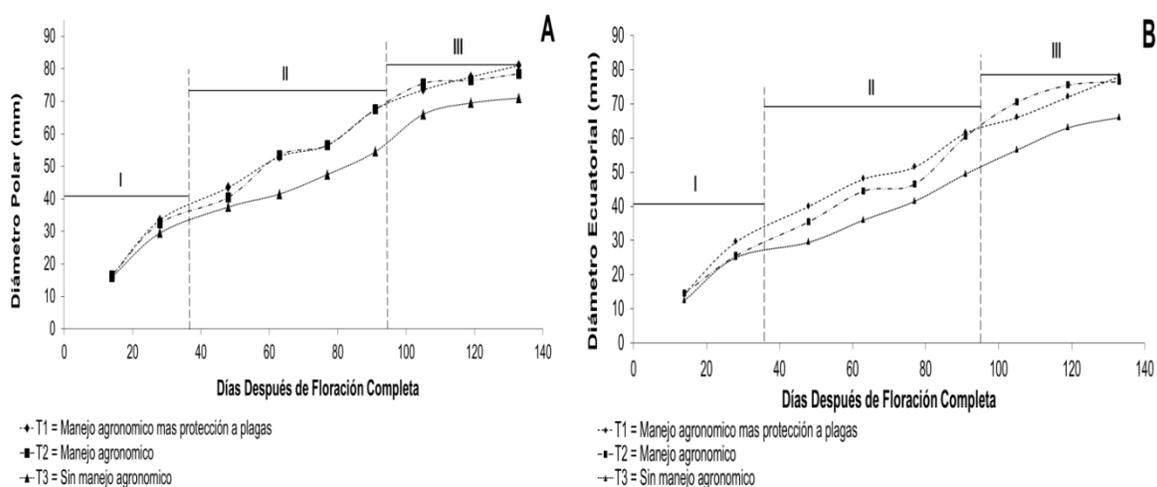
Valencia-Botín *et al.*, (2004) han observado efectos en este sentido en insectos del Orden Lepidoptera con aplicaciones comerciales de aceite de neem, así como observaron una repelencia en ovoposición de la mosca mexicana de la fruta [*Anastrepha ludens* (Loew)] por la aplicación de extractos acuosos de neem sobre frutos de naranja, cv “Valencia”. Regnault-Roger, *et al.*, (2004) indican que el neem tiene actividades antiapetentes e inhibidoras del crecimiento que evitan las mudas con normalidad y se interrumpe el ciclo reproductor del insecto. En especies de insectos de las familias (Tortricidae, Curculionidae, Chrysomelidae y Noctuidae). Además presenta poca persistencia en el ambiente debido a su fotolabilidad e hidrólisis así como su degradación en el suelo por diversos microorganismos.

6.2 Evaluación de modelos de crecimiento después de floración completa para cada frutal en tres sistemas de manejo.

Los resultados correspondientes al análisis de crecimiento en tres sistemas de manejo del peral y duraznero; el primero recibió las prácticas culturales habituales,

en lo que respecta a poda, riego, fertilización, más la aplicación de sistema de manejo sanitarios referente a insecticidas con la utilización de medidas preventivas de baja prevalencia en el ambiente (orgánicos) T1, en el segundo los frutales recibieron únicamente las prácticas culturales de poda, riego y fertilización T2, y el tercero no recibió prácticas culturales T3, corresponde al manejo tradicional por parte de los fruticultores de la región que han mantenido en las últimas décadas.

Las figuras 17 A y B muestran los crecimientos correspondientes al diámetro polar y diámetro ecuatorial del fruto en pera criolla, respectivamente. Se muestra la primera etapa de crecimiento (I, división celular) la cual duró hasta los 38 días después de floración completa, la segunda etapa (II, endurecimiento de hueso) comprendió hasta los 98 días y la tercera etapa (III, elongación celular) se completó a los 133 días después de floración, momento en que se realizó la cosecha de los frutos.



El cuadro 8 y 9 muestran una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los sistema de manejo T1, T2 y T3 ($P < 0.05$) en el parámetro del diámetro polar y ecuatorial del fruto de pera respectivamente, el T1 es el de mayor

media y el T3 el que presentó el promedio más bajo en el ANOVA para los días de toma de datos.

Las figuras 18 A y B muestran los crecimientos correspondientes al diámetro polar y diámetro ecuatorial del fruto en durazno criollo, respectivamente. Se muestra la primera etapa de crecimiento (I, división celular) la cual tardó 40 días después de floración completa, la segunda etapa (II, endurecimiento de hueso) comprendió 60 días, y la tercera etapa (III, elongación celular) se completó a los 140 días después de floración, momento en que se realizó la cosecha de los frutos.

Cuadro 8. Medias del diámetro polar en (mm) en frutos de pera criolla.

Sistema de manejo	Días Después de Floración (DDF)								
	14	28	48	63	77	91	105	119	133
T1	16.2 a	35.6 a	43.2 a	52.8 a	56.2 a	67.2 a	72.2 a	77.8 a	81.2 a
T2	16.0 b	33.0 b	40.0 b	53.0 a	55.8 a	66.4 b	74.6 b	76.4 b	78.6 b
T3	16.2 a	29.6 c	37.4 c	41.6 b	47.9 b	53.9 c	66.7 c	69.2 c	70.6 c
C. V. (%)	10.09	4.99	9.22	6.47	11.04	7.42	9.92	5.03	5.17

T1 = Manejo agronómico más protección a plagas, T2 = Manejo agronómico, T3 = Sin manejo agronómico y C. V.=Coeficiente de variación. Fase I (14 a 38 DDF), Fase II (39 a 95 DDF) y Fase III (96 a 133 DDF). (Tukey; $\alpha=0.05$) Símbolos iguales no son estadísticamente diferentes.

Cuadro 9. Medias del diámetro ecuatorial en (mm) en frutos de pera criolla.

Sistema de manejo	Días Después de Floración (DDF)								
	14	28	48	63	77	91	105	119	133
T1	13.4 a	30.6 a	40.0 a	47.4 a	51.0 a	62.0 a	66.6 b	72.6 b	77.8 a
T2	13.4 a	26.0 b	34.8 b	43.6 b	46.2 b	59.0 b	69.6 a	75.0 a	76.2 b
T3	12.9 a	24.8 c	29.9 c	35.8 c	42.1 c	49.0 c	56.9 c	62.3 c	65.4 c
C. V. (%)	7.63	10.34	12.21	11.73	8.05	9.82	8.58	8.32	7.74

T1 = Manejo agronómico más protección a plagas, T2 = Manejo agronómico, T3 = Sin manejo agronómico y C. V.=Coeficiente de variación. Fase I (14 a 38 DDF), Fase II (39 a 95 DDF) y Fase III (96 a 133 DDF). (Tukey; $\alpha=0.05$) Símbolos iguales no son estadísticamente diferentes.

El cuadro 10 y 11 muestran una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los sistema de manejo T1, T2 y T3 ($P < 0.05$) en el diámetro polar y ecuatorial del fruto de durazno respectivamente, es el T1 el de mayor media y el T3 el que presentó la media más baja en el ANOVA para los días de toma de datos.

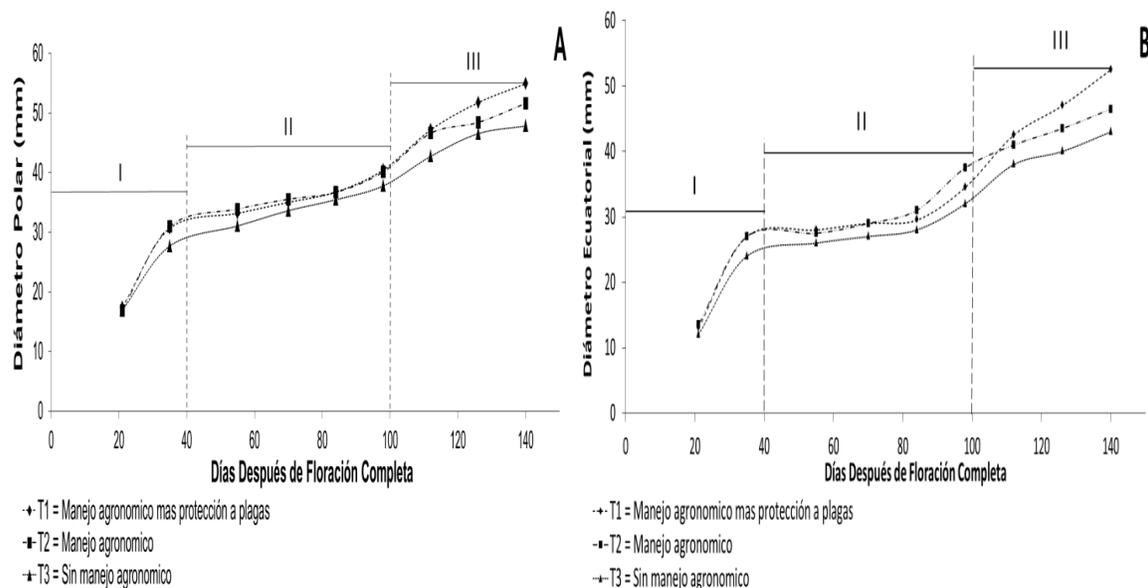


Figura 18. Dinámica de crecimiento de durazno criollo en huertas de Santiago Papasquiario, bajo tres sistemas de manejo.

Cuadro 10. Medias del diámetro polar en (mm) en frutos de durazno criollo.

Sistema de manejo	Días Después de Floración (DDF)								
	21	35	55	70	84	98	112	126	140
T1	17.5 a	31.1 a	33.2 a	35.0 a	36.8 a	40.5 a	47.2 a	51.8 a	54.9 a
T2	16.9 a	31.0 a	33.9 a	35.6 a	36.7 a	40.2 a	46.6 a	48.4 b	51.6 b
T3	17.5 a	27.7 b	31.1 b	33.6 b	35.5 b	37.8 b	42.8 b	46.6 c	47.8 c
C. V. (%)	9.09	6.43	6.78	5.27	3.75	3.62	3.89	5.13	4.95

T1 = Manejo agronómico más protección a plagas, T2 = Manejo agronómico, T3 = Sin manejo agronómico y C. V.=Coeficiente de variación. Fase I (21 a 40 DDF), Fase II (41 a 100 DDF) y Fase III (101 a 140 DDF). (Tukey; $\alpha=0.05$) Símbolos iguales no son estadísticamente diferentes.

Cuadro 11. Medias del diámetro ecuatorial en (mm) en frutos de durazno criollo.

Sistema de manejo	Días Después de Floración (DDF)								
	21	35	55	70	84	98	112	126	140
T1	12.0 a	24.2 a	26.1 a	27.8 a	30.4 a	35.0 a	41.9 a	47.6 a	50.4 a
T2	14.0 b	25.6 b	27.4 b	29.0 b	30.9 a	37.2 b	41.7 a	44.6 b	47.3 b
T3	12.0 a	23.7 a	25.9 a	27.5 a	28.5 b	33.8 c	37.4 b	47.6 c	43.8 c
C. V. (%)	9.81	7.74	5.13	4.34	5.82	5.53	5.95	6.5	6.07

T1 = Manejo agronómico más protección a plagas, T2 = Manejo agronómico, T3 = Sin manejo agronómico y C. V.=Coeficiente de variación. . Fase I (21 a 40 DDF), Fase II (41 a 100 DDF) y Fase III (101 a 140 DDF). (Tukey; $\alpha=0.05$) Símbolos iguales no son estadísticamente diferentes.

El desarrollo de los diámetros polar y ecuatorial en ambos frutales se simularon por medio de los siguientes modelos: Logístico (1) Monomolecular (2) y de Gompertz (3) en el presente estudio.

$$D = f(t) = \frac{a}{1+e^{-(b+ct+dt^2+et^3)}} \dots\dots\dots\text{Ecuación (1)}$$

$$D = f(t) = a(1 - e^{-(b+ct+dt^2+et^3)}) \dots\dots\dots\text{Ecuación (2)}$$

$$D = f(t) = a * e^{(-e^{(b+ct+dt^2+et^3)})} \dots\dots\dots\text{Ecuación (3)}$$

En cada caso D representa la medida del diámetro del fruto medido en milímetros y t el tiempo en días después de floración completa (DDFC). La constante a esta asociada con el diámetro final y las constantes b, c, d y e están relacionadas con las velocidades de crecimiento. El método de comparación de los modelos fenológicos del desarrollo, se basan en los diámetros de los frutos y estos permitirán conocer los estados fenológicos para tomar medidas de manejo agronómico, para la determinación de la fecha de fertilización y riego de los cultivos.

Los tres modelos presentan un buen ajuste a los datos obtenidos experimentalmente para ambos diámetros en el fruto de pera, de acuerdo al menor error cuadrático medio para ambos diámetros (cuadro 12). Estos resultados muestran la flexibilidad que confieren a las ecuaciones los cinco parámetros que las definen. En el sistema de manejo T1 el modelo Monomolecular fue el más adecuado en el diámetro polar y ecuatorial. En el sistema de manejo T2 el modelo más apropiado para el diámetro polar fue el Monomolecular y para el ecuatorial fue el Logístico. En el caso del sistema de manejo T3 El mejor modelo para el diámetro polar fue el Logístico y el de Gompertz y para el diámetro ecuatorial el modelo Monomolecular.

Cuadro 12. Estimación de coeficientes del modelo y sistema de manejo en frutos de pera.

Modelo	Sistema de manejo	Diámetro Polar							Diámetro Ecuatorial						
		Coeficientes					ECM	R ²	Coeficientes					ECM	R ²
		a	b	c	d	e			a	b	c	d	e		
Logístico	T1	80.6	2.6	-0.11	0.001	-0.000013	2.2	99	79.0	2.6	-0.10	0.001	-0.000012	1.7	99
	T2	77.9	2.6	-0.12	0.002	-0.000017	3.0	99	76.6	2.8	-0.12	0.002	-0.000015	1.6	99
	T3	70.8	2.7	-0.13	0.002	-0.000019	0.4	98	65.9	2.4	-0.09	0.001	-0.000019	1.4	99
Monomolecular	T1	82.2	-0.2	0.04	-0.001	0.000012	1.4	99	83.0	-0.1	0.03	0.001	0.000012	0.9	99
	T2	78.6	-0.2	0.04	-0.001	0.000016	2.7	99	78.1	-0.2	0.04	-0.001	0.000018	2.7	99
	T3	71.9	-0.3	0.05	-0.001	0.000016	0.6	99	67.0	-0.2	0.04	-0.001	0.000013	0.5	99
Gompertz	T1	81.1	1.2	-0.07	0.001	-0.000011	1.7	99	80.2	1.2	-0.06	0.001	-0.000011	1.2	99
	T2	78.2	1.3	-0.08	0.001	-0.000013	2.8	99	77.2	1.3	-0.07	0.001	-0.000017	2.0	99
	T3	71.2	1.4	-0.09	0.001	-0.000010	0.4	99	66.2	1.2	-0.06	0.001	-0.000012	0.9	99

T1= Manejo agronómico más protección a plagas, T2 = Manejo agronómico y T3 = Sin manejo agronómico
ECM=Error cuadrático medio y R²=Coeficiente de determinación.

En la figura 17 que corresponde al diámetro polar (A) de la pera se observa un incremento hasta el día 30 donde se observa un punto de inflexión, el crecimiento más grande corresponde al T2 y el mínimo a T3 posteriormente se observa un

crecimiento más lento del día 30 hasta el día 94 presentan otro punto de inflexión donde el menor crecimiento corresponde a T3, después de esto se observa un crecimiento más acelerado. El T1 alcanza un crecimiento sostenido del día 94 al 134. En el T2 se observa un punto de inflexión en el día 104 y desde ese día muestra un crecimiento sostenido. El T3 desde el día 94 al 104 muestra un crecimiento sostenido y en el 104 hay un punto de inflexión. En el diámetro ecuatorial (B) de la pera se observa un incremento hasta el día 30 donde se observa un punto de inflexión. El crecimiento más grande corresponden al T1 y T2 y el mínimo a T3 posteriormente se observa un crecimiento más lento del día 30 hasta el día 76 presentan otro punto de inflexión donde el menor crecimiento corresponde a T3, y el mayor T2, después de esto se observa un crecimiento más acelerado. El T1 se observa un punto de inflexión a los 100 días. En el T2 se observa un punto de inflexión en el día 94 y desde ese día muestra un crecimiento sostenido. El T3 desde el día 74 al 100 muestra un crecimiento sostenido y en el día 100 hay un punto de inflexión. Los resultados al día 134 muestran que T1 presentó mayor diámetro y el T3 menor diámetro.

En el cuadro 13 se observa que la comparación entre los coeficientes a para los modelos de crecimiento con respecto a una $t=2.11$ con 16 gl y una $P\leq 0.05$, para los sistema de manejo T1 y T2 no hubo diferencia significativa con ningunos de los modelos ni de los diámetros, mientras que para la comparación entre los sistema de manejo (T1 y T3) y (T2 y T3) existen diferencias significativas por lo tanto los modelos de crecimiento del diámetro polar y ecuatorial en el caso de la pera el T1 y T2 son iguales pero el sistema de manejo T3 es diferente de ambos. Para los demás coeficientes no existen diferencias significativas. Los tres modelos presentan un buen ajuste a los datos obtenidos experimentalmente para ambos diámetros en el fruto de durazno, con coeficientes de determinación que en todos los casos superan el 98% para ambos diámetros (cuadro 14). En todos los casos los sistemas de manejo T1, T2 y T3, el modelo Monomolecular fue el que presentó menor ECM tanto para el diámetro polar y ecuatorial, por lo tanto es el que mejor

describe el crecimiento de los diámetros polar y ecuatorial en frutos de durazno criollo.

En el cuadro 15 se comparan los coeficientes a para los modelos de crecimiento con respecto a una $t=2.11$ con 16 gl y una $P\leq 0.05$, para T1 y T2 existen diferencias significativas excepto para el modelo logístico en el diámetro polar, mientras que para T1 y T3 existen diferencias significativas en todos los casos, y para T2 y T3 no existen diferencias significativas.

Cuadro 13. Comparación entre los coeficientes de los modelos (t de student) en frutos de pera ($t=2.11$, 16 gl, $P\leq 0.05$).

C	Logístico						Monomolecular						Gompertz					
	Diámetro Polar			Diámetro Ecuatorial			Diámetro Polar			Diámetro Ecuatorial			Diámetro Polar			Diámetro Ecuatorial		
	T1y T2	T1y T3	T2y T3	T1y T2	T1y T3	T2y T3	T1y T2	T1y T3	T2y T3	T1y T2	T1y T3	T2y T3	T1y T2	T1y T3	T2y T3	T1y T2	T1y T3	T2y T3
<i>a</i>	0.8	3.8	3.4	0.6	3.3	4.4	1.0	3.3	2.7	0.8	2.7	3.6	0.9	3.8	3.2	0.7	3.3	4.3
<i>b</i>	0.1	0.3	0.1	-0.5	0.3	0.7	0.2	0.7	0.3	0.3	0.4	0.0	-0.1	-0.4	-0.2	-0.3	0.1	0.4
<i>c</i>	0.2	0.7	0.3	0.6	-0.1	-0.6	-0.3	-1.0	-0.4	-0.5	-0.8	0.0	0.2	0.9	0.4	0.5	0.2	-0.3
<i>d</i>	0.4	1.1	0.4	-0.9	-0.2	0.7	0.4	1.4	0.5	0.8	1.3	0.0	-0.4	-1.2	-0.4	-0.8	-0.6	0.4
<i>e</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

T1= Manejo agronómico más protección a plagas, T2 = Manejo agronómico, T3 = Sin manejo agronómico y C=Coeficiente.

En la figura 18 que corresponde al diámetro polar (A) del durazno se observa un incremento hasta el día 40 donde se observa un punto de inflexión. En este punto el crecimiento más grande corresponde al T1 y el mínimo a T3 posteriormente se observa un crecimiento más lento del día 40 hasta el día 100 presenta otro punto de inflexión donde el menor crecimiento corresponde a T3, T1 y T2 tienen el mismo valor, después de esto se observa un crecimiento más acelerado. El T1 se observa un crecimiento sostenido del día 60 al 104 con tres puntos de inflexión a los 70, 90 y 100 días logra alcanzar el mayor tamaño a los 140 días. En el

diámetro ecuatorial (B) del durazno se observa un incremento hasta el día 40 donde se observa un punto de inflexión. En este punto el crecimiento más grande corresponde al T1 y el mínimo a T3 posteriormente se observa un crecimiento más lento hasta el día 90 presenta otro punto de inflexión donde el menor crecimiento corresponde a T3, T2 y T1 tienen el mismo valor, después de esto se observa un crecimiento más acelerado. El T1 se observa un crecimiento sostenido del día 60 al 100 con un punto de inflexión a 90 días, logra alcanzar el mayor tamaño a los 140 días.

Cuadro 14. Estimación de los coeficientes de cada modelo por sistema de manejo en frutos de durazno.

Modelo	Sistema de manejo	Diámetro Polar							Diámetro Ecuatorial						
		Coeficientes					ECM	R ²	Coeficientes					ECM	R ²
		a	b	c	d	e			a	b	c	d	e		
Logístico	T1	54.3	3.3	-0.17	0.003	-0.000013	0.7	99	50.9	3.9	-0.20	0.003	-0.000028	1.9	99
	T2	50.4	3.9	-0.22	0.003	-0.000025	0.8	99	44.4	4.4	-0.25	0.004	-0.000024	1.7	98
	T3	48.0	3.0	-0.16	0.002	-0.000018	0.3	99	41.7	4.3	-0.23	0.004	-0.000026	0.7	99
Monomolecular	T1	55.4	-0.9	0.09	-0.001	0.000017	0.2	99	52.5	-1.1	0.09	-0.001	0.000011	0.7	99
	T2	51.2	-1.2	0.11	-0.002	0.000019	0.4	99	45.1	-1.4	0.12	-0.002	0.000017	0.9	99
	T3	48.7	-0.8	0.08	-0.001	0.000012	0.2	99	42.5	-1.3	0.11	-0.002	0.000013	0.3	99
Gompertz	T1	54.8	2.0	-0.13	0.002	-0.000014	0.4	99	51.5	2.4	-0.14	0.002	-0.000019	1.2	99
	T2	50.8	2.5	-0.16	0.002	-0.000018	0.6	99	44.7	2.8	-0.18	0.003	-0.000023	1.3	99
	T3	48.2	1.8	-0.11	0.002	-0.000012	0.2	99	42.0	2.6	-0.16	0.003	-0.000012	0.5	99

T1= Manejo agronómico más protección a plagas, T2 = Manejo agronómico y T3 = Sin manejo agronómico. ECM=Error cuadrático medio y R²=Coeficiente de determinación.

Se observó en pera que el diámetro polar del modelo de Gompertz fue el que mejor se aproximó al diámetro real final y en el diámetro ecuatorial fue el modelo logístico. Por otro lado, el modelo que mejor se ajustó al desarrollo del diámetro polar fue el Monomolecular en los sistema de manejo T1 y T2, y en T3 el Logístico y el de Gompertz y en el diámetro ecuatorial para el T1 y T3 fue el Monomolecular y para T2 el Logístico (cuadro 12 y 13) de los tres modelos el que mejor describe

la fenología del crecimiento de los diámetros polar y ecuatorial en el fruto de pera en tres sistemas de manejo es el Monomolecular, debido a que es el que presenta menor error cuadrático medio.

En el fruto de durazno el diámetro polar los que más se aproximaron a los diámetros reales fueron Logístico, Monomolecular y Gompertz para los sistemas de manejo T3, T2 y T1 respectivamente y en el diámetro ecuatorial el modelo Monomolecular fue el que más se aproximó a los diámetros finales. El modelo Monomolecular fue el que mejor simuló el desarrollo del crecimiento en el caso del diámetro polar y diámetro ecuatorial, por presentar el menor error cuadrático medio en tres modelos de simulación de crecimiento del durazno, en tres sistemas de manejo de los frutales.

Cuadro 15. Comparación entre los coeficientes de los modelos (*t* de student) en frutos de durazno ($t=2.11$, 16 gl, $P\leq 0.05$).

C	Logístico						Monomolecular						Gompertz					
	Diámetro Polar			Diámetro Ecuatorial			Diámetro Polar			Diámetro Ecuatorial			Diámetro Polar			Diámetro Ecuatorial		
	T1 y T2	T1 y T3	T2 y T3	T1 y T2	T1 y T3	T2 y T3	T1 y T2	T1 y T3	T2 y T3	T1 y T2	T1 y T3	T2 y T3	T1 y T2	T1 y T3	T2 y T3	T1 y T2	T1 y T3	T2 y T3
<i>a</i>	0.0	4.4	1.9	2.9	4.4	0.8	3.1	5.4	2.0	3.8	5.6	1.9	2.8	5.0	2.0	3.3	5.0	1.8
<i>b</i>	0.0	0.6	1.4	-0.4	-0.3	-0.1	1.2	-0.6	-1.7	0.9	0.7	0.3	-1.0	0.6	1.6	-0.5	-0.5	0.2
<i>c</i>	0.0	-0.5	-1.4	0.7	0.5	0.2	-1.3	0.5	1.6	-1.1	-0.9	0.5	1.1	-0.5	-1.5	0.8	0.6	-0.4
<i>d</i>	-0.9	0.5	1.4	-0.8	-0.5	-0.4	1.1	-0.7	-1.5	1.1	0.8	0.6	-1.0	0.6	1.5	-0.9	-0.6	0.5
<i>e</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

T1=Manejo agronómico más protección a plagas, T2=Manejo agronómico, T3=Sin manejo agronómico y C=Coefficiente.

En el caso del durazno los resultados del presente estudio coinciden con los obtenidos por Avanza, *et al.*, (2004) en naranjo dulce y por Rojas-Lara *et al.*, (2008) en chile cv “manzano” en cuanto al modelo Monomolecular. Sin embargo, Álvarez y Boche, (1999) en el caso de nectarina tardía postulan que el mejor modelo es el Logístico para simular el crecimiento. Por su parte, Ardila *et al.*,

(2011) realizaron modelaciones en tres híbridos de tomate pero solo utilizaron el modelo logístico. Casierra-Posada *et al.*, (2004) realizaron modelaciones sobre durazno pero solamente utilizaron polinomios de tercer grado y esto no permite comparar los diámetros finales de los fruto con los estimados por los modelos.

6.3 Determinación del contenido de clorofila total, Unidades Spad y NPK en follaje para cada frutal, y nutrimentos de suelo en tres sistemas de manejo

6.3.1 Determinación de clorofila total en follaje

Las lecturas de Unidades Spad en las hojas de duraznero, variaron de 20.3 a 51, y para el peral de 30.2 a 60.9, en los tres sistemas de manejo experimentales. La agrupación de Unidades Spad permitió abarcar todas las tonalidades de verde en las hojas de los frutales presentes en cualquier circunstancia. Para cada intervalo seleccionado, el análisis estadístico mostró un valor promedio mínimo y un máximo respectivamente. Los resultados mostraron alta correlación entre el método destructivo clorofila total y la variable independiente del no destructivo Unidades Spad (análisis de regresión y correlación; $R^2 = 0.96$; $P < 0$) lo cual se observa en el concentrado de datos del análisis de varianza de la regresión y correlación (cuadro 16) para hojas de duraznero.

Para el caso de las hojas de peral los resultados presentaron alta correlación entre la variable dependiente del método destructivo clorofila total y la variable independiente del no destructivo Unidades Spad (análisis de regresión y correlación; $R^2 = 0.973$; $P < 0$) lo cual se observa en el concentrado de datos del análisis de varianza de la regresión y correlación (cuadro 17).

Lo cual representa una gran ventaja al poder substituir la determinación de clorofila por el método tradicional (que es un método destructible) por la lectura de Unidades Spad, ya que el tiempo que se utiliza para 10 muestras en las determinaciones por el método tradicional es de por lo menos tres horas, las

determinaciones de Unidades Spad en 15 plantas de árboles frutales se realiza en 20 minutos.

Cuadro 16. Análisis de varianza de regresión y correlación, en hojas de duraznero.

FUENTE	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrados Medios	F	P
Modelo	28.45069	2	14.22535	900.3087	0
Residuo	0.30021	19	0.0158		
Total (Corregido)	28.7509	21			

Cuadro 17. Análisis de varianza de regresión y correlación, en hojas de peral.

FUENTE	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrados Medios	F	P
Modelo	81.39597	2	40.69799	592.9335	0
Residuo	1.30413	19	0.06864		
Total (Corregido)	82.7001	21			

Los resultados en el presente estudio coinciden con resultados obtenidos por Marquard y Tipton (1987) y Rodriguez *et al.*, (1998) donde correlacionaron Unidades Spad contra el contenido de clorofila total en cultivos de frutales, hortalizas, leguminosas y flores, entre los que se encuentra el duraznero, encontraron relaciones lineales significativas de R^2 , la correlación entre ambas variables fue entre 0.90 y 0.97. Al igual que Campbell *et al.*, (1990) encontraron modelos de regresión lineal con ajuste de R^2 de 0.64 a 0.79 en manzana cv “Imperial Delicious” entre clorofila extractable y Unidades Spad. Markwell *et al.*, (1995) obtuvieron modelos de regresión de mejor ajuste con ecuaciones cuadráticas o exponenciales con relaciones lineales significativas de $R^2=0.95$, como es el caso del presente estudio.

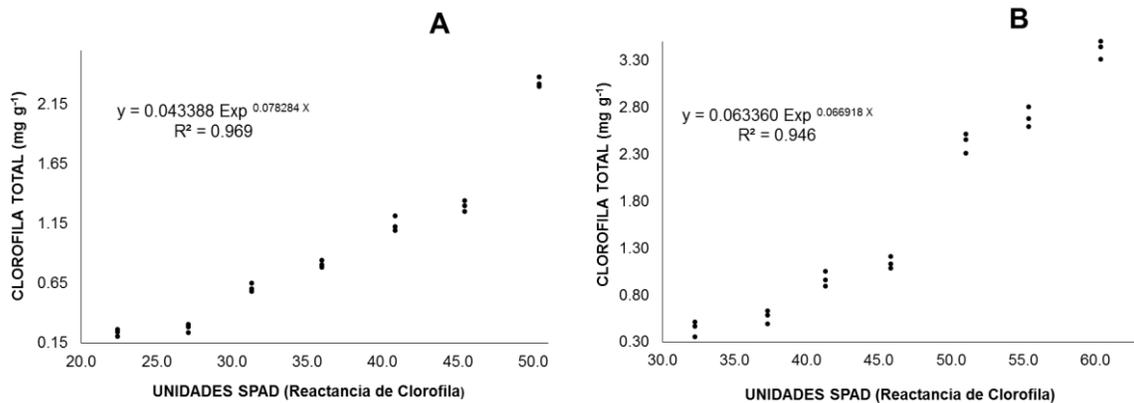


Figura 19. Correlación entre clorofila total extractable y Unidades Spad en hojas de duraznero (A) y peral (B).

Conversión de Unidades Spad a clorofila total

Se encontró correlación ($R^2=0.96$, $P < 0$) entre la concentración de clorofila total y las Unidades Spad, con la siguiente ecuación para hojas de duraznero figura 19 A:

$$\text{Clorofila total} = 0.043388e^{(0.078284 * Spad)} \dots\dots\dots \text{Ecuación (4)}$$

De acuerdo con la ecuación 4, en hojas amarillentas (cloróticas) la concentración de clorofila total fue de 0.252 mg g^{-1} y en hojas de color verde intenso fue de 2.248 mg g^{-1} de peso fresco. En cultivares de duraznero se han encontrado valores similares (Calderón, 1993). Por su parte (Pérez, 2006) en duraznero cv “Diamante mejorado” encontró en hojas verdes una concentración de clorofila de 2.19 mg g^{-1} de peso fresco, en follaje de duraznero sometido a diferentes niveles de infestación del ácaro *E. lewisi*.

Se encontró correlación ($R^2=0.94$, $P < 0$) entre la concentración de clorofila total y las Unidades Spad, con la siguiente ecuación para hojas de peral figura 19 B:

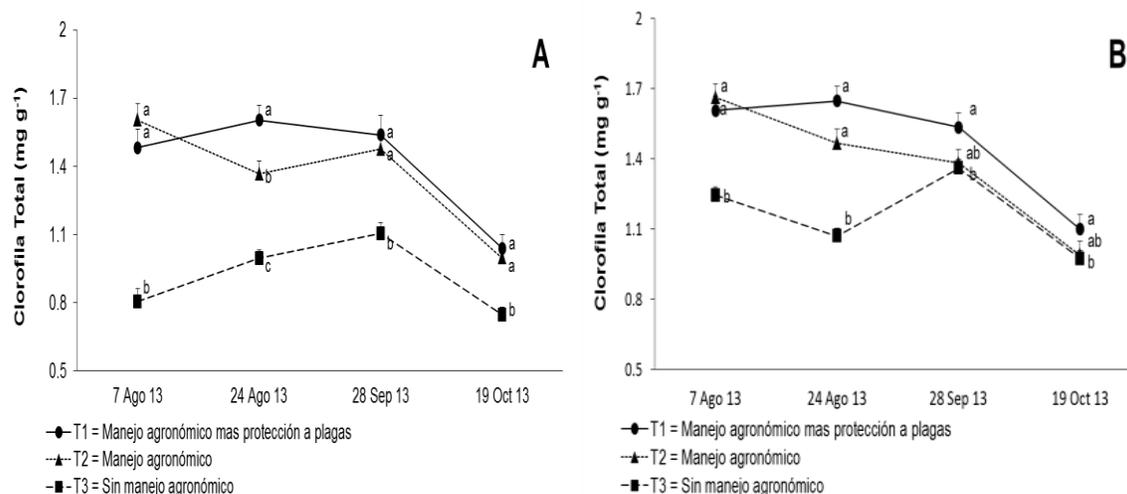
$$\text{Clorofila total} = 0.063360e^{(0.066918 * Spad)} \dots\dots\dots \text{Ecuación (5)}$$

De acuerdo con la ecuación 5, en hojas verde pálido la concentración de clorofila total fue de 0.548 mg g^{-1} y en hojas de color verde intenso fue de 3.607 mg g^{-1} de peso fresco, sin embargo (Campbell *et al.*, 1990) en cv “Imperial Delicious” encontró valores de 4.80 a $80 \mu\text{g cm}^{-2}$ bajo diferentes niveles de condiciones ambientales, la concentración de clorofila extractable mostró valores mayores conforme aumentaron las Unidades Spad.

6.3.2 Determinación de Unidades Spad *in situ* en follaje

Con la ayuda de estas ecuaciones, los datos de campo de Unidades Spad fueron transformados a contenido total de clorofila, en la figura 19 A y B se muestra la conversión de Unidades Spad a clorofila total en hojas de duraznero y peral respectivamente, en el sistema de manejo T1, de ambos frutales mostró los máximos valores para el mes de agosto. Para los muestreos posteriores los resultados mostrados indican una disminución en el contenido de clorofila en la medida en que se desarrolla la maduración del fruto hasta la caída de las hojas en el mes de octubre. Los resultados estadísticos, mostraron diferencias significativas entre los diferentes sistemas de manejo y los días en que fueron tomadas las lecturas.

En el análisis de muestras repetidas se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) a través del tiempo en el contenido de clorofila (Unidades Spad) por efecto de las diferencias en el agrónomico entre los tres sistema de manejo. También existieron diferencias significativas por efecto del tiempo ($P < 0.05$) y en la interacción del tiempo con los sistema de manejo ($P < 0.05$) para ambos frutales, de los resultados mostrados en la (figura 20) se puede apreciar el efecto que ejercen el manejo agrónomico más la protección al ataque de insectos plagas y enfermedades en el follaje sobre el contenido de clorofila total del sistema de manejo T1.



Símbolos diferentes indican diferencias significativas (Tukey; $\alpha < 0.05$). Las barras indican el error estándar.

Figura 20. Contenido de clorofila en hojas de duraznero (A) y peral (B).

Al inicio del experimento los sistema de manejo T1y T2 fueron significativamente diferentes del sistema de manejo T3 (control) la mayor concentración de clorofila total se registró en el sistema de manejo T2 y la menor en el sistema de manejo T3; con valores de 1.603 y 0.806 mg g^{-1} , respectivamente para el follaje del duraznero (figura 20 A). Mientras que, para el peral al inicio del experimento los sistema de manejo T1 y T2 fueron significativamente diferentes del sistema de manejo T3 (control) la mayor concentración de clorofila total se registró en el sistema de manejo T2 y la menor en el sistema de manejo T3 con 1.662 y 1.244 mg g^{-1} , respectivamente.

Durante la segunda lectura el mayor contenido de clorofila se registró en las plantas del sistema de manejo T1, aunque en la tercera lectura solo el sistema de manejo T3 (control) fue significativamente diferente del resto de los sistemas de manejo para ambos frutales. Durante la última lectura el mayor contenido de clorofila se encontró en los sistemas de manejo T1 y T2 con 1.041 y 0.998 mg g^{-1} , respectivamente para el follaje del duraznero (figura 20 A). Por su parte, en el follaje de peral en la última lectura el mayor contenido de clorofila total se encontró en el sistema de manejo T1 con 1.099 mg g^{-1} (figura 20 B). Según Vázquez *et al.*,

(2012) el incremento en pigmentos fotosintéticos puede llevar a un mejor vigor de la planta e incrementar la productividad. Por su parte, Pérez (2006) en hojas de duraznero observó valores que variaron de 1.40 a 1.60 mg g⁻¹ por diversos niveles de infestación del ácaro *E. lewisi* en cv “Diamante mejorado”

6.3.3 Determinación de estado nutrimental del NPK en follaje

Los resultados de la concentración de N, P y K en hojas de duraznero y peral se muestran en el cuadro 18. Al comparar los valores encontrados de N, P y K con el intervalo de suficiencia propuesto por Childers *et al.*, (1995) se observó que el contenido de N en hojas de duraznero fue deficiente en esta fecha de muestreo en el sistema de manejo T1, sin embargo tanto en los sistema de manejo T2 y T3. No ocurrió de esa forma con el contenido de P es óptimo para los sistema de manejo T1 y T2, mientras que el sistema de manejo T3 fue deficiente, y para el contenido de K fue marginal para los sistema de manejo T1y T2 mientras que se encontró deficiente en el sistema de manejo T3.

Al comparar los valores encontrados de N, P y K con el intervalo de suficiencia propuesto por Childers *et al.*, (1995) se observó que el contenido de N en hojas de peral fue deficiente en esta fecha de muestreo para los tres sistema de manejo. No ocurrió de esa forma con el contenido de P, el cual es óptimo para los sistema de manejo T1 y T2, mientras que en el sistema de manejo T3 fue (deficiente) y para el contenido de K ocurrió el mismo caso que el P; sin embargo, las diferencias se pueden atribuir al cultivar y región productora en particular (Myers y Ferree, 1988). En cultivares de duraznero en México, se han observado concentraciones de nutrimentos similares a los encontrados en este estudio, como aparece en el cuadro 18. Sin embargo al comparar los valores de N, P y K con el intervalo de suficiencia de (Sánchez, 2010) se observó que el contenido de N en el sistema de manejo T1 es adecuado mientras que para T2 y T3 es marginal, lo mismo ocurre con el P, pero no para el K este se encuentra marginal y deficiente el sistema de manejo T2 y T3.

En contraste, Zegbe *et al.*, (2005) encontraron que la concentración de los nutrimentos de NPK en el follaje varía de acuerdo a la etapa fenología de crecimiento del fruto, menciona que después de la primera etapa de crecimiento de fruto (etapa, I) el N, P, y K tienden a disminuir significativamente durante la segunda (II) y tercera (III) etapa de crecimiento, como sucedió en la presente investigación, las muestras de follaje se tomaron iniciada la III fase de crecimiento del durazno, mientras que en el peral estaba por terminarse la II etapa de crecimiento, además que deficiencias del nutrimento K está asociado con clorosis, amarillamiento y necrosis de las hojas.

Cuadro 18. Concentración de N, P y K en duraznero y peral, agosto.

Hojas	Sistema de manejo	Concentración (mg g ⁻¹)		
		N	P	K
Duraznero	T1 = Manejo agronómico más protección a plagas	2.51	0.19	1.69
	T2 = Manejo agronómico	2.13	0.14	1.03
	T3 = Sin manejo agronómico	2.10	0.12	0.74
Peral	T1 = Manejo agronómico más protección a plagas	2.11	0.16	1.55
	T2 = Manejo agronómico	2.12	0.15	1.29
	T3 = Sin manejo agronómico	1.96	0.12	1.03

N=Nitrógeno, P=Fósforo y K=Potasio.

Por otra parte Pérez, (2006) menciona que el contenido de N se redujo hasta un 23.9% en hojas de duraznero cv “Diamante mejorado” a 81 días después de una infestación de ácaros, mientras que la concentración de K se redujo hasta un 20.8%. De acuerdo con Ferre y Hall (1980) encontraron que el N se redujo un 6.5% en hojas de manzano a 20 días después de una infestación con ácaros.

Díaz-Montenegro (2002) señala que en frutales caducifolios el N se encuentra en altas concentraciones al inicio de la brotación y se reduce paulatinamente hasta la mitad del ciclo vegetativo, permanece estable por un tiempo para luego reducirse en la defoliación; esto ocurre de manera similar con K, P y Zn.

Una alternativa para compensar la pérdida en el contenido de N en los frutales caducifolios por el ataque al follaje de algunos insectos succionadores de savia, es la aplicación de una fertilización previa a la defoliación, para que sea almacenado en los órganos de reserva de la planta y esté disponible para la brotación del follaje del próximo ciclo de producción Quartieri *et al.*, (1998).

Cuadro 19. Concentración de NPK (mg g^{-1}) por diferentes autores en cultivares de duraznero y época de muestreo.

Nutrientes	Rivas (2003)	Pérez (2006)
N	25.2 - 38.9 "Flordamex 1" (Julio)	21.9 -23.0 "Diamante mejorado" (Septiembre)
P	1.46 - 2.12 "Flordamex 1" (Julio)	2.0 – 2.3 "Diamante mejorado" (Septiembre)
K	7.24 - 31.47 "Flordamex 1" (Julio)	24.9 - 26.2 "Diamante mejorado" (Septiembre)

N=Nitrógeno, F=Fósforo y K=Potasio.

6.3.4 Determinación de análisis químico del suelo

La información relacionada con la concentración nutrimental del suelo es esencial para un manejo adecuado de la fertilización que es el vínculo con la zona de absorción de las raíces, lo que facilita la corrección de deficiencias durante el desarrollo del cultivo. En dichos huertos se encontró un pH de 7.8 y una conductividad eléctrica (CE) de 0.3 ds m^{-1} los valores recomendados por (Sánchez, 2010) son de 5.5-6.8 de pH y 1.5-2 de CE. El contenido de materia orgánica presente fue de 3.8 con clasificación textural franco arcillo arenoso. El contenido de N es de 190, el P de 38 y el K 270, los intervalos de suficiencia recomendados para plantaciones de duraznero por (Sánchez, 2010) son de 126-168 para el N por

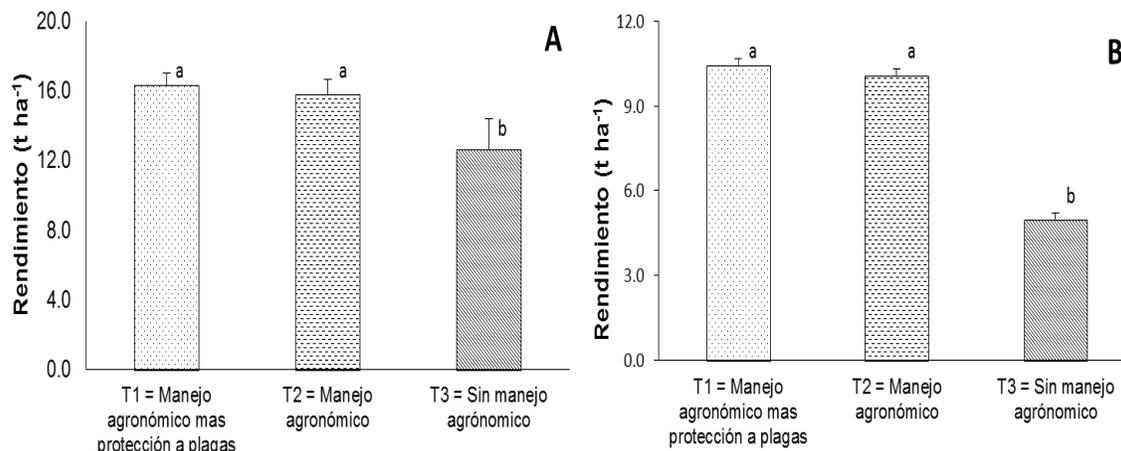
lo cual están deficientes los huertos o sistemas de manejo, para el P es de 23-31, se encuentra alto en estos huertos y finalmente el K de 205-274 el cual está en un intervalo óptimo el suelo de los tres sistemas de manejo.

6.4 Determinación de rendimiento y porcentaje de daño en frutos

6.4.1 Producción por árbol y por hectárea

La mejor respuesta en producción promedio por árbol de duraznero la obtuvieron los sistema de manejo T1 y T2, los valores alcanzados fueron de 21 y 20 kg por árbol, valores que al extrapolarlos a una superficie de una hectárea, equivalen 10.5 y 10 t ha⁻¹ respectivamente (figura 21 B). Estos resultados son similares a los citados por Gutiérrez y Padilla (2004) y Zegbe *et al.*, (1998) en la producción por árbol de duraznero del cv “San Gabriel” quienes obtuvieron valores de 3.33 a 34.16 kg por árbol, con rendimientos de 2.2 y 22.7 t ha⁻¹ respectivamente, estos autores señalan que la productividad de los árboles, se ve influenciada por la precipitación de post-cosecha de la producción anterior que le permite al duraznero acumular reservas para una buena floración y amarre del fruto, además de la suficiente acumulación de horas frío. Y con valores inferiores a los obtenidos en (2008) por Gutiérrez-Acosta *et al.*, dentro de las selecciones evaluadas de duraznero, la S-59 obtuvo la mayor producción con 41.13 kg por planta. Mientras que para el peral, la mejor respuesta en producción la obtuvieron los sistema de manejo T1 y T2 con 33 y 32 kg por árbol equivalente a 16.3 y 15.8 t ha⁻¹ respectivamente, y el sistema de manejo T3 fue el que presentó la menor producción con 25.34 kg por árbol, debido al poco manejo agronómico que recibieron los árboles como lo es la poda de invierno y el programa de fertilización químico-sintética (figura 21 A). Por su parte, Arenas *et al.*, en (2012) encontraron que en peral cv “Triunfo de Viena” bajo el sistema de riego por goteo en una y dos líneas obtuvieron valores superiores a 38.5 kg por planta a los encontrados en la presente investigación, debido a la eficiencia del uso del agua de riego y su programación en las diferentes etapas fenológicas del cultivo, lo cual en este estudio no se realizó de esta manera, por lo que la aplicación más eficiente del

riego aunado a las medidas planteadas en los sistema de manejo podría incrementar considerablemente la producción en este frutal.



Símbolos diferentes indican diferencias significativas (Tukey; $\alpha < 0.05$). Las barras indican el error estándar.

Figura 21. Rendimiento en frutos de pera (A) y durazno (B) en tres sistemas de manejo

6.4.2 Número de frutos por árbol en duraznero y peral

De los sistemas de manejo evaluados, la mejor respuesta en número de frutos fue obtenida por el sistema de manejo T1 con 120 frutos por árbol de duraznero, mientras que el sistema de manejo T3 fue el de menor producción, con 93 frutos de durazno (cuadro 20). En esta variable se encontraron diferencias significativas, es superior el sistema de manejo T1, en comparación con los demás, los resultados encontrados fueron similares a lo indicado por (Gutiérrez y Padilla, 2004 y Torres *et al.*, 2008) quienes encontraron desde 36 a 256 frutos por árbol de duraznero, superiores a lo señalado por Gutiérrez (2004) que obtuvo de 6 a 111 frutos por árbol, e inferiores a los de Gutiérrez-Acosta *et al.*, (2008) quienes indicaron hasta 271 frutos por planta de durazno. Caso contrario ocurrió para el peral, de los sistema de manejo evaluados, la mejor respuesta en número de fruto fue obtenido en el sistema de manejo T3 con 147 frutos por árbol de pera. A pesar de tener mayor número de frutos, la competencia por los recursos (nutrientes, agua, carbohidratos) ocasionó disminución en diámetro polar y ecuatorial (cuadro

20) mientras que los sistema de manejo T1 y T2 presentaron valores más bajos con 120 y 107 frutos de pera por árbol respectivamente. En esta variable se encontraron diferencias significativas, el sistema de manejo T3 fue superior en comparación con los demás, los resultados encontrados son superiores a los de Arenas *et al.*, (2012) quienes indicaron de 114 a 117 frutos por árbol en peral.

Cuadro 20. Número, diámetros y peso en frutos de durazno y pera.

Sistema de manejo	PERA				DURAZNO			
	Diámetro Polar (mm)	Diámetro Ecuatorial (mm)	Número de frutos	Peso (g)	Diámetro Polar (mm)	Diámetro Ecuatorial (mm)	Número de frutos	Peso (g)
T1	88.3 a	82.2 a	120 b	317.1 a	56.0 a	54.9 a	120 a	114.2 a
T2	84.4 b	78.0 b	107 b	296.4 b	55.2 a	52.3 b	108 b	101.4 b
T3	73.5 c	66.4 c	147 a	174.0 c	44.2 b	46.7 c	93 c	56.0 c
C. V. (%)	8.88	9.77	27.11	26.47	11.75	8.12	15	26.65

T1=Manejo agronómico más protección a plagas, T2=Manejo agronómico, T3=Sin manejo agronómico y C. V.=Coeficiente de variación.

6.4.3 Peso del fruto de durazno y pera

El mayor peso promedio del fruto se observó en el sistema de manejo T1 con 114.2 g, que fue altamente significativa y superior a los demás sistemas de manejo. Este es un buen peso para la comercialización, puesto que el mercado demanda frutos de durazno de 120 g, esta respuesta obedece al programa de fertilización del árbol, así como a la poda invernal, labores agronómicas que recibieron las plantas y que favorecen la división y elongación celular del fruto. El menor peso de fruto se presentó en el sistema de manejo T3 con 56 g (cuadro 20) debido a que los árboles no recibieron labores culturales que pudieran proveer de nutrientes al fruto. Los resultados del peso del fruto, superaron a los valores indicados en otros estudios Pinedo *et al.*, (2004) que fue de 44.1 a 99.5 g. Por otra parte, fue similar a lo de Gutiérrez (2004), Gutiérrez y Padilla (2004) y Gutiérrez *et al.*, (2005) quienes señalaron un intervalo de 31.3 a 172.4 g, pero fueron superados por los de Gutiérrez-Acosta *et al.*, (2008) quienes indicaron el peso de frutos de hasta 177.59 g, mientras que, en el caso del peral el mayor peso

promedio del fruto se observó en el sistema de manejo T1 con 317.1 g, que fue altamente significativa y superior a los demás sistema de manejo, este es un peso excelente para la comercialización, puesto que el mercado demanda frutos de pera de 300 g como mínimo, esta respuesta obedece a la menor carga de frutos por árbol. El menor peso de fruto se presentó en el sistema de manejo T3 con 174 g, debido a que los árboles presentaron el mayor número de frutos (cuadro 20). Esta información confirma que los árboles de perales producen frutos con mayor peso si carga un menor número de frutos por planta. Los resultados del peso del fruto, son inferiores a los valores indicados por Arenas *et al.*, (2012) que fue de 328 g en cv “Triunfo de Viena”.

6.4.3 Diámetro polar y ecuatorial del fruto

De los sistema de manejo evaluados, los sistema de manejo T1 y T2 presentaron el mayor diámetro polar del fruto de durazno con medidas de 56 y 55.2 mm respectivamente, que fueron estadísticamente los mejores y superiores al sistema de manejo T3, que presentó el menor diámetro de 44.2 mm. Por otra parte, el sistema de manejo T1 presentó el mayor diámetro ecuatorial con 54.9 mm, que estadísticamente fue el de valor mayor y superior a los demás sistema de manejo, y el menor sistema de manejo T3 con 46.7 mm (cuadro 20). Las dimensiones del diámetro polar del fruto fueron similares a las de otros estudios (Pinedo *et al.*, 2004; Gutiérrez, 2004; Gutiérrez y Padilla, 2004; Gutiérrez *et al.*, 2005) quienes señalan medidas dentro de un intervalo de 33 a 67 mm, el mayor diámetro ecuatorial promedio del fruto se presentó en el sistema de manejo T1 con 54.9 mm, con diferencias altamente significativas y superiores a los demás, respuesta que se puede atribuir al manejo agronómico que recibieron los árboles además de las medidas preventivas de protección a plagas que no atacaron el follaje. El menor promedio del diámetro ecuatorial del fruto se presentó en el sistema de manejo T3, con 46.7 mm, que podemos inferir a que las plantas tuvieron un déficit de nutrientes por la falta de un programa de fertilización (cuadro 20). De los sistema de manejo evaluados, el sistema de manejo T1 presentó el mayor

diámetro polar del fruto de pera con 88.3 mm, que fueron estadísticamente el mejor y superior al sistema de manejo T3, con el menor diámetro de 73.5 mm. Por otra parte, el sistema de manejo T1 presentó el mayor diámetro ecuatorial con 82.2 mm, que estadísticamente fue el de valor mayor y superior a los demás sistema de manejo y el menor sistema de manejo T3 con 66.4 mm (cuadro 20). El mayor diámetro ecuatorial promedio del fruto se presentó en el sistema de manejo T1 con 82.2 mm, con diferencias altamente significativas y estadísticamente superiores a las demás, esta respuesta obedece a la menor carga de frutos por árbol. El menor promedio del diámetro ecuatorial del fruto se presentó en el sistema de manejo T3, con 66.4 mm, debido a que los árboles presentaron el mayor número de frutos (cuadro 20). Esta información confirma que los árboles de peral producen frutos con mayor diámetro polar y ecuatorial si carga un menor número de frutos por planta. Los resultados del diámetro ecuatorial del fruto, fueron superiores a los valores indicados por Arenas *et al.*, (2012) que fue de 60 mm en cv “Triunfo de Viena”.

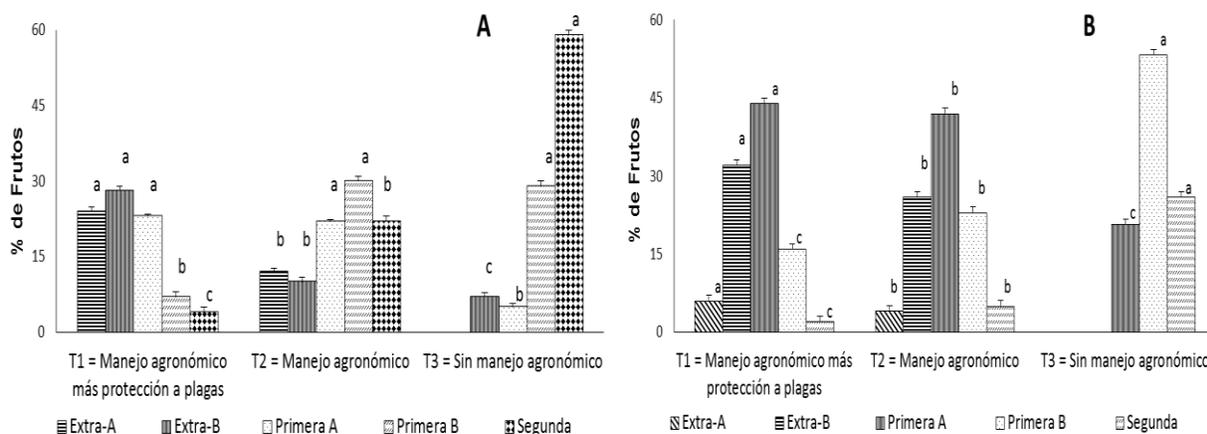
6.4.4 Clasificación comercial de los frutos

El diámetro ecuatorial del fruto de durazno de los tres sistema de manejo variaron de 45 a 62.1mm, estos tamaños corresponden a la clasificación comercial Extra-A (60 mm), Extra-B (57 mm), Primera A (54 mm), Primera B (50 mm) y Segunda (45 mm). Esta calibración representa los frutos de mayor demanda y las que proporcionan mayor ganancia al productor.

De los sistemas de manejo evaluados, el sistema de manejo T1 presentó el mayor porcentaje de frutos en la clasificación comercial Extra-A del fruto de durazno con 24%, que fueron estadísticamente los mejores y superiores al sistema de manejo T3, con el menor valor de 0%. Sin embargo, en el sistema de manejo T1 la mayor clasificación comercial que presentó fue Extra-B con 28%, que fueron estadísticamente los mejores y superiores a los demás sistema de manejo.

El sistema de manejo T1 presentó el 75% de los frutos con las primeras tres calidades, mientras que el T2 solo alcanzó el 44% de estas calidades y el T3 solo logró el 12% de frutos con mayor calidad. Por otra parte, el sistema de manejo T3 presentó el mayor porcentaje de frutos en la clasificación comercial Segunda con 59%, que estadísticamente fue el de mayor valor y superior a los demás sistemas de manejo. Mientras que, el sistema de manejo T1 sólo presenta un 4 % de esta calidad segunda (figura 22 A).

El diámetro ecuatorial del fruto de pera de los tres sistemas de manejo variaron entre 45.3 a 97 mm, estos tamaños corresponden a la clasificación comercial Extra-A (97 mm), Extra-B (83 mm), Primera A (69 mm), Primera B (55 mm) y Segunda (42 mm). Esta calibración representa los frutos de mayor demanda y las que proporcionan mayor ganancia al productor.



Símbolos diferentes indican diferencias significativas (Tukey; $\alpha < 0.05$). Las barras indican el error estándar.

Figura 22. Porcentaje de frutos en calibres de comercialización de durazno (A) y pera (B) entre los diferentes sistemas de manejo.

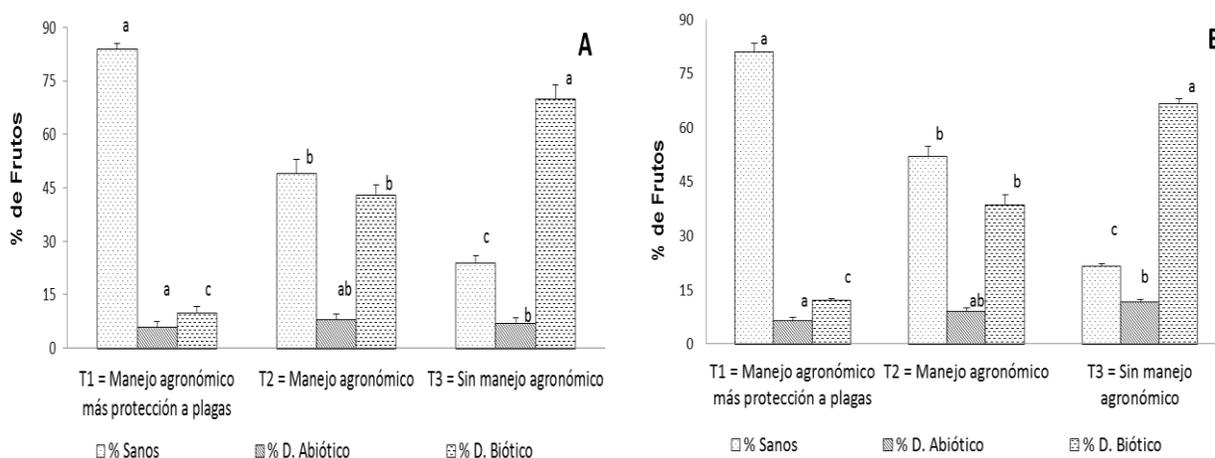
De los sistemas de manejo evaluados, el sistema de manejo T1 presentó el mayor porcentaje de frutos en la clasificación comercial Extra-A del fruto de pera con 6%, que fueron estadísticamente los mejores y superiores al sistema de manejo T3, con el menor valor de 0%. Sin embargo, en el sistema de manejo T1 la mayor clasificación comercial que presentó fue Primera-A con 44%, que fueron

estadísticamente los mejores y superiores a los demás sistema de manejo y en el sistema de manejo T3, con el menor valor de 20.6%. El sistema de manejo T1 presentó el 82% de los frutos con las primeras tres calidades, mientras que el T2 solo alcanzo el 72% de estas calidades y el T3 solo logro el 21% de frutos con mayor calidad. Por otra parte, el sistema de manejo T3 presentó el mayor porcentaje de frutos en la clasificación comercial Segunda con 26%, que estadísticamente fue el de valor mayor y superior a los demás sistema de manejo, y el de menor sistema de manejo T1 con sólo 2% (figura 22 B).

6.4.4 Porcentaje de frutos sanos y dañados en duraznero y peral

La figura 23 presenta el porcentaje de frutos sanos y dañados por factores bióticos y abióticos al momento de la cosecha en tres sistemas de manejo, donde los frutos de duraznero (A) sanos fueron estadísticamente diferentes en tres sistemas de manejo; indica los valores más altos el manejo agronómico más protección a plagas con un 81% de la producción y el valor más bajo con un 20% en el sistema que no recibió manejo agronómico.

Los frutos de pera (figura 23 B) fueron significativamente diferentes en el porcentaje de presencia de frutos sanos en tres sistema de manejo, los valores más altos se presentaron en el sistema de manejo T1 con un 83% y el valor más bajo con un 19% para el sistema de manejo T3, este mismo sistema de manejo presentó mayor daño por factores biótico con un 65%. Por su parte el sistema de manejo T1 mostró el valor más bajo con un 12%, por factores bióticos; lo cual implica que las medidas consideradas en este sistema de manejo no eliminan totalmente este tipo de daños, pero si su reducción de manera considerable.



Símbolos distintos indican diferencias significativas dentro de cada porcentaje de daño y sistema de manejo (Tukey; $\alpha < 0,05$). Las barras indican el error estándar.

Figura 23. Porcentaje de daño en frutos de durazno (A) y pera (B) por factores abióticos y bióticos en tres sistemas de manejo.

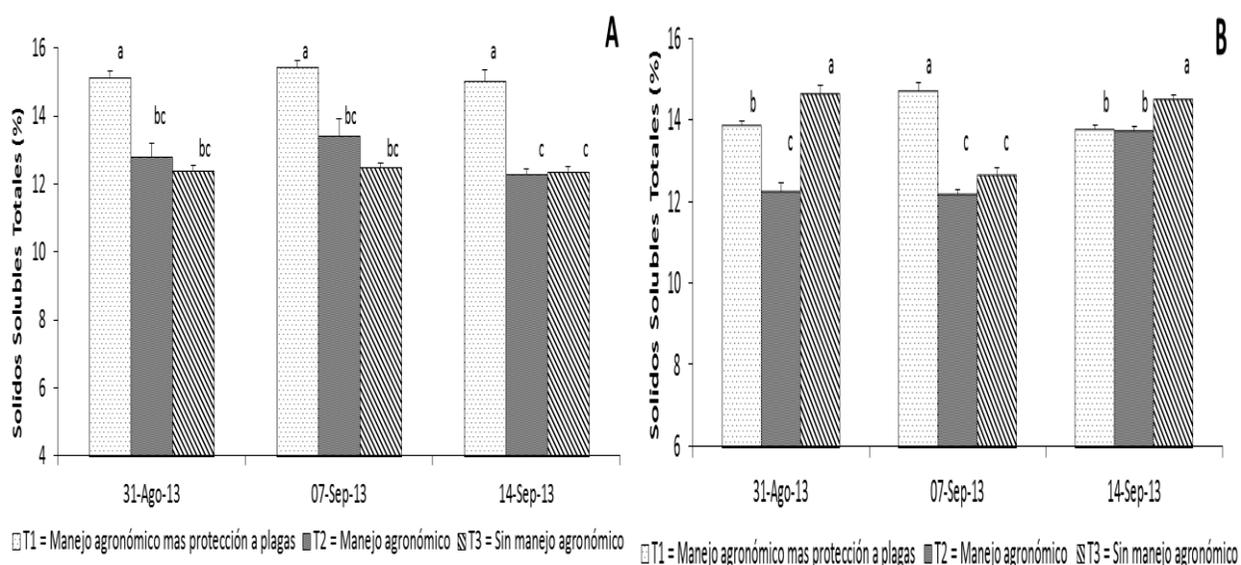
6.5 Evaluación de los diferentes parámetros de calidad en los frutos de duraznero y peral en tres sistemas de manejo

6.5.1 Sólidos solubles totales (SST) en frutos de durazno y pera

Los frutos de durazno del sistema de manejo T1 de la segunda cosecha obtuvieron los valores más altos de los SST (figura 24 A) con un 15.44% mientras que los sistema de manejo T2 y T3 fueron similares durante las tres cosechas, los valores variaron de 12.28 a 13.40%, contenidos que indican que el fruto es de sabor agradable para el consumo en fresco, estos valores están en el intervalo óptimo para frutos cortados en madurez fisiológica de acuerdo con Kader y Mitchell (1989). Estos resultados concuerdan con los presentados por Santiago *et al.*, (2008) quien registró una variación de 11.73 a 13.20 °Brix, donde al incrementar la densidad de plantación el contenido de SST disminuyó, al igual que en estudio realizado por Pinedo *et al.*, (2004) con una densidad de 333 árboles ha^{-1} los frutos observaron un mayor contenido de SST, con 14.20 ° Brix, los valores de sólidos solubles totales fueron inferiores a los indicados por Badenes *et al.*, (1998) con un 20.3% y Pérez (2002) con 16.9%. En estudios recientes

(Crisosto y Crisosto, 2005) encontraron que la aceptación de duraznos frescos por parte del consumidor, está relacionada al contenido de sólidos solubles en frutos maduros según sea en cultivares de baja o alta acidez.

Los frutos de pera de los sistema de manejo T1 y T2 obtuvieron los valores más altos de los SST (figura 24 B) con 14.72 y 14.64% respectivamente. Sin embargo durante las tres cosechas realizadas los valores alcanzados variaron de 12.20 a 14.72%, contenidos que indican que el fruto es de sabor dulce y agradable para la comercialización en fresco, dichos valores son superiores a los encontrados por Arenas *et al.*, (2012) con valores entre 9.2 y 9.4% °Brix, en peras bajo dos sistemas de riego por goteo en cv “Triunfo de Viena”. Al igual que los valores presentados por Calvo, *et al.*, (2013) encontraron valores inferiores a los de la presente investigación de 10.90 y 11.87% en frutos de pera del cv “Williams” en tres fechas de cosecha, para la inhibición del etileno y para evitar la degradación de los frutos.



Símbolos distintos indican diferencias significativas dentro de cada fecha de cosecha y sistema de manejo (Tukey; $\alpha < 0.05$). Las barras indican el error estándar.

Figura 24. Porcentaje de sólidos solubles totales en durazno (A) y pera (B).

6.5.2 Firmeza en frutos de durazno y pera

Los valores encontrados en el parámetro de la firmeza del fruto de durazno en tres sistema de manejo no presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) encontraron valores entre 11.10 – 12.84 kgf durante las tres cosechas realizadas (cuadro 22) los cuales se encuentran en los niveles óptimos de 10.0 - 15 kgf, según la NMX-FF-060-SCFI-2009 para la comercialización en fresco.

Estos resultados fueron superiores a los presentados por Santiago *et al.*, (2008) quien registró una variación en firmeza del fruto entre 0.34 - 0.62 kg cm⁻², al igual que Pinedo *et al.*, (2004) encontraron que el fruto de durazno cv “Diamante” presentó una firmeza de 2.20 kg cm⁻², el durazno cv “Diamante” se caracteriza por presentar deficiencias en la forma y poca firmeza del fruto, e inferiores a los indicados por (Espíndola y Muñoz, 2002) donde se tuvieron valores de 22.0 - 55.0 g kg⁻¹, donde la poca firmeza en el fruto está relacionada a una concentración alta de N en el fruto. La firmeza de pulpa del fruto de pera presentó diferencias significativas entre los tres sistema de manejo, mientras que la primera y segunda cosecha fueron significativamente diferentes de la tercera con valores de 15.32 a 17.34 kgf (cuadro 21).

Estos resultados fueron inferiores con las observaciones realizadas por Calvo *et al.*, (2013) donde presentó firmezas de 17.09 a 19.88 kgf, en frutos de pera cv “Williams”. Por su parte, Gomila *et al.*, 2011, comprobaron que la firmeza de pulpa no es un buen indicador de la madurez en frutos de cosechas tardías, debido a las variaciones en la producción de etileno en frutos climatéricos. Así como, Parra-Coronado *et al.*, (1998) encontraron que a los 140 días después de floración completa, el valor promedio de la resistencia a la penetración fue de 9,2 kgf y que esta disminuyó un 22.1%, hasta un valor de 7,17 kgf a los 179 días, en frutos de pera cv “Triunfo de Viena”.

Cuadro 21. Características de fruto de pera en función de tres cosechas en tres sistemas de manejo de cultivar criollo.

Sistema de manejo	DDF	Cosecha	pH	Acidez Total (% ac. málico)	Azúcares Reductores (mg L ⁻¹)	Firmeza (kgf)
T1	136	31-ago-13	3.91 bc	0.373 b	0.615 ab	17.34 a
	143	07-sep-13	4.10 ac	0.368 bc	0.635 a	17.30 ab
	150	14-sep-13	4.17 a	0.369 bc	0.630 a	16.58 ab
T2	136	31-ago-13	3.91 bc	0.359 ac	0.639 a	17.32 ab
	143	07-sep-13	3.94 bc	0.364 abc	0.575 c	16.88 ab
	150	14-sep-13	4.01 abc	0.363 abc	0.588 bc	15.36 c
T3	136	31-ago-13	4.01 abc	0.363 abc	0.587 bc	15.70 bc
	143	07-sep-13	3.83 b	0.369 bc	0.592 bc	15.32 c
	150	14-sep-13	4.09 ac	0.357 a	0.592 bc	16.22 b
Coeficiente de variación (%)			3.71	2.06	4.60	6.85

T1=Manejo agronómico más protección a plagas, T2=Manejo agronómico y T3=Sin manejo agronómico y DDF=Días después de floración. Símbolos distintos indican diferencias significativas dentro de cada fecha de cosecha y sistema de manejo (Tukey; $\alpha < 0,05$).

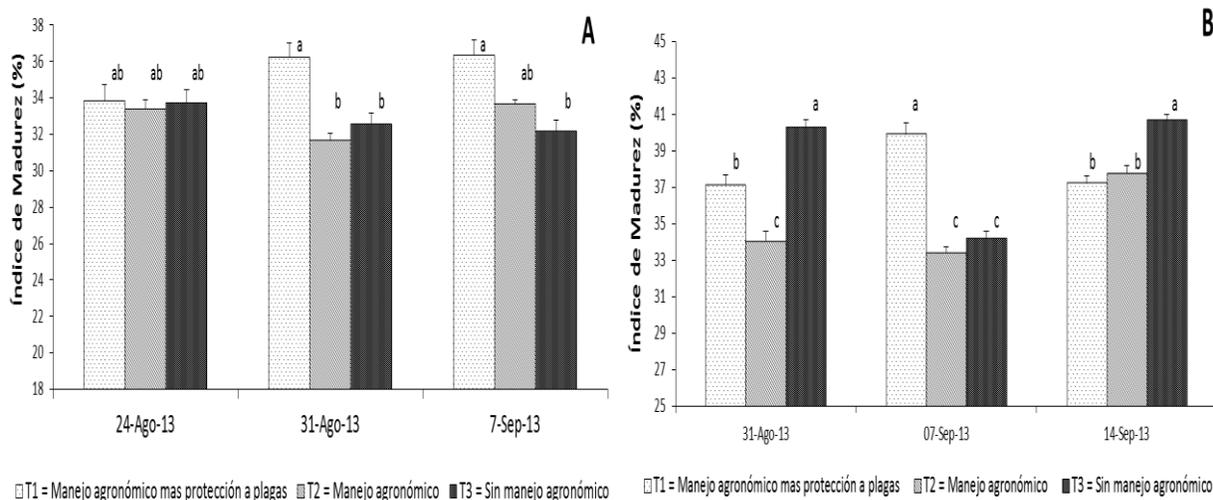
6.5.3 pH en frutos de durazno y pera

Los frutos de durazno del sistema de manejo T1 mostraron los valores más altos de pH, mientras que el sistema de manejo T2 y T3 presentaron los valores más bajos con 4.49 y 3.64, respectivamente, sin embargo las tres cosechas presentaron valores semejantes entre sí, que determinan características específicas para este cultivar, pero sin descalificar ningún otro parámetro físico-químico, estos valores fueron superiores a los encontrados por Ortíz *et al.*, (2007). El pH encontrado con valores más altos en frutos de pera se obtuvieron en el sistema de manejo T3, mientras que el sistema de manejo T1 presentó los valores más bajos, sin embargo la cosecha que presentó los valores más bajos fue la

primera, mientras que las cosechas primera y segunda mantuvieron valores similares.

6.5.4 Índice de madurez en frutos de durazno y pera

El sistema de manejo que presentó el mejor índice de madurez de frutos de durazno fue el sistema de manejo T1, seguido de los sistemas de manejo T2 y T3, los valores fueron similares en las tres cosechas. El sistema de manejo que presentó el mejor índice de madurez de frutos de pera (figura 25 B) fue el sistema de manejo T3 con una media de 38.39%, seguido de los sistema de manejo T1 y T2 con el valor más bajo de 38.10 y 35.09% respectivamente, la tercer cosecha presentó valores más altos de madurez con 40.67% para después seguirle la primera y segunda cosecha de frutos, lo cual está 50% por debajo pero que se ajustan al comportamiento de los productos frutícolas, estos valores fueron superiores a los obtenidos por Parra-Coronado *et al.*, (2006) durante el comportamiento fisiológico después de pos cosecha. En otra investigación (Arenas *et al.*, 2012) encontraron una variación de 27.01 y 28%, para el cv “Triunfo de Viena” con una y dos líneas de riego por goteo.



Símbolos distintos indican diferencias significativas dentro de cada fecha de cosecha y sistema de manejo. (Tukey; $\alpha < 0,05$). Las barras indican el error estándar.

Figura 25. Porcentaje de índice de madurez en frutos de durazno (A) y pera (B)

6.5.5 Acidez total titulable (ATT) en frutos de durazno y pera

La acidez más alta se presentó en los frutos de pera (cuadro 21) del sistema de manejo T1, posteriormente los sistema de manejo T3 y T2, en todas las cosechas se presentaron valores similares, a medida que el fruto crece y madura los ácidos presentes se transforman en otras sustancias (azúcares) por lo cual hay una disminución del porcentaje de ácido presente en los frutos, estos son considerados fuente de energía y se esperaría que disminuyeran durante la maduración.

La acidez titulable evaluada durante las tres cosechas en frutos de durazno, en tres sistemas de manejo el porcentaje de ácido málico de los frutos, fue afectado por el sistema de manejo y la fecha de cosecha (cuadro 22) en tres sistemas de manejo presentó un promedio de 0,364 a 0.448% de ácido málico después de la cosecha, la acidez más alta se presentó en los frutos de durazno del sistema de manejo T1, con un valor promedio de 0.43% enseguida fue el sistema de manejo T2 con 0.39% y finalmente el sistema de manejo T3 con un 0.37%.

En el sistema de manejo T1 los resultados muestran que el porcentaje de ácido málico en el fruto disminuyó significativamente entre una cosecha y otra, los frutos de este sistema de manejo presentaron valores más altos respecto a los sistema de manejo T2 y T3, en la segunda cosecha donde se alcanzaron los valores más altos, seguido de las cosechas uno y tres. Estos ácidos son los que caracterizan a los duraznos y son responsables de buen aroma y sabor, debido a un buen balance entre azúcares y ácidos. Estos datos son similares a los obtenidos por (Hernández, 2000) en huertos de duraznero criollo con diferentes dosis de fertilización que variaron de 0.31 a 0.76% de ácido málico. Sin embargo son inferiores a los obtenidos por (Baéz-Sañudo *et al.*, 2000) al aplicar nitrato de calcio a diferentes concentraciones encontraron porcentaje de acidez de 0.61%.

Cuadro 22. Características de fruto de durazno en función de tres cosechas en tres sistemas de manejo de cultivar criollo.

Sistema de manejo	DDF	Cosecha	pH	Acidez Total (% ac. málico)	Azúcares Reductores (mg mL ⁻¹)	Firmeza (kgf)
T1	140	24-ago-13	4.38 a	0.448 a	0.480 a	12.84 a
	147	31-ago-13	4.49 a	0.427 ab	0.469 a	12.62 a
	154	07-sep-13	4.28 a	0.415 abc	0.467 a	12.16 a
T2	140	24-ago-13	3.71 b	0.384 bc	0.375 b	11.84 a
	147	31-ago-13	3.64 b	0.425 ab	0.380 b	11.58 a
	154	07-sep-13	3.71 b	0.364 c	0.384 b	11.10 a
T3	140	24-ago-13	3.69 b	0.368 c	0.335 c	11.78 a
	147	31-ago-13	3.64 b	0.383 bc	0.350 c	11.50 a
	154	07-sep-13	3.64 b	0.384 bc	0.341 c	11.78 a
Coeficiente de variación (%)			9.52	9.39	13.78	8.75

T1=Manejo agronómico más protección a plagas, T2=Manejo agronómico y T3=Sin manejo agronómico y DDF=Días después de floración. Símbolos distintos indican diferencias significativas dentro de cada fecha de cosecha y sistema de manejo (Tukey; $\alpha < 0,05$).

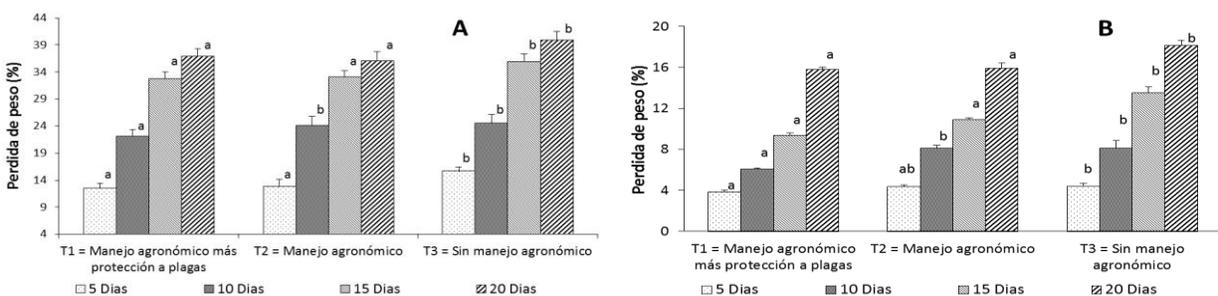
6.5.6 Azúcares reductores en frutos de durazno y pera

Los azúcares reductores presentes en el fruto de pera (cuadro 22) alcanzaron sus valores más altos en el sistema de manejo T1 y los más bajos en el sistema de manejo T3, se mantuvieron similares en todas las cosechas, los azúcares reductores presentes en el fruto de durazno (cuadro 21) alcanzaron sus valores más altos en el sistema de manejo T1, y los más bajos en el sistema de manejo T3, con valores semejantes entre cosecha para el mismo sistema de manejo pero diferentes entre sí entre los tres sistema de manejo.

6.6 Evaluación fisiológica de pérdida de peso en frutos de durazno y pera en tres sistemas de manejo

En los tres sistemas de manejo, el tiempo de almacenamiento afectó significativamente la pérdida de peso del durazno y pera, la deshidratación fue moderada completados a los 5 días de post-cosecha de los frutos de durazno, alcanzaron un valor de 12.44, 12.80 y 15.60% para los sistema de manejo T1, T2 y T3 respectivamente, (figura 26 A). La deshidratación que presentaron los frutos de pera a los 5 días fue de 15.81, 15.93 y 18.14% para los sistema de manejo T1, T2 y T3 respectivamente, (figura 26 B). Debido a la excesiva deshidratación, los frutos presentaron mala apariencia al término de la última lectura de su peso, los cuales presentaron marchitamiento.

En cuanto al tiempo de almacenamiento las pérdidas de peso de los frutos de durazno y pera se incrementaron conforme este se prolongó hasta los 20 días, es de observar que a esa fecha los valores de pérdida de peso fueron similares en los sistema de manejo T1 y T2, respecto al sistema de manejo T3 en ambos frutos, en las evaluaciones pasado el tiempo de maduración, los frutos de durazno y pera en el sistema de manejo T3 durante los 5, 10, 15 y 20 días presentaron las mayores pérdidas de agua que se detuvo paulatinamente, es más severa durante los primeros 10 días, lo que indica el efecto del menor tiempo en maduración a temperatura ambiente sobre la pérdida de agua. Por lo que se puede inferir que los sistema de manejo T1 y T2 presentaron menor pérdida de peso debido al programa de fertilización aplicado a los árboles frutales donde mantiene menor actividad de agua dentro de los frutos.



Símbolos distintos indican diferencias significativas dentro de cada fecha de post-cosecha y sistema de manejo. (Tukey; $\alpha < 0,05$). Las barras indican el error estándar.

Figura 26. Porcentaje de pérdida de peso en durazno (A) y pera (B).

La deshidratación máxima acumulada fue de 39.85% después de los 20 días de almacenaje, en el sistema de manejo T3 en frutos de pera y de 19% en frutos de durazno. Estos aumentos en la pérdida de masa en estas fechas pueden ser considerados normales debido al tiempo que los frutos permanecieron a temperatura ambiente sumada al tiempo de almacenaje. La pérdida de agua es una de las causas de deterioro de un fruto después de su cosecha.

De acuerdo con Crisosto *et al.*, (1999) señalan que la pérdida de masa excede el 10% y los frutos empiezan a presentar mala apariencia debido a la deshidratación. Se debe recordar que estas pérdidas son acumulativas. Las pérdidas de peso fueron superiores a las observadas por Seibert *et al.*, (2009) con una pérdida de peso promedio del 2.9% en frutos almacenados a diferentes temperaturas por 60 días de almacenamiento. Al igual que Hernández *et al.*, (2000) indicó valores entre 5.9 y 8.4%, presentó menores pérdidas que las observadas en esta investigación, almacenados durante tres semanas a 5°C.

VII. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados se encontró que en tres sistemas de manejo existe la misma biodiversidad de entomofauna acompañante, en algunos casos bajos o casi nulos y medianos de los diferentes Ordenes en los árboles frutales, con dominancia de tres familias en los Ordenes de Diptera, Hymenoptera y Coleoptera.

De acuerdo con lo encontrado, sobre el número y diversidad de familias de insectos, correspondieron los valores más altos al sistema que no recibió manejo agronómico, con la presencia de mayor número de familias de insectos Dípteros y Thysanopteros seguido del sistema de manejo T2 con la mayor presencia de Hemípteros y Coleópteros que corresponden a insectos que actúan como plagas, en árboles frutales. Sin embargo en el sistema agronómico más protección a plagas, fue el sistema de manejo con la presencia de mayor número de familias de insectos himenópteros que corresponden a insectos que actúan como agentes de control biológico, principalmente parasitoides de plagas del Orden Lepidoptera.

De los modelos el que mejor describe la cinética de crecimiento de los diámetros polar y ecuatorial de los frutos de durazno y pera fue el Monomolecular, debido a que sus coeficientes de determinación superan el 99% y el Error Cuadrático Medio (ECM) en 10 de 12 casos fue menor que el modelo Logístico y de Gompertz, en tres sistemas de manejo.

El contenido total de clorofila en follaje de duraznero y peral mostró los valores más altos en el T1 debido al manejo fitosanitario y al programa de fertilización utilizado, mientras que los valores más deficientes los presentó el T3 por la falta de manejo caso similar ocurrió con el NPK en follaje. El rendimiento más alto en ambos frutales correspondió al sistema de manejo T1 y el mayor porcentaje de daño en frutos por factores bióticos en el sistema de manejo T3.

El análisis de los resultados obtenidos para los diferentes sistemas de manejo agronómico muestra que los atributos que diferencian significativamente su aptitud para mercado en fresco, fueron el peso y diámetros polar y ecuatorial, los sólidos solubles y el pH determinaron características específicas para cada sistema de manejo, presentan los valores más altos en el sistema de manejo T1 que comprende manejo agronómico más protección a plagas, que presentó la fecha de mejor cosecha a los 147 días después de plena floración para ambos frutos. Al igual que el rendimiento fue el mejor que supera al estatal con 2.91 t ha^{-1} en el caso del duraznero y 6.18 t ha^{-1} para el peral.

El tiempo y la temperatura ambiente a la que fueron almacenados los frutos de durazno y pera afecto significativamente la pérdida de peso de ambos frutos es más drástica durante los primeros 10 días, presenta una deshidratación excesiva a los 20 días y con una apariencia de marchitez, los frutos que no recibieron manejo agronómico presentaron la más severa pérdida de peso.

VIII. RECOMENDACIONES

En el presente estudio se aplicó un programa de fertilización de manera arbitraria dentro de los sistemas de manejo T1 y T2, sin contar con la información de la fertilidad del suelo de las huertas, con esta información se sugiere diseñar un programa de fertilización química más adecuado para los frutales para evitar deficiencias nutricionales durante el periodo de producción, además de un manejo integrado de plagas para los diferentes Ordenes que afectan los frutales. Además es importante continuar con el estudio por lo menos tres años, para estandarizar un paquete tecnológico sobre el manejo agronómico para las huertas de duraznero y peral de la región Santiago Papasquiaro.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, A.** y Boche, S. 1999. Modelos matemáticos para describir crecimientos dobles sigmoideos en frutos de un nectarin tardío (c.v. Sun Grand). Universidad Nacional del Comahue, Facultad de Ciencias Agrarias, Argentina. 1-9.
- AOAC.** 1990. Official Methods of Analysis of AOAC.1 15th ed. Vol II. Association of Official Analytical Chemist. Washington, D.C. USA. pp. 829-830.
- Ardila, R. G.,** Fischer H. G., Balaguera-López E. 2011. Caracterización del crecimiento del fruto y producción de tres híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en tiempo fisiológico bajo invernadero. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas.* 5(1): 44-56.
- Arenas, B. M. C.** Vélez, S. J. E. y Camacho-Tamayo, J. H. 2012. Crecimiento del fruto de peral bajo el sistema de riego por goteo con una y dos líneas. *Revista de Ciencias Hortícolas.* Colombia. 6(2): 140-151.
- Ávalos, H. O.** 2007. Bombyliidae (Insecta: Diptera) de Quilamula en el área de reserva Sierra de Huautla, Morelos, México. *Revista Acta Zoológica Mexicana.* 23(1): 139-169.
- Avanza M. M.,** Giménez L., Mazza S. M., Rodríguez V. A. 2004. Descripción del crecimiento de frutos de naranjo dulce mediante el uso de modelos no lineales. Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ciencias Agrarias. *Revista Comunicaciones Científicas y Tecnológicas.* Argentina.
- Badenes, L. M.** Martínez, C. V. y Lacer, G. 1998. Estudio comparativo de la calidad de los frutos de 26 cultivares de melocotonero de origen norteamericano y dos variedades-población de origen español. *Investigación Agrícola Producción y Protección Vegetal.* 13 (1): 57-70.
- Baéz-Sañudo, R.** Troncoso, E. R. R. Bringas-Taddei, J. Ojeda-Contreras y Mendoza-Wilson. 2000. Efectos de diferentes fuentes de calcio en melocotones (*Prunus persicae* L. Batsch). *In:* 2do. Congreso Iberoamericano de Tecnología de Postcosecha y Agroexportaciones. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 74-77.
- Bautista, M. N.** 2006. Insectos plaga una guía ilustrada para su identificación. Editorial ANDROMEDA DESIGN. Primera Edición. México. 113.
- Bello, G. D.** Carrera, B. E. Díaz, M. Y. 2006. Determinación de azúcares reductores totales en jugos mezclados de caña de azúcares utilizando el método de ácido 3,5 dinitrosalisílico. *Revista ICICA.* Cuba. 40(2): 45-50.
- Ben, M. M.** and De Jong, T. M. 2006. Effect of fruit crop load on peach root growth. *Acta Horticulturae.* 713: 169-175.
- Brooklyn Botanic Garden.** 2001. Control natural de insectos. Editorial Trillas. Primera Edición Español. México. 124. Traducción Dagmar Gerdes.

-
- Bruinsma**, J. 1963. The quantitative analysis of chlorophyll a and b in plant extracts. *Protochem and Photobiol* 2:241-249.
- Calderón**, Z. G. 1993. Fertilización foliar nitrogenada en el desarrollo y fotosíntesis de durazno en producción forzada. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de fruticultura. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. De México. 75.
- Calvo**, G. Gomila, T. y Molina, G. 2013. Respuesta a la aplicación de 1-mcp en pera "Williams" en función del estado de madurez caracterizado por el índice de diferencia de absorbancia (DA). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*. México. 14 (2): 169-175.
- Campbell**, R. J. Mobley, K. N. Marini, R. P and Pfeiffer, D. G. 1990. Growing conditions alter the relationship between SPAD-501 values and Apple leaf chlorophyll. Virginia Polytechnic Institute and State University. *HortScience*. 25(3): 330-331.
- Casierra-Posada**, F., Barreto V. E., Fonseca, O. L. 2004. Crecimiento de frutos y ramas de duraznero (*Prunus persica* L. Batsch, cv. 'Conservero') en los altiplanos colombianos. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Colombia. 22(1): 40-45.
- Childers**, N. F., Morris, J. R. and Sibbett, G. S. 1995. Modern Fruit Science. Horticultural publications. Gainesville, Florida. USA: 230-273.
- Crisosto**, C. H. and Crisosto, G. M. 2005. Relationship between ripe soluble solids concentration and consumer acceptance of high and low acid melting flesh peach and nectarine (*Prunus persica* (L.) Batsch) cultivars. *Postharvest biology and technology*. 38: 239-246.
- Crisosto**, C. H. Mitchell, F. G. and Ju, Z. 1999. Susceptibility to chilling injury of peach, nectarine, and plum cultivars grown in California. *HortScience*. Alexandria. 34(6): 1116-1118.
- Díaz-Montenegro**, D. H. 2002. Fisiología de árboles frutales. AGT Ed 1ª Ed. México. 360.
- Espíndola**, B. M. C y Muñoz P. R. B. 2002. Guía técnica para la producción de durazno en la región sur del estado de México. Fundación Salvador Sánchez Colín. CICTAMEX, S. C. Coatepec Harinas, Estado de México. 32.
- Faust**, M. 1989. Physiology of temperate zone fruits trees. John Wiley and Sons, Inc. USA. 337.
- Fenech-Larios**, L., Troyo-Diéguez, E., Trasviña-Castro, M., Ruiz-Espinoza, F., Beltrán-Morales, A., Murillo-Amador, B., García-Hernández, J. y Zamora-Salgado, S. 2009. Relación entre un método no destructivo y uno de extracción destructivo, para medir el contenido de clorofila en hojas de plántula de albahaca (*Ocimum basilicum* L). *Revista Universidad y Ciencia*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México. 25(1): 99-102.
- Ferre**, D.C. and Hall, F. R. 1980. Effects of soil water stress and twospotted spider mites on net photosynthesis and transpiration of Apple leaves. *Photosynthesis Research*. 189-197.

- Forshey, C. G.** Elting, D. C. and Stebbins, R. L. 1992. Training and pruning apples and pear trees. *American Society for Horticultural Science*. Alexandria, VA, USA.
- García, M. A. D.** 2006. Caracterización física y química de duraznos (*Prunus pérsica* (L) Batsch) y efectividad de la refrigeración comercial en frutos acondicionados, Venezuela: *Revista Bioagro*. 18(002): 115 – 121.
- Gomila, T.** Calvo, G. and Candan, A.P. 2011. Relationship between maturity index and ethylene production patterns of 'Williams' pears grown in the Alto Valle of Rio Negro. *Acta Horticulturae*. Argentina. 909: 745-750.
- Guerrero-Acosta, R.** Avelar-Mejía, J. J. Lara-Herrera, A. Rumayor-Rodríguez, A. F. Llamas-Llamas, J. J. y Hernández-Martínez, J. 2005. Comparación preliminar de dos métodos de diagnóstico nutrimental en durazno, en Zacatecas, México. *TERRA Latinoamericana*, Universidad Autónoma Chapingo. México. 23(4): 563-569.
- Gutiérrez, A. F.** 2004. Fenología y producción de ocho selecciones de durazno (*Prunus persica* L. Batsch) "Oom Sarel" de maduración temprana en Aguascalientes. Folleto Científico. (15): 25-30.
- Gutiérrez, A. F.** Padilla, R. J. S. y Reyes, M. L. 2005. Características del fruto del durazno (*Prunus persica* L. Batsch) "San Gabriel" de floración tardía en Aguascalientes. *In: memorias de artículos en extenso del XI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas*. Chihuahua, Chih., México. 197-200.
- Gutiérrez, A. F.** y Padilla, R. J. S. 2004. Rendimiento y calidad del fruto de durazno tipo San Gabriel de maduración temprana. *Agricultura Técnica en México*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 30(1): 75-88.
- Gutiérrez-Acosta, F.** Padilla-Ramírez, J. S. y Reyes-Muro, L. 2008. Fenología, producción y características de fruto de selecciones de durazno (*Prunus persica* L. Batsch.) cv "Ana" en Aguascalientes. Universidad Autónoma Chapingo. México. *Revista Chapingo. Serie horticultura*. 14 (1): 23-32.
- Hammer, Ø.,** Harper, D.A.T., Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): [En línea]. Disponible en http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm Fecha de consulta 30 de Agosto del 2014.
- Hernández, F. A. D.** 2000. Efecto del huerto sobre la calidad y comportamiento pos cosecha de durazno (*Prunus pérsica* L. Batsch) tipo criollo Zacatecas. Tesis de Doctorado en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. De México. 108.
- INEGI.** 2011. Banco de información estadística, [En línea]. Disponible en <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/.zip>. Fecha de consulta 10 de Diciembre del 2012.
- INIFAP,** 2003. Potencial productivo de especies agrícolas en el estado de Zacatecas, México: SAGARPA, Libro técnico (2):75.

-
- INIFAP**, 2005. Prácticas culturales para producir durazno criollo en Zacatecas, México: SAGARPA, Publicación (15):70.
- Jones**, A. L. 2002. Plagas y enfermedades del manzano y del peral México: Ediciones Mundí-prensa, traducción realizada por J. M. Mateo Box. 4 – 99.
- Kader**, A. A. and Mitchell, F. G. 1989. Maturity and quality. *In*: Peaches, plum and nectarines. Growing and handling for fresh market. LaRue, J. H. and Johnson R, S. (Eds). University of California. *Division of Agriculture and Natural Resources*. USA. p. 191-196.
- Krugh**, B., L. Bichham y D. Miles. 1994. The solid-state chlorophyll meter, a novel instrument for rapidly and accurately determining the chlorophyll concentrations in seedling leaves. *Maize genetics cooperation. News Letter*. 68:25-27.
- Luchsinger**, L. Ortin, P. Reginato, G. and Infante, R. 2002. Influence of canopy fruit position on the maturity and quality of 'Angel' peach. *Acta Horticulturae*. (592): 515-521.
- Markwell**, J. Osterman, J. C. and Mitchell, J. L. 1995. Calibration of the Minolta Spad 502 leaf chlorophyll meter. *Photosynthesis Research*. (46): 467-472.
- Marquard**, R. D. and Tipton, J. L. 1987. Relationship between extractable chlorophyll and an *in situ* method to estimate leaf greenness. *HortScience* 22: 1327.
- Marschner**, H. 2002. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press. 2^{ed} Great Britain, London, UK. 312.
- Mondragón**, J. C., Fernández, M. R., Pérez, G. S., y García, N. H. 2007. Guía para cultivar duraznero en Guanajuato, México: INIFAP-Bajío, Folleto técnico. 7 – 21.
- Moran**, R. 1982. Formulae for determination of chlorophyll pigments extracted with N.N-dimethylformamide. *Plant Physiol*. 69: 1376-1381.
- Myers**, S. C. and Ferree, M. E. 1988. Peach nutrition in Georgia. *In*: The peach. Culture, cultivars, breeding, propagation, nutrition, training and pruning, diseases and insects, harvesting, storage and marketing. (N. F. Childers and W. B. Sherman (Eds.)) Gainesville, Florida. USA. 560-590.
- Nájera**, R. M. B y Souza, B. 2010. Insectos benéficos, guía para su identificación. Editorial COECyT. Primera edición. México. 72.
- NMX-FF-060-SCFI-2009**. Norma Mexicana. Productos alimenticios no industrializados para consumo humano-fruta fresca-durazno y nectarina (*Prunus persica* L.) BATSCH - especificaciones y métodos de prueba.
- Ortiz**, Z. V. G. Güemes, D. R. Piagentini, A. M. Gariglio, N. F. y Pirovani, M. E. 2007. Comparación de la calidad de duraznos de diferentes variedades cultivadas en la región centro-este de la provincia de Santa Fe. *Revista FAVE-Ciencias Agrarias*. Universidad Nacional del Litoral. 6(5): 27-33.

- Osborne**, J. L. and Robinson, T. L. 2008. Chemical peach thinning: Understanding the relationship between crop load and crop value. *New York Fruit Quarterly*. 16:19-23.
- Parra-Coronado**, A. Hernández, J. E. y Camacho-Tamayo, J H. 2006. Comportamiento fisiológico de la pera variedad Triunfo de Viena (*Pyrus communis* L.) durante el periodo pos cosecha. *Revista Brasileña Fruticultura*. 28(1): 46-50.
- Parra-Coronado**, A. Sánchez, L. J. y Barragén, C. 1998. Características físicas y fisiológicas de la pera variedad Triunfo de Viena (*Pyrus communis* L.). *Revista ingeniería e investigación*. Universidad Nacional de Colombia. Colombia. 41: 33-44.
- Pérez**, G. S. 2002. Fred: nueva variedad de durazno para las zonas frías con riego de heladas en el centro de México. *In: Memoria del XIX Congreso Nacional de Fitogenética*, Saltillo, Coahuila. México. 117.
- Pérez**, S. G. 2006. Efecto de diferentes densidades de *Eotetranychus lewisi* (McGregor) (Acari:Tetranychidae) en la fisiología y nutrición del duraznero. Tesis de Doctor en Ciencias. Fitosanidad, Entomología y Acarología. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. De México. 69.
- Pérez-Santiago**, G., G. Otero-Colina, V. A. González Hernández, M. E. Ramírez Guzmán, H. González Hernández y A. López Jiménez. 2007. The population level of *Eotetranychus lewisi* and the concentration of carbohydrates in peach leaves. *Exp. Appl. Acarol.* 43: 255-263.
- Pérez-Santiago**, G., G. Otero-Colina, V. A. González Hernández, M. E. Ramírez Guzmán, A. López Jiménez y H. González Hernández. Concentraciones de N, P y K en hojas de duraznero infestado con diferentes densidades de *Eotetranychus lewisi*. *Revista Chapingo*. Serie Horticultura (en prensa).
- Pinedo**, E. J. M.; Cortés, F. J. I.; Colinas, L. M. T.; Turrent, F. A.; Alcazar, G.; Rodríguez, A. J.; Livera, M. y Hernández, F. A. D. 2004. Calidad del fruto de durazno "diamante" y "cp-88-8" intercalados en maíz y frijol. *Revista Chapingo*. Serie Horticultura 10(2): 211-218.
- Quartieri**, M. Tagliavini, M. and Millard, P. 1998. Storage and remobilization of nitrogen in nectarine trees is affected by the timing of N uptake. *Acta Horticulturae*. 4(65): 319-325.
- Reeves**, W.D., P.L. Mask, C.W. Wood y D.P. Delay. 1993. Determination of wheat nitrogen status with a handheld chlorophyll meter. Influence of management practices. *J. Plant Nutr.*16: 7781-7796.
- Regnault-Roger**, C. Philogene, B. J.R. Vincent, C. 2004. Biopesticidas de origen vegetal. Editorial Mundi-Prensa. España. 1ª Edición español. Traducción P. Urbano Terrón. 337.
- Rivas**, J. I. C. 2003. Fenología, nutrición y almacenamiento de reservas en la producción forzada de durazno "Flordamex 1" en plantación intensiva en valles altos. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. De México. 115.

- Rodríguez**, M. M. N., Alcántar, G. G. ,Aguilar, S. A. Etcheverts, B. D. y Santizo, R. J. A. 1998. Estimación de la concentración de nitrógeno y clorofila en tomate mediante un medidor portátil de clorofila. *Revista Terra*. 16: 135-141.
- Rojas-Lara**, P. C. Pérez-Grajales, M. Colinas-León, M. T. B. Sahagún-Castellanos, J. y Avitia E. 2008. Modelos matemáticos para estimar el crecimiento del fruto de chile manzano (*Capsicum pubescens* R y P). Universidad Autónoma de la Ciudad de México. *Revista Chapingo serie Horticultura*. 14(3): 289-294.
- Rumayor**, R. A.; Llamas, Ll. J.; Melero, M. V. y Zegbe, D. J. 2009. Descripción fenotípica de material genético de durazno para Zacatecas. INIFAP. Campo Experimental Zacatecas, CIRNOC-INIFAP. Publicación especial (16): 29.
- Ryugo**, K. 1993. Fruticultura. Ciencia y Arte. 1ª Ed. Español. AGT Ed. México. 51-75. Traducción Dr. J. Rodríguez Alcázar. Colegio de Postgraduados.
- Sachdchina**, T.M. and V.V. Dimitrieva. 1995. Leaf chlorophyll content as a possible diagnostic mean for the evaluation of plant nitrogen uptake from the soil. *Plant Nutr*. 18:1427-1437.
- Sánchez** C. S. 1997. Principales plagas del duraznero y sugerencias para su control. CICTAMEX, S. C. México. Folleto (325). 14.
- Sánchez**, G. P. 2010. Manejo integral de la nutrición del duraznero. Colegio de Postgraduados, campus Montecillo. *In: VI Congreso Nacional Sistema Producto Durazno*. México. 71-82.
- Sánchez**, T. B. y Rumayor, R. A. 2010. Evaluación del entorno para la innovación tecnológica en Zacatecas: identificación de las cadenas productivas relevantes. Campo Experimental Zacatecas, CIRNOC-INIFAP. Publicación especial (18). 20.
- Santiago**, M. E. Cortés, F. J. I. Turrent, F. A. Hernández, R. E. Jaen, C. D. 2008. Calidad del fruto del duraznero en el sistema milpa intercalada con árboles frutales en laderas. *Agricultura Técnica en México*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México. 34(2): 159-166.
- Seibert**, E. González, S. Orellana, A. Luchsinger, L. y Renar J. B. 2009. Calidad pos cosecha y daños por frío en duraznos "NOS 21". *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*. México. 10(1): 51-60.
- SIAP**. 2014. Cierre de producción agrícola por año. SAGARPA, [En línea]. Disponible en <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/integra/Agrícola/anuarios/AAgricola.zip>. Fecha de consulta 20 de Septiembre del 2014.
- Tinsdale**, L. S. y Nelson, W. L. 1988. Fertilidad de los suelos y fertilizante. Utheha. México, D.F.
- Torres**, Z. J. P. Cortés, F. J. I. Turrent, F. A. Hernández, R. E. y Muratalla, L. A. 2008. Rendimiento de fruto y número de ramas principales en árboles de durazno intercalados con milpa. *Revista Terra Latinoamericana*. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. México. 26(3): 265-273.

- Valencia-Botín**, A. J. Bautista-Martínez, N. López-Buenfil, J. A. 2004. Uso de extractos acuosos de nim, azadirachta indica a. juss, en la oviposición de la mosca mexicana de la fruta *Anastrepha ludens* Loew (diptera: tephritidae) en naranja valencia. *Revista Fitosanidad*. Cuba. 8(4): 57-59.
- Varela**, G. H. 2010. Manejo integral de tratamiento de durazno en zacatecas, productores de Nueva Australia, Zacatecas: Fundación Produce Zacatecas. 1 -59.
- Vázquez**, C. M. A. Jiménez G. S. N. Torres, P. I. Anaya, U. I. Mendoza, L. H. J. Guevara G. R. G. 2012. Comportamiento de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) asperjadas con ácido salicílico cultivadas bajo diferentes condiciones climáticas en invernadero. *Revista Ciencias*. Universidad Autónoma de Querétaro, México. 5(1): 1-9.
- Weinberger**, H. J. 1993. Ciruelos. *In: Avances de Genotecnia de frutales*. Traductor AGT, Editor, S.A. 425-438.
- Zegbe**, D. J. A. 2005. Cambios estacionales de nutrimentos en hojas y caída de fruta en durazno "Criollo" de Zacatecas, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 28(1): 71-75.
- Zegbe**, D. J.; Mena, C. J.; Rumayor, R. A.; Reveles, T. L. y Medina, G. G. 2005. Prácticas culturales para producir durazno criollo en Zacatecas. INIFAP. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Zacatecas. Campo Experimental Zacatecas, CIRNOC-INIFAP. Publicación especial (15): 74.
- Zegbe**, J. A. Rumayor, A. F. Pérez, M. H. and Chan, J. L. 1998. A Study of pruning on seedling peaches at low latitude. *Acta Horticulturae*. 465: 637- 645.