



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSGRADO DE RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD

FRUTICULTURA

NUTRICIÓN ORGÁNICA EN LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DEL CIRUELO JAPONÉS *Prunus salicina* LINDL.

CARLOS DANIEL MEZA LOAEZA

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

2016

**CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y
DE LAS REGALIAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACION**

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe CARLOS DANIEL MEZA LOAIZA, Alumno de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta institución, bajo la dirección del Profesor ALBERTO ENRIQUE BECERRIL ROMÁN, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis NUTRICIÓN ORGÁNICA EN LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DEL CIRUELO JAPONÉS Prunus salicina LINDL.

y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre el colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, El Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Montecillo, Mpio. de Texcoco, Edo. de México, a 15 de noviembre de 2016


Firma


A. ENRIQUE BECERRIL ROMÁN
Vo. Bo. del Consejero o Director de Tesis

La presente tesis titulada: Nutrición orgánica en la productividad y calidad del ciruelo japonés (*Prunus salicina* Lindl.) Realizada por el alumno: Carlos Daniel Meza Loaeza bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
FRUTICULTURA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO




DR. A. ENRIQUE BECERRIL ROMÁN

ASESOR



DR. ANDRÉS REBOLLEDO MARTÍNEZ

ASESOR



DR. JULIO SÁNCHEZ ESCUDERO

ASESOR



M.C. DAVID JAÉN CONTRERAS

Montecillo, Texcoco, Estado de México, diciembre de 2016.

NUTRICIÓN ORGÁNICA EN LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DEL CIRUELO JAPONÉS *Prunus salicina* LINDL.

Carlos Daniel Meza Loeza, M. en C.
Colegio de Postgraduados, 2016.

RESUMEN

En la fruticultura moderna se busca lograr altos rendimientos por unidad de superficie, incorporando grandes volúmenes de fertilizantes minerales y pesticidas en los huertos frutales, sin considerar el impacto ambiental y los residuos tóxicos en los frutos y en la salud humana. Por este motivo, en la presente investigación se evaluó la respuesta del ciruelo japonés (*Prunus salicina* Lindl) cv. Metlhey a cuatro tratamientos de fertilización, química T1 (Bayfolan+Urea+Sulfato de potasio +Nitrofoska), química orgánica T2 (Bayfolan+composta), y orgánica T3 (Phytotron+composta) y T4 (HumiExtra+composta), durante el ciclo de producción 2013-2015. Se evaluó el estado físico químico del suelo, el vigor del árbol en función de los diámetros del tronco, el rendimiento y la productividad, así como también el estado nutricional de hojas y atributos de calidad de frutos: sólidos solubles totales, acidez titulable, pH, tamaño y peso de fruta fueron determinados así como el estado nutricional de los frutos. La temperatura y la humedad de suelo también fueron registradas. Los análisis de resultados mostraron que tanto las condiciones físicas como químicas del suelo bajo tratamiento orgánico, fueron mejores, sobre todo, en contenido de materia orgánica, N, P y micronutrientes. Con respecto al rendimiento y vigor del árbol, los tratamientos no mostraron diferencias; sin embargo, el tratamiento más productivo en 2015 fue el T3. Con relación al contenido nutrimental en hoja, el T1 y T2 presentaron mayor concentración de Mg, K, Cu y Mn para 2014. Para 2015, el T3 mostró diferencias significativas en concentración foliar de Ca y Mg. En cuanto a la calidad de fruta, los sólidos solubles totales y acidez titulable para los tratamientos T1 y T2, mostraron diferencia significativa a favor, respecto a T3 y T4 en 2014. De igual forma para las variables de calidad de fruta se encontró que el peso de fruta no presentó diferencias entre los tratamientos. De acuerdo a los diámetros en 2014, los frutos más grandes se obtuvieron en T1, pero para 2015 la fruta más grande correspondió al T4. Con relación al contenido nutrimental de fruta, el T4 fue superior en la concentración de N para 2014, y T2 en ambos ciclos de producción presentó diferencias significativas con respecto a Ca, Fe y Mn. Los tratamientos para el ciclo 2015 no presentaron diferencias significativas en macronutrientes a excepción de Ca. El contenido de humedad del suelo siempre fue cercano a capacidad de campo en tratamientos orgánicos, con respecto al químico (suelo desnudo). De acuerdo con los resultados de esta investigación, se sugiere que la producción de ciruelo con los tratamientos orgánicos puede igualarse en el tiempo con aquella obtenida con fertilizantes químicos, además de ser una opción sustentable debido a que se logra optimizar el agua y mejorar la fertilidad del suelo.

Palabras claves: *Prunus salicina* Lindl., sustentabilidad, abonos orgánicos, ácidos húmicos, cubiertas orgánicas.

ORGANIC NUTRITION IN THE PRODUCTIVITY AND QUALITY OF
JAPANESE PLUM *Prunus salicina* LINDL.

Carlos Daniel Meza Loeza, M. en C.
Colegio de Postgraduados, 2016.

ABSTRACT

In modern fruit growing, the aim is to achieve high yields per unit area, incorporating large volumes of mineral fertilizers and pesticides in the fruit orchards, without considering the environmental impact and the toxic residues on the fruits and human health. For this reason, the present investigation evaluated the response of Japanese plum (*Prunus salicina* Lindl) cv. Metlhey to four fertilization treatments, chemical T1 (Bayfolan + Urea + Potassium sulphate + Nitrofoska), organic chemistry T2 (Bayfolan + composite), and organic T3 (Phytotron + composite) and T4 (HumiExtra + composite), during the Production 2013-2015. The physical state of the soil, the vigor of the tree in terms of trunk diameters, yield and productivity, as well as leaf nutritional status and fruit quality attributes were evaluated: total soluble solids, titratable acidity, pH, Fruit size and weight were determined as well as the nutritional status of the fruits. Soil temperature and humidity were also recorded. The results showed that both the physical and chemical conditions of the soil under organic treatment were better, especially in organic matter, N, P and micronutrients content. Regarding the yield and vigor of the tree, the treatments did not show differences; However, the most productive treatment in 2015 was T3. In relation to leaf nutrient content, T1 and T2 presented higher concentration of Mg, K, Cu and Mn for 2014. By 2015, T3 showed significant differences in Ca and Mg foliar concentration. As for fruit quality, total soluble solids and titratable acidity for treatments T1 and T2, showed a significant difference in favor, compared to T3 and T4 in 2014. Likewise for fruit quality variables, it was found that Fruit weight did not show differences between treatments. According to the diameters in 2014, the largest fruits were obtained in T1, but by 2015 the largest fruit corresponded to T4. Regarding the nutritional content of fruit, T4 was higher in the concentration of N for 2014, and T2 in both cycles of production presented significant differences with respect to Ca, Fe and Mn. The treatments for the 2015 cycle did not present significant differences in macronutrients with the exception of Ca. The soil moisture content was always close to field capacity in organic treatments, with respect to the chemical (bare soil). According to the results of this research, it is suggested that the production of plum with organic treatments can be equal in time with that obtained with chemical fertilizers, besides being a sustainable option because it is possible to optimize water and improve soil fertility.

Key Words: *Prunus salicina* Lindl., sustainability, Organic fertilizers, humic acids, organic covers.

DEDICATORIA

A la memoria de mi Padre y Abuelo Ignacio Loaeza Cuevas.

A mi madre, María del Carmen Loaeza vega.

A mi hermano, Juan Andrés Meza Loaeza.

A mi tía. Consuelo Loaeza vega.

AGRADECIMIENTOS

Al Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, especialmente al área de Fruticultura, que me permitió la oportunidad de poder continuar con mi preparación académica que sin lugar a dudas será un pilar en el desarrollo de mi vida profesional.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por el apoyo otorgado para realizar los estudios de Maestría en Ciencias en el colegio de postgraduados.

Al Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECyT), por el apoyo brindado para el término del presente trabajo.

A mi Madre, mi más grande motivación para seguir adelante, una meta más madre, te agradezco por tu apoyo. Queda demás decir que siempre fue incondicional. Te amo con todo mi corazón Ma. Del Carmen Loeza Vega.

A mi hermano Ingeniero Agrónomo Zootecnista, Juan Andrés Meza Loeza, con el cual he crecido y disfrutado los momentos buenos y malos de la vida, y quien me ha apoyado de manera incondicional en cada una de las etapas de mi preparación profesional y de mi vida. Te amo hermano.

A la profesora Consuelo Loeza Vega, tía y amiga, que siempre me brindó su apoyo incondicional a lo largo de toda esta vida y que sin duda represento un pilar muy importante para realizar mis estudios de maestría.

A mis asesores Dr. A. Enrique Becerril Román, Dr. Ciro Velasco Cruz, M.C. David Jaén Contreras, Dr. Julio Sánchez Escudero, Dr. Andrés Rebolledo Martínez. Por su apoyo en la finalización de este trabajo, así como también los conocimientos que me compartieron.

A mis amigos que convivieron conmigo dos años en mi estancia de maestría: M.C. Minely Cerón Bustamante; M.C. Paul Méndez Méndez; M.C. David Eduardo Torres Sánchez M.C. Hilario Romero Mendoza, M.C. Carlos Alberto Zúñiga Rizo y M.C. José Zacarías agradezco su amistad incondicional y su apoyo en todo momento.

CONTENIDO

	Pág.
Capítulo I INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo general	4
1.2 Objetivos específicos	4
1.3 Hipótesis	4
Capítulo II REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 Agricultura sustentable	5
2.2 Agricultura orgánica	6
2.3 Nutrición en plantas	9
2.4 Nutrición orgánica	9
2.5 Materia orgánica	12
2.6 Mineralización de la materia orgánica	14
2.7 Mineralización	16
2.8 Aminización	17
2.9 Amonificación	17
2.10 Nitrificación	17
2.10.1 Cubiertas orgánicas en el manejo de suelo	18
2.10.2 Ácidos húmicos y su aplicación foliar	19
2.10.3 Calidad del suelo	21
2.10.4 Calidad e inocuidad de alimentos	22
2.10.5 Estándares de calidad de la fruta	24
2.10.7 Certificación y proceso de productos orgánicos	25
Capítulo III MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1 Ubicación del sitio experimental	28
3.2 Condiciones ambientales durante el desarrollo del experimento.	28
3.2.1 Temperatura del suelo	30
3.2.2 Caracterización del Suelo del huerto San José Colegio de Postgraduados	31
3.3 Análisis de agua de riego	31
3.4 Material vegetal	31
3.5 Diseño experimental	32
3.6 Tratamientos	32
3.7 Manejo del huerto	33
3.7.1 Poda	33
3.7.2 Riego	34
3.7.3 Manejo del suelo	34
3.7.4 Fertilización	34
3.7.5 Control de plagas y enfermedades	35
3.7.6. Cosecha	35
3.8 Variables estudiadas	35
3.8.1 Análisis físico químico de suelo	35
3.8.2 Diámetro del tronco	35
3.8.3 Peso específico de la hoja	35
3.8.4 Rendimiento	35

3.8.5	Productividad	36
3.8.6	Porcentaje de caída de frutos	36
3.8.7	Concentración nutrimental de hojas y frutos	36
3.9	Calidad	37
3.9.1	Peso de fruto	37
3.9.2	Tamaño de fruto	37
3.9.3	Acidez titulable	37
3.9.4	Sólidos solubles totales	38
3.9.5	pH	38
3.9.6	Análisis de datos	38
Capítulo IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1	Efecto del manejo de suelo con cubierta y sin cubierta orgánica sobre la humedad del suelo.	39
4.2	Efecto de los tratamientos de nutrición orgánica y química sobre las condiciones físicas y químicas del suelo.	40
4.3	Diámetros y Sección transversal del tronco	44
4.3.1	Peso específico de la hoja	45
4.3.2	Productividad, Rendimiento	47
4.3.3	Numero de frutos por árbol, peso de fruta y porcentaje de caída de fruta	50
4.3.4	Efecto de los tratamientos de nutrición orgánica y química en el contenido nutrimental de hoja.	54
4.3.5	Efecto de los tratamientos de nutrición química y orgánica en el contenido nutrimental en Fruto	57
4.4	Variables postcosecha	58
4.4.1	Diámetros de fruta	60
4.5	Efecto del manejo de suelo con cubierta y sin cubierta sobre la variación de la temperatura	61
4.6	Costos de los tratamientos de nutrición foliar y al suelo	63
4.6.1	Beneficio económico de la producción de ciruelo japonés con respecto a los tratamientos de nutrición.	64
Capítulo V	CONCLUSIONES	66
	Recomendaciones para investigaciones futuras	67
	Literatura citada	68
	Apéndice	80

LISTA DE CUADROS

		Pág.
Cuadro 1	Principales objetivos de la agricultura sustentable	6
Cuadro 2	Materiales orgánicos de desecho empleados en la producción de composta	12
Cuadro 3	Tipos de fertilizantes orgánicos	12
Cuadro 4	Relación C: N en diferentes tipos de estiércol	16
Cuadro 5	Ventajas de la cubierta orgánica sobre las características físicas, químicas y biológicas.	19
Cuadro 6	Calibre de fruto para ciruelo japonés de acuerdo a la calidad.	25
Cuadro 7	Temperaturas de suelo (°C), con cubierta y sin cubierta, tomadas a 30 cm de profundidad, en el huerto de ciruelo “Methley” (2014 y 2015).	30
Cuadro 8	Fertilidad del suelo en el sitio experimental (2015).	31
Cuadro 9	Calidad del agua de riego.	31
Cuadro 10	Tratamientos de fertilización inorgánica, orgánica/inorgánica y orgánica, foliar y al suelo en ciruelo japonés "Methley"	33
Cuadro 11	Porcentaje de humedad de suelo en el huerto de ciruelo japonés cv Methley.	40
Cuadro 12	Efecto de nutrición en las características físico químicas del suelo con cubierta y sin cubierta, del huerto de ciruelo japonés “Methley”.	45
Cuadro 13	Efecto de nutrición foliar y al suelo en el Diámetro y Sección transversal del tronco (STT) de ciruelo japonés “Methley”.	46
Cuadro 14	Efecto de nutrición foliar y al suelo sobre el Área foliar y Peso específico de la hoja en ciruelo japonés “Methley”.	47
Cuadro 15	Efecto de nutrición foliar y al suelo sobre la productividad y rendimiento ciruelo japonés “Methley”.	48
Cuadro 16	Efecto de nutrición foliar y al suelo en el número de frutos por árbol, peso de fruto y porcentaje de caída de fruta de ciruelo japonés “Methley”.	52
Cuadro 17	Efecto de nutrición foliar y al suelo en las concentraciones de macronutrientes y micronutrientes en hoja de ciruelo japonés “Methley”.	57
Cuadro 18	Rangos de suficiencia tomados de follaje para Ciruelos.	57
Cuadro 19	Efecto de nutrición foliar y al suelo en las concentraciones de macronutrientes y micronutrientes en Fruto de ciruelo japonés “Methley”.	59
Cuadro 20	Efecto de los tratamientos de nutrición foliar y al suelo en la calidad de ciruelo japonés “Methley”.	60

Cuadro 21	Efecto de los tratamientos de nutrición foliar y al suelo en el diámetro polar y ecuatorial madures fisiológica y consumo de ciruelo japonés “Methley”.	62
Cuadro 22	Costo de los tratamientos de nutrición foliar ya al suelo para ciruelo japonés “Methley” por árbol y por hectárea.	65
Cuadro 23	Beneficio de la producción de ciruelo japonés cv. Methley para ambos ciclos de producción.	66

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Disponibilidad de Nitrógeno y Tiempo para sembrar el siguiente cultivo después de incorporar dos residuos vegetales (Donahue, 1977).	15
Figura 2	Temperatura (°C) máxima, media, mínima (2013-2015) del huerto de ciruelo cv. Methley.	28
Figura 3	Precipitación (mm) y evaporación (mm) (2013-2015) del huerto de ciruelo cv. Methley.	29
Figura 4	Humedad relativa (%) (2013-2015) del huerto de ciruelo cv. Methley.	30
Figura 5	Comportamiento de la humedad de suelo en ambos tratamientos con cubierta y sin cubierta (2014-2015) del huerto de ciruelo cv. Methley.	41
Figura 6.	Tendencia de la producción en ciruelo cv. Methley, *T1: químico, T2: químico/orgánico, T3 y T4: orgánicos.	53
Figura 7.	Temperatura del suelo sin cubierta y con cubierta orgánica en dos horarios a 30 cm de profundidad (2014 y 2015) en ciruelo cv. Methley.	65

Capítulo I INTRODUCCIÓN

La nutrición orgánica no es algo nuevo, puesto que las culturas antiguas alrededor del mundo utilizaban desechos de animales o estiércoles como abono orgánico con el fin de incrementar las cosechas, además de residuos vegetales, paja, suelo de bosques y materiales marinos, esto con el objetivo de aumentar el contenido de materia orgánica en los suelos y a su vez el contenido de nitrógeno (Hernández *et al.*, 2010). En adición a lo anterior, en México desde tiempos prehispánicos las culturas del sureste de la república, como la Olmeca y la Maya además de los Mexicas, habrían desarrollado prácticas de fertilización las cuales incluían el agregar al suelo materiales orgánicos como lodos o suelo de bosque.

Por otra parte, las técnicas de nutrición que en un pasado fueron efectivas, han sido sustituidas por la aplicación de fertilizantes sintéticos, con la finalidad de satisfacer las demandas de alimentos para la población en aumento, esto surge entre las décadas 40-50, sin embargo, en el siglo XIX ya se había promovido el uso de sustancias inorgánicas para la nutrición de plantas, lo que propició efectos positivos en la agricultura, ya que los rendimientos al parecer aumentaban de manera lineal con el aumento de las dosis de dichos fertilizantes, lo que condujo al abandono de muchas técnicas antiguas de nutrición. Sin embargo, a lo largo de la historia el ejercicio de la agricultura siempre ha supuesto modificaciones físicas en el medio, cambiándolo en función del objetivo primordial que es la producción de alimentos, máxime si se considera que la población cada día aumenta.

A principios de los 70's, se presentaron los primeros síntomas de pérdida y deterioro de la calidad del suelo, y se comprueba que ciertas sustancias activas son un peligro y un problema debido al uso indiscriminado de estos abonos sintéticos además el suelo se hizo menos fértil y se acidificó, asimismo el agua empezó a contaminarse con residuos de estos fertilizantes, causando graves efectos sobre el medio ambiente y en el ser humano (Navarro *et al.*, 1995).

A partir de esto el uso de los residuos orgánicos aplicados al suelo disminuyó en forma considerable, sin embargo, durante los últimos años dado el auge de la agricultura orgánica y el alto costo de los energéticos en el mundo, la producción y obtención de fertilizantes sintéticos se ha visto restringida, por lo que se ha buscado al máximo el aprovechamiento de los residuos orgánicos para aprovecharlos como abonos (Meléndez, 2003).

La nutrición orgánica es una de las principales prácticas que promueve la agricultura orgánica y, tiene como objetivo principal el mantenimiento de la materia orgánica del suelo como un elemento determinante en la relación que existe entre la sostenibilidad y la productividad de los sistemas agrícolas (TRUU *et al.*, 2008). Esto es debido a que se utiliza como abono la biomasa de las plantas, los residuos vegetales post-cosecha, excrementos de animales frescos o composteados, lodos residuales, desechos industriales, agroindustriales y urbanos. Estos abonos orgánicos pueden ser sólidos, líquidos y semilíquidos y que una vez procesados y aplicados al suelo mejoran las condiciones físicas, químicas y biológicas además de aumentar las reservas favoreciendo el incremento de la concentración de N, P y K, así como también las poblaciones de biomasa microbiana presente en el suelo, lo cual incrementa la tasa de crecimiento de raíces (Becerril *et al.*, 2004; Herencia *et al.*, 2007; TRUU *et al.*, 2008).

En la década de los 70's la nutrición de cultivos inicio de manera formal en México. En frutales como café (*Coffea arabica* L.), aguacate (*Persea americana* Mill.), mango (*Mangifera indica* L.) y manzana (*Malus x domestica* Borkh) se empezaron a realizar experimentos con nutrición orgánica, actualmente se investiga el efecto de la nutrición orgánica en otros frutales; naranja (*Citrus sinensis* L.), banano (*Musa paradisiaca* L.), papaya (*Carica papaya* L.), coco (*Cocos nucifera* L.), limón (*Citrus aurantifolia* Swingle), xoconostle (*Opuntia joconostle* W.), higo (*Ficus carica* L.), cacao (*Theobroma cacao* L.), piña (*Ananas comusus* L.), zarzamoras (*Rubus* L.), guayaba (*Psidium guajava* L.) y tuna (*Opuntia ficus-indica* L.) (Muñoz, 2004; Gómez *et al.*, 2008; Schwentesius, 2010; IFOAM, 2014). Actualmente en nuestro país se están desarrollando técnicas de nutrición orientadas a la sustentabilidad, utilizando de manera óptima los recursos para la producción de alimentos inocuos, manteniendo el cuidado del medio ambiente así como también agroecosistemas sustentables. Por lo tanto la comprensión de técnicas de nutrición orgánica en frutales y sus efectos en la mejora del rendimiento, calidad e inocuidad del proceso de producción y del producto final juega un papel muy importante.

Por esto, se han comparado sistemas de producción orgánica y convencional en frutales, por ejemplo en manzana se ha evaluado la concentración de nutrientes en fruto producidos bajo sistema convencional, encontrándose que contienen mayor concentración de nitrógeno, sin embargo en manzanas producidas orgánicamente se encontró mayor

concentración de magnesio y calcio comparadas con manzanas bajo producción convencional (do Amarante *et al.*, 2008).

En ciruelo japonés *Prunus salicina* Lindl. Arroyo *et al.*, (2013) encontraron diferencia entre la Sección transversal del tronco STT de los árboles siendo más vigorosos los manejados convencionalmente que los orgánicos, además reportaron no haber encontrado diferencias significativas en el contenido nutrimental. Asimismo, mencionan que el control de la roya (*Tranzschelia pruni spinosae*) fue deficiente en el sistema orgánico.

También se ha encontrado que la fruta del ciruelo japonés en sistemas orgánicos es de menor tamaño y peso que las convencionales sin embargo, el fruto posee mejor color en variedades de ciruelo como la Black Amber y Fray y producen mejor, en condiciones de nutrición orgánica que en aquella convencional, se menciona que la fruta orgánica tuvo mejores atributos de calidad que la convencional, aunque esta diferencia no fue significativa, la firmeza de ciruelo bajo sistemas de nutrición orgánica es mayor que las convencionales, sin embargo, el rendimiento de fruta es mayor en sistemas de nutrición convencional que orgánica (Daza *et al.*, 2012).

Por su parte, Arroyo *et al.*, (2013) encontraron que las reservas nitrogenadas y de carbohidratos de ciruelo japonés, bajo sistemas de gestión orgánica y convencional no presentaron diferencias significativas. Los reportes de las investigaciones difieren en cuanto a rendimiento y calidad de fruta bajo los dos sistemas de manejo sin embargo, se ha reportado que las frutas producidas bajo sistemas orgánicos tienen mayor dulzor e inclusive mayor firmeza y mejor valor nutracéutico así como mejor color (Daza *et al.*, 2012; Conti *et al.*, 2014).

Con base en lo anterior se establecieron los siguientes objetivos de la presente investigación.

1.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de tratamientos de nutrición química, química orgánica y orgánica, aplicados vía foliar y al suelo, así como de dos métodos de manejo del suelo, con cubierta orgánica y sin cubierta, sobre la nutrición, productividad y calidad de la producción de ciruelo japonés (*Prunus salicina* Lindl.) cv. Methley.

1.2 Objetivos específicos

- Mejorar la fertilidad de suelo con el uso de abonos orgánicos.
- Determinar cuál de los tratamientos favorece una mayor nutrición, calidad y productividad del ciruelo japonés cv “Methley”.
- Incrementar el rendimiento y calidad de frutos de ciruelo japonés bajo producción orgánica.
- Evaluar la humedad y la temperatura en los diferentes manejos de suelo.

1.3 Hipótesis

Con los tratamientos de nutrición orgánica, se mejora la fertilidad del suelo la calidad de fruto, y el rendimiento en los árboles de ciruelo japonés.

El suelo acolchado mejora el contenido de humedad del suelo y la temperatura permanece constante.

Capítulo II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Agricultura sustentable

La agricultura con frecuencia es pasada por alto en términos ambientales, no obstante que esta actividad, de la cual depende la producción de alimentos, representa uno de los sectores que impactan sobre el medio ambiente y, a su vez, sobre el cambio climático en el planeta. Las grandes extensiones de cultivo, dependen de gran cantidad de productos químicos y maquinaria pesada, que requiere de grandes cantidades de combustible para su funcionamiento.

Aunado a esto, la agricultura, en este contexto, se enfrenta al desafío de dar certeza a la seguridad alimentaria mundial, sin degradar los recursos que, para este propósito, se utilizan en la producción de alimentos (agua, suelo, aire etc.) y, sin dañar a la salud y bienestar humano (Ji-Kun *et al.*, 2014).

Las técnicas para la producción agrícola que se introdujeron con la revolución verde para satisfacer necesidades de alimentos y fibras han traído grandes consecuencias de impacto ambiental. Se pueden mencionar problemas de la salud del suelo, disminución de la materia orgánica, reducción de la biomasa microbiana y de la mesofauna. También se reportan pérdidas de la biodiversidad debido al uso de agroquímicos persistentes como insecticidas y fertilizantes, y el impacto que estos tienen en la salud humana (Singh *et al.*, 2015).

Bajo este panorama, se hace necesario implementar acciones para el desarrollo sostenible de la producción de alimentos (Singh *et al.*, 2015), desarrollando modelos de producción agrícola que sean capaces de alimentar al planeta, ahora y en un futuro, sin detrimento de los ecosistemas, ya sea mejorándolos o manteniéndolos.

Estos sistemas de producción han ganado terreno dentro de la literatura científica y el desarrollo, los cuales se denominan: Agricultura sustentable o intensificación ecológica (Pretty *et al.*, 2011; Dore' *et al.*, 2011). Bajo estos modelos de producción, la agricultura sostenible o sustentable se refiere a la producción de fibras, alimentos, combustible, etc, de manera que lo que se produce sea ambientalmente seguro, económicamente viable y socialmente aceptable durante largos periodos (Dore' *et al.*, 2011).

La agricultura sustentable es la capacidad de los sistemas agrícolas para producir alimentos de manera continua y a futuro. Esto significa un mantenimiento de la capacidad de dichos sistemas que permitan la preservación de cultivar y producir alimentos en el futuro, tomando en cuenta a las generaciones futuras (IFOAM 2014). Se ha señalado que la agricultura sustentable tiene como características aspectos económicos, ambientales y sociales (Pretty *et al.*, 2011). En el Cuadro 1, se describen las características y principales objetivos de la agricultura sustentable:

Cuadro 1. Principales objetivos de la agricultura sustentable.

❖ OBJETIVOS	❖ CARACTERÍSTICAS
❖ Producir alimentos de alta calidad y en cantidad suficiente.	❖ Promueve el uso adecuado y el cuidado del agua, los recursos hídricos y toda la vida en el mismo.
❖ Conciencia de la vida de los ecosistemas y ciclos naturales.	❖ Utiliza en medida de lo posible, recursos renovables en los sistemas de producción organizados a nivel local.
❖ Considera el impacto social y ecológico de forma más amplia del sistema de producción y procesamiento orgánico.	❖ Reducir al mínimo todas las formas de contaminación.
❖ Fomentar y mejorar los ciclos biológicos dentro del sistema agrícola, involucrando microorganismos, flora y fauna del suelo, plantas y animales.	❖ Avanza hacia una cadena de producción, transformación y distribución de todo lo que socialmente justo y ecológicamente responsable.
❖ Mantener y aumentar la fertilidad a largo plazo de los suelos.	❖ Procesar los productos orgánicos que utilizan recursos renovables.
❖ Producir productos orgánicos totalmente biodegradables.	❖ Mantener la diversidad genética del sistema de producción y de su entorno, incluida la protección de los hábitats de flora y fauna.

Fuente: IFOAM, 2014.

2.2 Agricultura orgánica

El sistema de producción de alimentos que se adoptó desde hace más de 50 años, está basado en la producción de alta eficiencia, la cual depende de fertilizantes químicos, así como, de insecticidas y, predomina determinadamente el monocultivo. Este sistema se

justifica por lograr mayor eficiencia del proceso productivo y aumento de la productividad (Foley *et al.*, 2011; Rockström *et al.*, 2009.). Sin embargo, se ha demostrado que causa serios problemas de sostenibilidad, después de veinte o treinta años de uso intensivo, por lo que debe ser detenido, debido a que está acelerando la pérdida de biodiversidad y es uno de los principales impulsores del cambio climático (Foley *et al.*, 2005; Foley *et al.*, 2011; Rockström *et al.*, 2009; Tu *et al.*, 2006).

La agricultura orgánica está relacionada comúnmente con el uso de abonos a base de estiércol de animales y otros insumos naturales, lo cual excluye totalmente el uso de fertilizantes químicos así como de plaguicidas, ve al suelo, plantas, animales, insectos, sociedad, etc., como un solo organismo unido, y que, cada uno de ellos tiene efecto sobre los demás.

La Agricultura orgánica aumenta a un ritmo anual del 20% y representa aproximadamente 24 millones de hectáreas en todo el mundo (Willer y Yussefi, 2002). Hay diferentes organismos internacionales que definen a la agricultura orgánica, por ejemplo, el Codex Alimentarius, menciona que es un sistema global de gestión de la producción que fomenta y realza la salud de los agro-ecosistemas, la diversidad biológica, los ciclos y la actividad biológica del suelo (FAO/OMS, 1995).

Por otra parte, el IFOAM (Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica), menciona, que la agricultura orgánica o ecológica son sistemas agrícolas que promueven la producción sana y segura de alimentos y fibras textiles desde el punto de vista ambiental, social y económico. Estos sistemas parten de la fertilidad del suelo como base para una buena producción.

En tanto, la Norma Chilena de producción orgánica la define como sistema integral de producción agropecuaria basado en prácticas de manejo ecológico, cuyo objetivo principal es alcanzar una productividad sostenida con base en la conservación y/o recuperación de los recursos naturales (Céspedes, 2005).

La norma mexicana de producción orgánica NOM-037-FITO, la define como un sistema de producción agrícola orientado a la producción de alimento de alta calidad nutritiva en cantidades suficientes, que interactúa con los sistemas y ciclos naturales en una forma constructiva, de forma que promueve y extiende ciclos biológicos dentro del sistema

agrícola, incluyendo microorganismos, flora del suelo y fauna, mantiene y mejora la fertilidad del suelo a largo plazo; promueve el uso sano y apropiado del agua y, toda la vida en ésta, además, el control de malezas, plagas y enfermedades es sin el uso de insumos de síntesis química industrial.

La agricultura orgánica se propone con frecuencia para dar solución y/o reducir los impactos de la agricultura moderna o convencional sobre el medio ambiente (Seufert *et al.*, 2012b). No obstante, existe una gran controversia con respecto a los rendimientos que pudieran obtenerse de la agricultura orgánica, que generalmente son más bajos en los primeros 3-4 años que los convencionales, en el orden de 5 a 34%. Sin embargo, esto depende del tiempo que se lleve practicando la agricultura orgánica y del lugar donde se encuentre, es decir tipo de suelo, ambiente, etc., (De Ponti *et al.*, 2012. y Seufert *et al.*, 2012a). Dentro de las características que se incluyen en la agricultura orgánica según TRUU *et al.*, (2008), se encuentran las siguientes:

1. Se protege a largo plazo la fertilidad de los suelos, con el objetivo de mantener o incrementar el contenido de materia orgánica, así como también fomentar la actividad biológica del suelo.
2. Se proporcionan nutrientes de manera indirecta, a partir de fuentes tales como residuos del mismo cultivo; estos nutrientes son lentamente disponibles para la absorción de la planta, después de que los microorganismos, como bacterias, hongos, protozoarios, propician la descomposición de dichos residuos de cosecha.
3. Fijación biológica de nitrógeno a través de leguminosas, así como el reciclaje de materiales orgánicos que incluyen estiércoles de algunos animales.
4. El control de malezas enfermedades y plagas, depende principalmente de la rotación de cultivos, depredadores naturales, diversidad, abonos orgánicos. (variedades resistentes o genéticamente mejoradas o, el uso de controles térmicos y químicos son ausentes y/o preferentemente mínimos).
5. Se observan los efectos que tiene los sistemas de cultivo en el entorno, con el objetivo de preservar la vida silvestre y los ecosistemas naturales.

La agricultura orgánica pretende evitar el uso de plaguicidas y fertilizantes sintéticos, y promover el uso de insumos orgánicos para el suministro de nutrientes y procesos

biológicos, así como también, para el manejo de plagas minimizando el impacto ambiental (Seufert *et al.*, 2012a).

2.3 Nutrición en plantas

La asimilación de los nutrientes minerales por parte de las plantas, es denominada nutrición mineral y, es al área de investigación que constituye uno de los pilares más fuertes dentro de la agricultura moderna, junto con la protección del medio ambiente. Debido a que los altos rendimientos agrícolas, están asociados, en gran medida con la nutrición mineral de las plantas, la mayoría de los rendimientos de los cultivos aumentan linealmente con la cantidad de nutrientes que absorben (Loomis y Connor 1992).

Los nutrientes minerales están, principalmente, en el suelo en forma de iones inorgánicos. Estos elementos siguen distintas rutas y, entran a la biosfera, a través del sistema radical de la planta, por lo cual las plantas son denominadas las “mineras” de la corteza terrestre (Epstein, 1999).

El área superficial que cubren las raíces y su capacidad para absorber nutrientes minerales a bajas concentraciones en el suelo, hacen del proceso de la absorción mineral un éxito; luego de la absorción por las raíces, dichos nutrientes son distribuidos bajos diferentes mecanismos a distintas partes de la planta para su utilización en importantes funciones biológicas.

Hay otros organismos que participan en conjunto con la raíz haciendo asociación simbiótica para que el proceso de absorción mineral sea más eficiente, dichos organismos son los hongos micorrizicos arbusculares (HMA) y bacterias fijadoras de nitrógeno como las Nitrosomonas.

Ciertos investigadores han puesto en discusión, que la clasificación de elementos nutritivos como macro y micronutrientes, es difícil de justificar desde el punto de vista fisiológico. Mengel y Kirkby (1987), propusieron que la clasificación de los elementos debería de ser tomada en cuenta, más bien, por su papel biológico y función fisiológica en la planta.

2.4 Nutrición orgánica

Un adecuado aporte nutrimental orgánico al suelo, es de gran importancia cuando el objetivo es tener una producción alta de calidad y que, a su vez, sea sustentable y mejore la

fertilidad del suelo; los aportes de nutrientes al suelo pueden ser mediante dos vías fertilizantes químicos y los abonos orgánicos. El suelo recibe cantidades variables de restos orgánicos de distinto origen, dentro de los cuales se encuentran partes de plantas superiores, que llegan al suelo de dos maneras:

- 1) Se depositan en la superficie: hojas, ramas, flores, frutos.
- 2) Quedan íntimamente ligadas a la textura del suelo: raíces al morir, la planta o recambio de raíces en cada nuevo flujo de crecimiento radical (Labrador, 1996).

Ambas formas previa descomposición, incrementan los elementos nutritivos y favorecen la capacidad del suelo para retener dichos elementos, los cuales estarán disponibles para los organismos y plantas.

Los materiales orgánicos que son depositados al suelo, contienen cerca del 5% de N total, pero también incluyen otros elementos esenciales para las plantas, tales como P, Mg, Ca, S, y micronutrientes (Graetz, 1997).

Se distinguen dos etapas en la evolución de los materiales orgánicos en el suelo, la humificación y la mineralización (Gros y Domínguez, 1992). La primera es una fase rápida, y se refiere al momento en el cual los microorganismos del suelo (bacterias, hongos, etc) actúan sobre los materiales orgánicos, desde el momento en que se incorporan.

Los fertilizantes orgánicos benefician las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, disminuyen la erosión provocada, tanto por el agua como por el viento, aumenta la retención del agua, favorecen la aireación y oxigenación, por lo que hay mayor actividad radical y mayor actividad de los microorganismos aerobios, actúan como agentes quelatantes de los micronutrientes, previniendo su lixiviación. Regulan fenómenos como la adsorción, mejoran la cohesión y estabilidad de los agregados del suelo (Meléndez, 2003).

Además de ser una alternativa que sustituye el uso de fertilizantes químicos, para proveer el nitrógeno requerido por un cultivo, la capacidad o potencial de un abono para proveer nitrógeno, debe ser conocida para evitar deficiencias o excesos que resultan de la adición del abono al suelo (Cerrato *et al.*, 2007); por otra parte, los residuos vegetales utilizados como abonos orgánicos pudiesen contener auxinas, giberelinas, ácido abscísico y etileno,

sustancias exógenas que pueden regular el crecimiento de las plantas mediante un efecto sinérgico, antagónico o aditivo (Cerrato *et al.*, 2007).

Los diversos efectos que tiene el uso de abonos orgánicos como fuente de nutrientes al suelo son los siguientes:

1. Se incrementan las concentraciones en el suelo de N, P y K, por lo que se reduce el uso de los fertilizantes químicos (Ochoa *et al.*, 2000; Hidalgo y Harkess, 2002).
2. Los microorganismos presentes en el suelo aumentan sus poblaciones y con esto la descomposición y mineralización de compuestos orgánicos (Reyes *et al.*, 2000; Heredia *et al.*, 2000).
3. Las condiciones físicas del suelo se ven mejoradas en especial la estructura, ya que es considerada factor principal de la fertilidad y productividad de los suelos (Castellanos, 2000).
4. Estabilización del pH, incremento de la capacidad de intercambio catiónico, degradación de residuos de plaguicidas, favorece el crecimiento de hojas, raíces, flores, frutos y semillas (Aranda, 2002).
5. Se reducen algunas enfermedades inducidas por hongos fitopatógenos (Zavaleta, 2002).
6. Mayor efecto residual.
7. Aumento en la capacidad de retención de humedad del suelo a través de su efecto sobre la estructura (granulación, y estabilidad de agregados), porosidad y densidad aparente.
8. Reducción de la erosión de los suelos al aumentar la resistencia de los agregados a la dispersión por el impacto de las gotas de lluvia y al reducir el escurrimiento superficial.
9. Abastecimiento de carbono orgánico como fuente de energía a la flora microbiana y heterótrofa.

En el Cuadro 2, se muestran algunos de los materiales orgánicos de desechos que se emplean en la producción de compostas:

Cuadro 2. Materiales orgánicos de desecho empleados en la producción de composta subproductos agrícolas

- ✓ Harina de hoja de alfalfa
- ✓ Bagazo de manzanas y uvas
- ✓ Harina de sangre
- ✓ Harina de hueso
- ✓ Harina de plumas
- ✓ Cáscara de almendra y nuez
- ✓ pulpa de café
- ✓ pulpa de cacao
- ✓ torta de soya
- ✓ Cascarilla de arroz
- ✓ Desechos de jardines y prados

Fuente: (Gliessman, 2002).

Los abonos orgánicos son sinónimos de fertilizantes orgánicos e incluyen un grupo muy diverso de materiales (Cuadro 3).

Cuadro 3. Tipos de fertilizantes orgánicos

Tipo	Material	Fuente
Estiércol	Conejo, caballos, gallinas ponedoras y de engorda, ovejas, cerdos, bovinos	Salgado <i>et al.</i> , 2006.
Abonos Verdes	Trébol rojo, alfalfa, chícharo forrajero, maíz forrajero, garbanzo, haba común (chica), lupino blanco, soya, frijol.	Acuña <i>et al.</i> , 2003.
Compostas	Residuos orgánicos vegetales y animales.	Soto, 2003.
Biofertilizante	Acarreadores sólidos y/o líquidos que sostienen organismos vivos reguladores del crecimiento vegetativo (bacterias fijadoras de N, bacterias solubilizadoras de P, bacterias de asociación simbiótica como las rizobacterias y hongos mutualistas) y microorganismos celulíticos.	Vessey, 2003, Soto, 2003).

2.5 Materia orgánica

Las raíces, los microorganismos, los residuos de plantas y organismos vivientes o muertos conforman a la materia orgánica del suelo (M.O.). Se ha informado en general, que los suelos minerales contienen menos del 20% de M.O., mientras que los suelos orgánicos (Turbas y Mucks) pudiesen contener más del 20 % de M.O. La materia orgánica tiene un impacto importante sobre las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo.

Varios macronutrientes que sirven de alimento a las plantas como el N, P y S son constituyentes de la M.O. del suelo, más del 99% del N total, del 33 al 67% del P total y alrededor del 75% del S total (Pape y Legger, 1994). Estos nutrientes llegan a una condición aprovechable a través de las actividades de descomposición. La M.O. posee propiedades de intercambio de cationes similares a las de partículas de arcilla. La descomposición de la M.O. produce dióxido de carbono CO_2 que forma el ácido carbónico H_2CO_3 en el suelo; este ácido incrementa la solubilidad de muchos compuestos del suelo, aumentando así el aprovechamiento de nutrientes (Pape y Legger, 1994).

No obstante, dicha disponibilidad nutrimental depende del tipo de residuos orgánicos, la calidad de estos y su grado de descomposición. A los distintos componentes de la M.O. se les conoce como reservas orgánicas del suelo (R.O.S.) y su permanencia en el suelo puede mantener un nivel óptimo de aporte nutrimental para la producción de los cultivos (Zilbilske, 1994).

Dichas reservas orgánicas del suelo (R.O.S.) están divididas en dos categorías: Activas y pasivas. A su vez, se subdividen en reservas lábiles y estabilizadas; las primeras se constituyen por aminoácidos, ácidos simples, proteínas, celulosa y hemicelulosa, y son de rápida descomposición, desde 1 a 5 años, su proporción en relación con el total es de 5%; las segundas se constituyen principalmente por ligninas y pectinas, y su descomposición es lenta de 5 a 50 años, su proporción respecto al total varía desde 5 a 30%. Las R.O.S. pasivas están constituidas por ceras, quitina, y sustancias húmicas, las cuales son muy resistentes a la descomposición (cientos a miles de años) (Galvis, 1998).

Los numerosos organismos del suelo y sus clases están muy influenciados por los niveles de M.O. La mayoría de los organismos derivan su energía de los compuestos del C en la M.O. El N para formación de proteínas y otros nutrientes también son obtenidos de la M.O. del suelo. La mayoría de los organismos del suelo prefieren condiciones de buena aireación. La M.O. favorece las relaciones adecuadas de aire y humedad para muchos organismos, a través de su efecto en la estructura del suelo (Bronick y Lal, 2005).

De este modo la materia orgánica del suelo, influye en gran medida, en la estructura del suelo, la retención de agua, la actividad microbiana y el almacenamiento y reciclaje de los

nutrientes del suelo (Bronick y Lal, 2005), en particular de carbono (C) y nitrógeno (N) (Batjes, 1996, Ortiz, 2010).

2.6 Mineralización de la materia orgánica

La descomposición de la materia orgánica es un proceso biológico que implica a los organismos del suelo, actividades químicas como la hidrólisis, y cambios físicos también pueden ocurrir. Las bacterias, hongos y actinomicetos activan el proceso de descomposición, el cual está gobernado por la naturaleza química de los residuos orgánicos y las condiciones del suelo.

Un ejemplo de descomposición de la materia orgánica sería el siguiente, una materia con relación C/N de 80:1 como la paja de trigo, se descompone lentamente debido a que la paja no contiene suficiente N; los materiales con una amplia relación C/N forman cantidades relativamente pequeñas de humus y nitratos. En tanto, materiales como la alfalfa y el trébol que tienen una estrecha relación C/N, alrededor de 20:1, se descomponen rápidamente y proporcionan una cantidad relativamente grande de humus y nitratos, por lo mismo el N aprovechable no decrece sino que aumenta inmediatamente después de la descomposición, lo que significa que el cultivo siguiente puede sembrarse tan pronto como la alfalfa se incorporara al suelo (C/N de la alfalfa que es de 13:1, además de ser una leguminosa). Por el contrario, cuando se incorpora la paja de avena, el N aprovechable disminuye debido a su relación C/N 80:1.

No obstante, el tiempo de espera para la siguiente siembra variará con el contenido de humedad, temperatura y nivel de fertilidad general del suelo. A veces, se requieren unas seis semanas para dar tiempo suficiente a la descomposición de los residuos orgánicos, introducidos al suelo, antes de la siguiente siembra. Lo anterior se ilustra en la Figura 1:

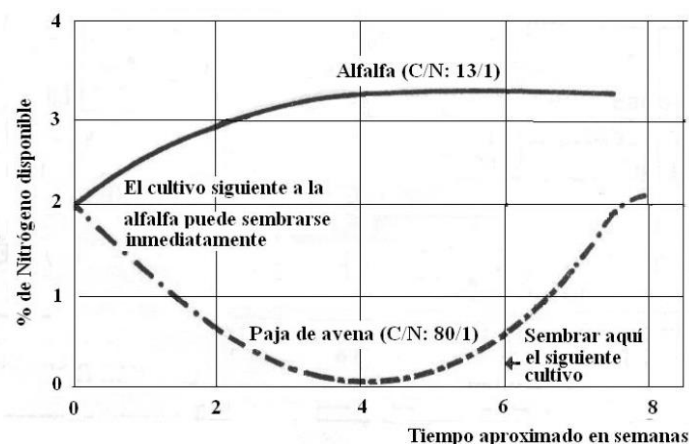


Figura 1. Disponibilidad de Nitrógeno y Tiempo para sembrar el siguiente cultivo después de incorporar dos residuos vegetales (Donahue, 1977).

La relación C:N es muy importante en el proceso de mineralización de un abono orgánico, debido a que los contenidos de C y N son esenciales para que los microorganismos del suelo funcionen en la degradación de materiales orgánicos de manera óptima. Dichos microorganismos necesitan C como fuente de energía que, junto con el nitrógeno, son utilizados para la síntesis de proteínas y estructuras celulares.

Si la relación C:N excede 25, entonces los microorganismos degradarán la materia orgánica si hay suficiente N disponible para ellos en el medio, lo que causará una inmovilización temporal del N en ese medio. Cuando la relación C:N es baja, por ejemplo menor que 20, la M.O. es degradada fácilmente, el N es temporalmente inmovilizado dentro de los microorganismos, pero al morir estos, el N será liberado al medio. Cuando la relación C:N se encuentra entre 20 y 25, ambos procesos, mineralización e inmovilización estarán sucediendo a la par, sin embargo el nitrógeno se estará liberando al llegar a un equilibrio determinado (Stevenson, 1986; Epstein, 1997; Foth y Ellis, 1997).

Las condiciones que prevalezcan en el suelo afectan la descomposición microbiana de la materia orgánica. El rango óptimo de temperatura es entre 21° y 38 °C, fuera de este rango,

la actividad de los microorganismos del suelo será retardada. Los organismos del suelo también son afectados por los niveles de humedad; si una cantidad excesiva de agua está presente en el suelo, los números y clases de los organismos benéficos en la descomposición decrecen, debido a una aireación deficiente; los organismos del suelo prosperan a más bajos niveles de humedad que las plantas superiores.

Las bacterias y actinomicetos son los organismos más importantes de la descomposición en los suelos, cuando el pH es mayor de 6.0. Los hongos predominan a pH menor de 6.0. La mayoría de los organismos del suelo necesitan N, oxígeno libre, otros nutrientes y M.O., para generar su energía. Las condiciones óptimas del suelo tanto para el desarrollo de las plantas como para la mayoría de los microorganismos del suelo, son las mismas.

En el Cuadro 4, se muestran la relación C: N en diferentes tipos de estiércol.

Cuadro 4. Relación C: N en diferentes tipos de estiércol.

Tipo de estiércol	C/N	Autor
Bovinos lecheros	15.9	García-Gil <i>et al.</i> , 2000
Bovinos lecheros	22	Yang, 2001
Bovinos lecheros	8.6	Eghball, 2000
Bovinos engorda	8.7	García-Gil <i>et al.</i> , 2000
Cerdo	19.8	Yang, 2001
Pollinaza	18.1	Yang, 2001

Fuente: Medina, 2010.

2.7 Mineralización

El nitrógeno que se encuentra presente en el suelo está en forma de péptidos y aminoácidos, los microorganismos se encargan de transformar los péptidos y aminoácidos en biomoléculas. Dicho proceso de transformación en el cual el nitrógeno orgánico es transformado a nitrógeno mineral por la acción de los microorganismos se le llama mineralización y está determinado principalmente por la composición del material orgánico y la actividad de la microflora del suelo (biomasa microbiana) (Knicker, 2004; Nett *et al.*, 2010; Jansson y Persson, 1982).

Este proceso es afectado por factores como la temperatura, siendo las altas temperaturas las que favorecen la descomposición de la materia orgánica, el contenido de humedad y el pH, ya que afectan el tipo de microorganismos encargados de la descomposición de la materia orgánica. En la descomposición de compuestos vegetales la mineralización está dada por la relación C/N así como la composición química del material (Alcántar y Trejo, 2007).

La mineralización involucra dos subprocesos la amonificación que transforma al N orgánico a N amoniacal (N-NH₄) y la nitrificación que es la oxidación de N amoniacal a N nítrico (N-NO₃) estos procesos se suceden por la actividad de la biomasa microbiana y en condiciones aeróbicas y anaeróbicas (Alexander, 1980; Castellanos *et al.*, 2000).

2.8 Aminización

Antes de sucederse el proceso de Amonificación, los compuestos proteicos y péptidos que en su mayoría conforman la materia nitrogenada aportada al suelo, no son de mucho valor para las plantas superiores. Sin embargo, los microorganismos los utilizan para realizar una digestión enzimática, en la cual, dichos compuestos se degradan a compuestos aminados como proteasas, peptonas y al final aminoácidos, por lo que a este proceso de degradación de compuestos, se le denomina aminización o aminificación, (Bertrand y Rapidel, 1999).

2.9 Amonificación

Una vez finalizada la digestión enzimática el nitrógeno sigue dos vías posibles 1) se incorpora a las estructuras celulares de los microorganismos del suelo para formar parte del nuevo complejo proteico y 2) se transforma en productos simples, que aparecen siempre en forma amónica y, dado que el amoniaco, es la primera forma mineral resultante de la mineralización, a este proceso se le ha denominado Amonificación, (Foth y Ellis, 1988; Bertrand y Rapidel, 1999), reacciones químicas en las que los grupos aminos (NH₂), los cuales están asociados con formas orgánicas de N son convertidas a amoniaco (NH₃) o amonio (NH₄⁺) (Strock, 2008).

2.10. Nitrificación

El proceso de nitrificación es la formación aeróbica de nitratos a partir de materiales orgánicos. La nitrificación es la oxidación biológica de amonio con oxígeno en nitrito, la cual es precedida por la oxidación de esos nitritos en nitratos. El amonio liberado en la Amonificación, se oxida biológicamente, esto sucede por la acción de varios grupos de

bacterias autótrofas (Nitrosomonas, Nitrobacter, Nitrosobulbus y Nitrosospira), las cuales obtienen de esa oxidación la energía necesaria para su metabolismo y como producto final resulta el (NO_3^-).

En este proceso donde la conversión de amonio (NH_4^+) a nitrato (NO_3^-) ocurre, las plantas disponen de suministro de nitrógeno, el nitrato es la forma de nitrógeno que las plantas comúnmente absorben. No obstante, cabe resaltar que este proceso es la fuente acidificante más grande de los suelos agrícolas (Buckman y Brady, 1977; Teuscher *et al.*, 1980; Follett, 2001; Hanrahan, 2005; Alcántar y Trejo, 2007; Strock, 2008).

2.10.1 Cubiertas orgánicas en el manejo de suelo

Dentro de la agricultura orgánica el manejo de suelo es importante, debido a la importancia que se le da al contenido de materia orgánica. Para ello existen diversas prácticas que incrementan la materia orgánica, una de ellas es la incorporación de Mulch o mantillo o también llamado cubiertas orgánicas, lo que implica agregar una capa de materia orgánica suelta, como paja, hierba cortada, residuos de poda, estiércoles combinados con pastos, hojas y otros materiales similares, que se utiliza para cubrir el suelo (Robinson, 1988; Stinson *et al.*, 1990).

La cubierta es cualquier material orgánico o inorgánico aplicado a la superficie del suelo para modificar sus condiciones y favorecer el crecimiento de las plantas; previene la pérdida de humedad del suelo por evaporación, disminuyendo el desarrollo de malezas y las fluctuaciones de temperatura, promoviendo la productividad y reduciendo notoriamente la erosión del suelo.

Además de promover cosechas precoces y aumentar rendimientos, evita el contacto del producto con el suelo (Barticevic, 1997) y la conservación de la humedad del suelo es el principal efecto de su uso (Robinson, 1988; Stinson *et al.*, 1990).

El uso de mulch orgánico no es costoso, pero se debe contar con una cantidad grande de material orgánico, ya que la capa que se aplica al suelo debe ser de 10 a 15 cm y, de no haber una fuente local, el transporte incrementa costoso. La cubierta orgánica no reduce la incidencia de insectos y no se debe utilizar material derivado de madera, ya que este material puede causar la alelopatía al cultivo o inmovilización de nutrientes. Según Gomero

y Velásquez (1999), las ventajas que trae consigo el uso de cobertura orgánica sobre las propiedades físicas químicas y biológicas, se muestran en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Ventajas de la cubierta orgánica sobre las características físicas, químicas y biológicas.

Físicas	Químicas	Biológicas
Mantiene la humedad del suelo	Liberación de nutrientes	Favorece el desarrollo y la actividad de los microorganismos.
Favorece la aireación del suelo	Disponibilidad de nutrientes	Regula el crecimiento de plantas no deseadas
Favorece la formación de agregados	Incrementa el contenido de materia orgánica en el suelo	Favorece la temperatura en la cual los organismos realizan sus funciones biológicas de manera óptima
Estabiliza la estructura del suelo		
Reduce la compactación		
Reduce la evapotranspiración		

2.10.2 Ácidos húmicos y su aplicación foliar

La aplicación foliar puede reducir el tiempo de demora entre la aplicación del nutriente y su incorporación a la planta, que pudiese ser importante en una fase de crecimiento rápido. También, puede evitar el problema de la reducción de la absorción de un nutriente al suelo, como ejemplo tenemos, que la aplicación foliar de nutrientes minerales como el hierro, el manganeso y el cobre puede ser más efectiva que su aplicación a través del suelo, donde dichos nutrientes son adsorbidos por las partículas del suelo y están menos disponibles para el sistema radical.

Esta práctica puede optimizar la capacidad productiva de las cosechas y puede ser utilizada tanto en gramíneas, leguminosas, hortalizas, plántulas de vivero, frutales y especies forestales. Realmente se considera un apoyo a la fertilización edáfica por rebasar los rendimientos sub-óptimos (Trinidad y Aguilar, 2000).

Lós materiales húmicos, tienen beneficios potenciales en la agricultura y esto se debe a su gran riqueza estructural, el uso de estas sustancias orgánicas, se vuelve una alternativa ecológica sostenible, debido a que se reduce y, en ocasiones, se elimina el uso de agroquímicos, ya que los ácidos húmicos se relacionan con el aumento de los procesos

biológicos en el suelo, además de mejorar la calidad bioquímica del mismo (Altieri, 2007; Nardi *et al.*, 2002; Zhang *et al.*, 2014).

Las sustancias húmicas son una mezcla de moléculas orgánicas complejas que se forman por descomposición y oxidación de la materia orgánica. Por tanto, la humificación es un proceso progresivo que lleva a la formación de ácidos húmicos, que son de color café oscuro (Stevenson, 1986). Se ha demostrado que estas sustancias incrementan los rendimientos de cultivos anuales como el maíz (*Zea mays* L.), soya (*Glycine max* L.), avena (*Avena sativa* L.), raíces de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), cacahuete (*Arachis hipogea* L.), trébol (*Trifolium pratense* L.), achicoria (*Cichorium intybus* L.), cultivos tropicales y otros cultivos (Picolo *et al.*, 1996; Nebbioso *et al.*, 2009; Picolo, 2002).

De este modo los materiales húmicos como el compost o humus de lombriz, tienen un alto potencial para aumentar la producción de la planta, incluso en condiciones ambientales desfavorables. El uso de estos materiales implica dos tipos de acciones:

1. Directa (sobre el metabolismo de la planta).
2. Indirecta (aumento de la fertilidad del suelo).

Los materiales húmicos se componen de elementos minerales, hormonas vegetales y aminoácidos que crean condiciones favorables para el rendimiento de los cultivos y la adaptación anti-estrés. Estos productos aumentan el contenido mineral del suelo, reducen la compactación, aumentan la retención de agua y la estabilidad de los agregados y, proporcionan un nicho en el suelo para el desarrollo microbiano.

Al mismo tiempo, los materiales húmicos estimulan el crecimiento de la raíz, lo que permite una mayor cobertura de nutrición de las plantas y una mayor actividad de los sistemas enzimáticos anti-estrés biótico y abiótico. Este estímulo se traduce en una mejora de las condiciones de la planta y la optimización de los procesos metabólicos, lo que conduce a un mayor rendimiento agrícola (Sondi y Pravdic, 2002).

Además de la naturaleza química heterogénea de los materiales húmicos, estos ejercen un papel multifuncional en el medio ambiente, mediante el control del ciclo biogeoquímico del carbono (Arshad *et al.*, 1993; Atiyeh *et al.*, 2002; Arancon *et al.*, 2003; Atiyeh *et al.*, 2000; Canellas, *et al.*, 2000).

2.10.3 Calidad del suelo

Dentro de la agricultura orgánica, uno de los objetivos más importantes es cuidar el suelo, manteniéndolo fértil para el buen desarrollo de los cultivos, incorporando materiales orgánicos para su sostenibilidad y así evitar el uso de químicos que lo degradan y contaminan.

De acuerdo con Parr *et al.*, (1992), un suelo de calidad es aquel que tiene la capacidad de producir cultivos sanos y nutritivos en forma sostenida a largo plazo, a su vez, debe promover la salud humana y animal sin detrimento de los recursos naturales base o del medio ambiente circundante.

Un factor clave para determinar la calidad de suelo es la estructura del suelo, la cual permite que el suelo desempeñe con eficacia sus funciones dentro de los ecosistemas, regulando los flujos de agua y gases, así como también almacenando nutrientes y agua, además de permitir la penetración de raíces para el crecimiento y desarrollo de las plantas (Kay y Grant, 1996).

Los principales procesos en la degradación de la calidad del suelo, es la decadencia estructural que se encuentra en los suelos agrícolas (Bronick y Lal, 2005). En la mayoría de los casos, esto se atribuye a la dispersión coloidal de partículas, y a la rotura de los agregados, lo que trae como resultado, una pérdida en la estabilidad de éstos (Marchuk y Rengasamy, 2011; Oades y Waters, 1991).

En California EU, la evaluación de calidad del suelo según Andrews *et al.*, 2003 considera los siguientes indicadores:

1. pH.
2. WSA (estabilidad de los agregados en húmedo).
3. MO (materia orgánica).
4. PMN (nitrógeno potencialmente mineralizable).
5. EC (conductividad eléctrica).
6. SAR (relación de absorción de sodio).

Estos indicadores pueden variar en función de las prácticas agrícolas, el tipo de vegetación y la productividad o de la fertilidad del suelo.

Otros autores mencionan que las propiedades físicas del suelo, tales como densidad aparente, textura, contenido de agua y resistencia a la penetración del suelo, también son

importantes en la evaluación de la calidad del suelo, así como también, velocidad de infiltración, carbono orgánico, la respiración del suelo, biomasa microbiana y la disponibilidad de nutrientes. (Arshad y Coen, 1992; Larson y Pierce, 1994; Doran y Parkin, 1994; Karlen *et al.*, 1997; Fernández *et al.*, 2011; Silva *et al.*, 2011; Lima *et al.*, 2013).

2.10.4 Calidad e inocuidad de alimentos

Es imprescindible que los alimentos que consumimos, estén libres de cualquier sustancia, o microorganismo, dado que la presencia de estos puede afectar de manera negativa la salud del ser humano. Es por eso que debe conocerse el proceso de producción y almacenamiento de los alimentos, en nuestro caso, incluyendo a frutas y hortalizas, por ende las actividades que se lleven a cabo para asegurar la calidad, la inocuidad y la presentación honesta de los alimentos en todas las etapas, desde su producción primaria, pasando por la elaboración y almacenamiento, hasta la comercialización y el consumo, deben de llevar un estricto control, a este proceso se le conoce como trazabilidad.

La sociedad en general tiene derecho a que los alimentos que consumen sean inocuos y aptos para el consumo. Las enfermedades de transmisión alimentaria y los daños provocados por los alimentos son en el mejor de los casos, desagradables, y en el peor pueden ser fatales (sustancias químicas).

En el Codex de Higiene de los Alimentos, se define inocuidad como la garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparen y/o consuman de acuerdo con el uso al que se destinan.

Para este caso también se define lo siguiente:

- **Contaminación:** Introducción o presencia de un contaminante en los alimentos o en el medio ambiente alimentario.
- **Contaminante:** Cualquier agente biológico o químico, materia extraña u otras sustancias no añadidas intencionalmente a los alimentos y que puedan comprometer la inocuidad o la aptitud de éstos.
- **Desinfección:** Reducción del número de microorganismos presentes en el medio ambiente, por medio de agentes químicos y/o métodos físicos, a un nivel que no comprometa la inocuidad o la aptitud del alimento (Codex Alimentarius, 2009).

Bajo este contexto, las verduras y frutas que se consumen frescas, pudiesen estar contaminadas, dicho problema es de especial atención, debido a que los productos probablemente se consumen crudos, en especial las frutas, las cuales, en ocasiones no cuentan con ningún tipo de procesamiento microbiológicamente letal, lo que plantea problemas potenciales en lo que se refiere a inocuidad y seguridad alimentaria (Carrasco *et al.*, 2012; Zweifel y Stephan, 2012).

De este modo, procedimientos y métodos de producción seguros, tales como desinfección y/o descontaminación, son críticos para asegurar la inocuidad de las frutas y verduras que se consumen en fresco (Bharathi *et al.*, 2001; Selma *et al.*, 2008b; Artés *et al.*, 2009).

Los procesos de producción deben cuidarse empezando en las áreas de producción, es decir la producción primaria, la cual deberá realizarse de manera que se asegure que el alimento sea inocuo y apto para el uso al que se destina. En caso necesario, esto involucrará:

- Evitar el uso de zonas donde el medio ambiente represente una amenaza para la inocuidad de los alimentos;
- Controlar los contaminantes, las plagas y las enfermedades de animales y plantas, de manera que no representen una amenaza para la inocuidad de los alimentos.
- Adoptar prácticas y medidas que permitan asegurar la producción de alimentos en condiciones de higiene apropiadas tales como, Buenas prácticas agrícolas (BPA) y buenas prácticas de embalaje (BPM).

Las frutas y vegetales frescos, incluidos componentes de la planta como hojas, raíces, bulbos y tubérculos, tienen diferente morfología y, funciones metabólicas y en consecuencia, proporcionan diversos nichos ecológicos a los microorganismos (Brackett, 1999; Burnett y Beuchat, 2000; Ponce *et al.*, 2002). La presencia y el número de microorganismos varían en función del tipo de producto, las prácticas agronómicas, zona geográfica de producción y las condiciones climáticas antes de la cosecha. Todo esto influye en el patrón de la microbiota que pudiese estar presente en los productos (Ahvenainen, 1996; Olaimat y Holley, 2012).

Es por esto, que en los últimos 20 años, se ha venido dando un cambio en el paradigma de producción, debido a que se han empleado prácticas agrícolas orgánicas, las cuales han de excluir en medida de lo posible sustancias tóxicas que pudiesen causar efectos nocivos en la

salud de los seres humanos. Los productos bajo este sistema de producción, deben de cumplir con lo antes mencionado para que los alimentos se presenten al consumidor inocuos y de alta calidad.

2.10.5 Estándares de calidad de la fruta

La madurez óptima de una ciruela, es aquella en la cual el fruto expresa su mayor calidad organoléptica con el mayor rendimiento de producto por hectárea. Los estándares de calidad aplicados a las ciruelas son herramientas que ayudan a determinar el momento oportuno para la cosecha y a su vez para su comercialización. Estos son, el porcentaje de sólidos solubles totales, firmeza y color de la pulpa por mencionar algunos de los principales; sin embargo, se toma en cuenta también el tamaño, estado de la fruta, si hay rupturas de piel, magulladuras, grietas o picaduras por insectos (Crisosto *et al.*, 1994).

El pico máximo de acumulación de sólidos solubles ocurre cuando las ciruelas alcanzan de 3 a 4 libras de firmeza de pulpa, que es el momento en el cual el fruto empieza a desprenderse del árbol y está plenamente maduro; a partir de este momento, el aumento de sólidos solubles totales se debe básicamente a la pérdida de agua del fruto. La medición de sólidos solubles se recomienda combinar con la de firmeza de la pulpa, para determinar la calidad potencial de la fruta.

La ciruela japonesa con menos de 19% de sólidos solubles totales (SST) y firmeza de más de cuatro libras, debería ser dejada en el árbol para acumular adicionalmente más cantidad de SST. Se considera adecuado en un contenido de 15 a 19 ° Brix, sin embargo, otros autores mencionan que, en variedades japonesas, se ha estimado que 12 °Brix y 1 % de ácidos confiere buen sabor, aun cuando en algunos casos se acumula hasta 12 % de azúcares (Crisosto *et al.*, 1994).

Cada país determina sus estándares de calidad de fruta, por ejemplo, en Canadá el acta de productos agrícolas hace referencia a los estándares de calidad de las ciruelas, la cual establece las tolerancias para color, presencia de magulladuras, rupturas de piel, grietas y picaduras de insectos, así como, el tamaño de diámetro de fruto, el cual, para ciruelo variedad Methley es de 35 mm.

Para la comunidad europea las ciruelas son clasificadas en tres clases: “Extra”, Class I, Class II, la primera es de calidad superior y se considera prácticamente libre de defectos y

daños. En lo que respecta al tamaño, este es determinado por el diámetro máximo de la sección ecuatorial del fruto; el tamaño mínimo se presenta en el Cuadro 6, para la clase extra, la diferencia máxima en diámetro entre frutos de un mismo empaque, es de 10 mm (CONSLEG, 2004).

Cuadro 6. Calibre de fruto para ciruelo japonés de acuerdo a la calidad según la CONSLEG (2004).

	Extra y I	II
Variedades de fruto largo	35 mm	30 mm
Otras variedades incluye Methley	28 mm	25 mm
Mirabeles y Damsons	20 mm	17 mm

2.10.7 Certificación y proceso de productos orgánicos

Los productos que resultan de la producción orgánica deben ser reconocidos por el mercado para poderse comercializar bajo tal denominación, esto requiere de una certificación (proceso de inspección, verificación y certificación), la cual avale que los productos certificados como orgánicos realmente provengan de procesos establecidos en la agricultura orgánica, esta certificación está a cargo de certificadoras nacionales e internacionales, las cuales no están asociadas a los productores ni a los consumidores, en ocasiones, cuando se exportan productos orgánicos, los países importadores, solicitan además de la certificación internacional, una certificación nacional. En el cuadro 6A del apéndice se muestran el listado de certificadoras orgánicas en México.

Cuando se habla de certificación orgánica en la producción vegetal, nos estamos refiriendo a procesos que junto con normas ya establecidas, se involucran en los manejos que se les dan a los distintos cultivos y a su vez al suelo, con ciertas restricciones en el uso de insumos a la hora de emprender dichos procesos de producción. Estas normas y procesos varían de acuerdo al país, debido a que las normas son distintas en cada uno de ellos.

Existen organizaciones (Nacionales-Internacionales) ya establecidas para extender formatos para la certificación de dichos procesos de producción, a su vez, estas organizaciones tienen

personal que se encarga de recomendar, con base en ciertos criterios establecidos en sus reglamentos, mejoras en el proceso productivo.

En México se tienen leyes y lineamientos, para la producción orgánica y certificación.

En el artículo 216 de la certificación orgánica, del capítulo II sección I, se habla de que el organismo certificador podrá tomar muestras para la detección de insumos no autorizados en la producción orgánica o, que son incompatibles con la producción orgánica.

En el artículo 217 de la certificación orgánica, del capítulo II sección I, se establece lo siguiente:

El operador que se encargue de la certificación, presentará junto con la solicitud, el plan orgánico, apegándose a lo previsto en el presente acuerdo, según le corresponda, o bien el formato que aplique el organismo aprobado o el reconocido por la secretaría, el cual contendrá como mínimo, lo siguiente:

- I. Descripción de prácticas bajo métodos orgánicos y procedimientos a realizar y mantener, incluyendo la frecuencia con la que se llevarán a cabo.
- II. La lista y registro sistemático de las sustancias y materiales usados, indicando su composición, fuente, lugar donde se utiliza así como documentación comercial disponible y etiqueta del insumo.
- III. Una descripción de las prácticas continuas de conservación, implantadas en las unidades, para verificar que el plan orgánico se esté implementando en forma efectiva, así como de las intenciones futuras y sobre las mejoras en todas las áreas de producción.
- IV. Una descripción completa del sistema de registro implementado
- V. Una descripción de las prácticas administrativas y barreras físicas establecidas por el operador para mantener la integridad orgánica de los productos y prevenir mezcla de productos orgánicos y no orgánicos. En una operación paralela.
- VI. Otra información que, conforme a los formatos sobre los planes orgánicos, se requiera para dar cumplimiento al presente acuerdo, de las actividades de las operaciones orgánicas.

La secretaría o el organismo certificador reconocido, podrá efectuar visitas de inspección orgánica aleatorias de control, de preferencia sin previo aviso, sobre la base de una evaluación general, del riesgo de incumplimiento con el presente a este acuerdo. Cuando el

caso sea para un comercializador de productos orgánicos, se deberá requerir de la presencia física de todas las instalaciones, así como, también de toda la documentación.

Normatividad vigente en México en materia de orgánicos:

- I. Ley de Productos Orgánicos publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 7 de febrero del 2006.
- II. Reglamento de la Ley de Productos Orgánicos publicado el 1° de abril del 2010.
- III. ACUERDO por el que se dan a conocer los Lineamientos para la Operación Orgánica de las actividades agropecuarias publicado el 29 de octubre del 2013.
- IV. ACUERDO por el que se da a conocer el Distintivo Nacional de los Productos Orgánicos y se establecen las reglas generales para su uso en el etiquetado de los productos certificados como orgánicos.

En la producción orgánica hay ciertas prácticas que no pueden realizarse, en los Cuadros 7A, 9A, 10A, 11A, del apéndice se muestran los productos permitidos para la producción orgánica en México, así como también, las concentraciones máximas de contaminantes por categorías, garantías mínimas requeridas para micronutrientes sintéticos y los límites de las relaciones de cloruro y nitrato con los micronutrientes.

Capítulo III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del sitio experimental

La investigación se llevó a cabo de Agosto de 2013 a Agosto del 2015 en el Campo Experimental San José, del Colegio de Postgraduados, ubicado en Montecillo, Texcoco, Méx., a 19°28' LN, 98°47' LO, a 2240 msnm y de relieve plano. El clima es templado de altura con lluvias en verano. La precipitación total promedio anual que se reporta es de 772.25 mm.

3.2. Condiciones ambientales durante el desarrollo del experimento.

Los datos ambientales, durante el desarrollo del experimento se presentan en la (Figura 2). La temperatura promedio anual mensual fue en el siguiente orden: 18.8°C (2013), 18.5°C (2014) 20.1°C (2015), los datos fueron obtenidos de la estación Agrometeorológica de la Universidad Autónoma Chapingo y del Colegio de Postgraduados.

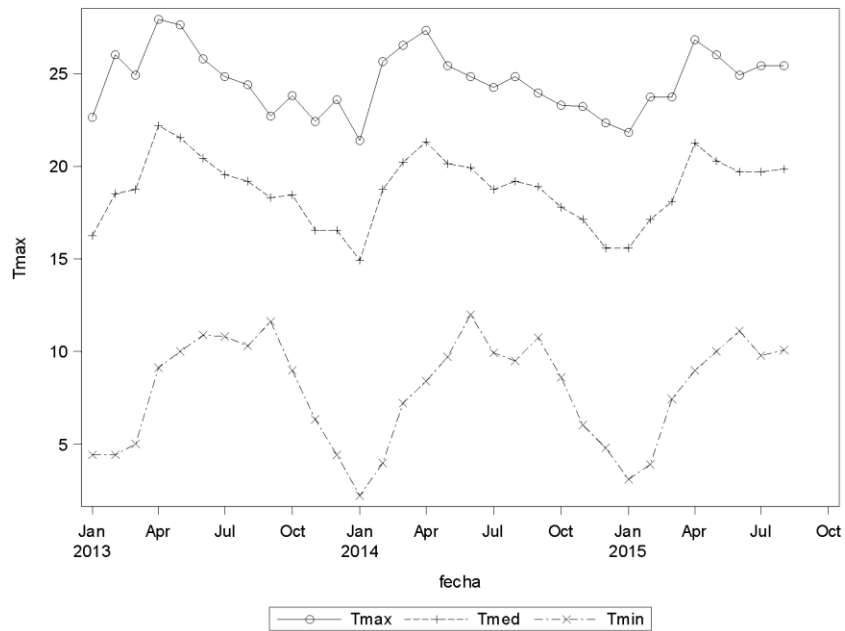


Figura 2. Temperatura (°C) máxima, media, mínima (2013-2015) del huerto de ciruelo cv. Methley.

La precipitación total anual se presentó de la siguiente manera: 638.0 mm (2013); 921.5 mm (2014), 760.3 mm (2015), la variación de la precipitación por mes se presentan en la Figura 3. La evaporación total (2013-2015) que se presentó para cada mes, fue en el siguiente orden: 4.46, 4.3, 4.5 m respectivamente, la variación por mes se presenta en la Figura 3.

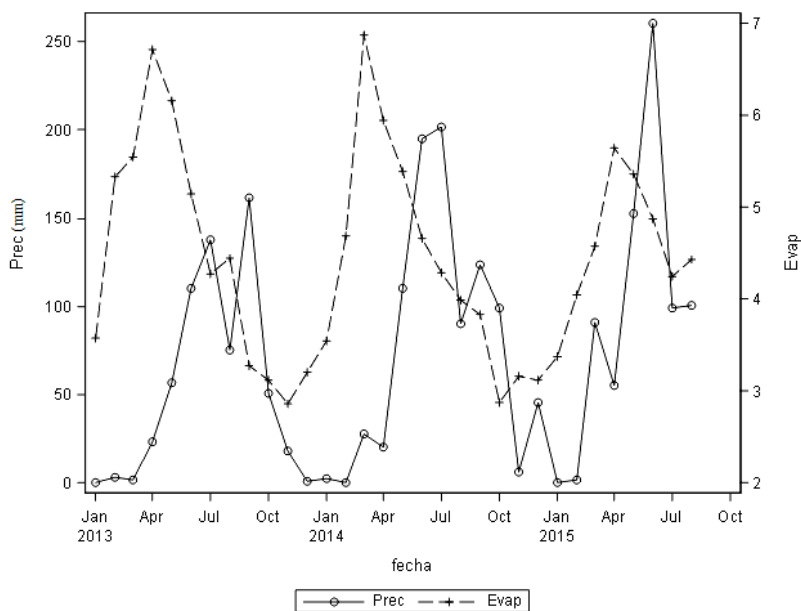


Figura 3. Precipitación (mm) y evaporación (mm) (2013-2015) del huerto de ciruelo cv. Methley.

La humedad relativa anual media (2013- 2015), se presentó de la siguiente manera: 55.5% (2013), 52.0% (2014), 51.5%(2015), respectivamente, su variación por mes se presenta en la Figura 4.

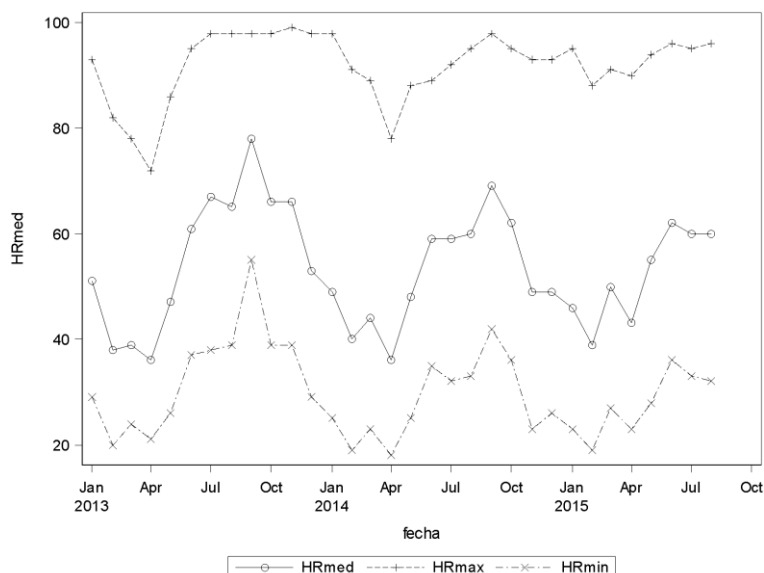


Figura 4. Humedad relativa (%) (2013-2015) del huerto de ciruelo cv. Methley.

3.2.1. Temperatura del suelo

Las temperaturas del suelo se evaluaron en dos tratamientos establecidos, sin cubierta (T1) y con cubierta (T2) (Cuadro 7).

Cuadro 7. Temperaturas de suelo (°C), con cubierta y sin cubierta, tomadas a 30 cm de profundidad, en el huerto de ciruelo “Methley” (2014 y 2015).

2014				
Meses	T1*		T2**	
	08:00 a.m.	14:00 p.m.	08:00 a.m.	14:00 p.m.
Agosto	17.75	19.90	18.83	20.64
Septiembre	19.43	19.91	19.46	20.00
Octubre	18.70	18.92	18.68	18.95
Noviembre	16.96	17.73	17.24	17.74
Diciembre	13.33	15.65	14.03	15.83
2015				
Meses	08:00 a.m.	14:00 p.m.	08:00 a.m.	14:00 p.m.
Enero	12.42	14.81	14.19	15.34
Febrero	14.83	16.99	16.13	17.14
Marzo	16.89	19.70	19.69	19.97
Abril	18.07	21.97	20.64	20.97
Mayo	17.17	18.32	20.52	20.88
Junio	18.03	18.63	20.20	21.20
Julio	17.63	18.63	19.73	21.20

*Tratamiento sin cubierta” convencional”. ** tratamientos 2, 3 y 4, con “cubierta”. T1 Q: Bayfolan+Urea+Sulfato de Potasio+Nitrofoska; T2 Q-O: Bayfolan+Composta; T3 O: Phytotron+Composta; T4 O: HumiExtra+Composta.

3.2.2. Caracterización del Suelo del huerto San José Colegio de Postgraduados

La textura del suelo es un migajón arcillo-arenosa, densidad aparente de 1.57 g cm^{-3} , conductividad eléctrica de 0.78 dSm^{-1} , pH de 6.7 y 7.7 % en promedio de materia orgánica en los primeros 30 cm de profundidad para el suelo tratado con abonos orgánicos y cubierta orgánica, y para el suelo tratado químicamente y sin cubierta orgánica en promedio, posee un 3.41% de materia orgánica sin pendiente apreciable (Cuadro 8).

Cuadro 8. Fertilidad del suelo en el sitio experimental (2015).

Tratamiento	pH	CE	M.O. (%)	N (%)	P (ppm)	K	Ca
Con cubierta	7.3	0.38	7.62	0.37	84.12	4.46	19.65
Sin cubierta	7.5	0.25	3.46	0.17	36.0	2.12	11.67

3.3. Análisis de agua de riego

Se tomó una muestra de agua de riego a la salida del pozo, fue analizada en los laboratorios del Grupo Integral de Servicios Fitosanitarios (GISENA) ubicados en calle Emiliano Zapata No. 10, San Luis Huexotla, Texcoco, Estado de México. Los resultados del análisis se muestran en el (Cuadro 9).

Cuadro 9. Calidad del agua de riego.

pH	CE	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	NH ₄ ⁺	B	Cl ⁻	CO ⁻³	HCO ³⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻
	ds m ⁻¹			meq L ⁻¹			mg L ⁻¹				meq L ⁻¹		
6.74	0.645	4.13	1.45	0.29	2.64	5.25	0.19	9	0	1.8	2.83	0	0.57

3.4. Material vegetal

La investigación se realizó en un huerto de árboles de ciruelo japonés “Methley” de 22 años de edad, injertados sobre ciruelo “Mirobolano” (*Prunus cerasifera* L.), plantado a 4 m de distancia entre árboles y 4 m entre hileras (625 árboles por hectárea), conducidos en un sistema tatura modificado con orientación norte-sur. Entre árboles existe una cubierta permanente de pastos nativos de zacate grama (*Cynodon dactylon* L. Pers.) y Kikuyo (*Penisetum clandestinum* Hotchs.), que se poda mecánicamente.

El árbol de ciruelo japonés pertenece a la especie *Prunus salicina*. Lind, que se caracteriza por tener la pulpa adherida al hueso. El cultivar Methley está considerado como de bajo requerimiento de frío con 300 UF y de poca sensibilidad al calor en floración, es de producción temprana, con floración en febrero y producción en mayo, autopolinizable,

frutos redondos de 3 cm de diámetro, de color externo entre rosado y rojo, con pulpa roja y sabor dulce, pero ácida en la proximidad de la semilla (ASERCA, 2001). En el lugar experimental la brotación floral para el 2013 inició el día 20 de febrero y para el 2014 inició el día 16 de febrero.

3.5. Diseño experimental

El diseño experimental fue un diseño completamente aleatorio, cuyo factor de variación fueron tratamientos de nutrición, con 6 repeticiones y un árbol como unidad experimental. El modelo estadístico para el diseño es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

$i = 1, 2, \dots, t$; $j = 1, 2, \dots, r$; $t =$ número de tratamientos, $r =$ número de repeticiones (Cada tratamiento tiene r repeticiones, por lo tanto es balanceado).

Y_{ij} = valor de la variable respuesta (VR) correspondiente al tratamiento i en su repetición j .

μ = media general.

T_i = efecto del tratamiento i

E_{ij} = error experimental correspondiente al tratamiento i en su repetición j .

3.6. Tratamientos

El experimento se estableció durante el ciclo de producción de 2013-2015, dando continuidad a cuatro tratamientos de nutrición, que fueron aplicados vía follaje y al suelo, en el Cuadro 10, se describen las características de los tratamientos. Las aplicaciones foliares que forman parte de los tratamientos se hicieron cada mes (de marzo-agosto), por la mañana, mediante una aspersora manual de 15 Litros de capacidad y una varilla aspersora de 2.0 m de longitud, hasta llegar al punto de goteo, el cual se alcanzó con 5.0 a 6.5 L de solución por árbol.

Las preparaciones de fertilizante foliar se ajustaron a un pH de 6 a 7 con un acidificante (Dap), con una dosis de 1 a 1.5 mL L⁻¹. Los fertilizantes químicos al suelo, para el 2013, se aplicaron durante el desarrollo de fruto y postcosecha, que correspondió a los meses de marzo a julio; para el 2014, se aplicaron durante los meses de marzo, mayo y julio, (brotación, desarrollo de fruto y postcosecha, respectivamente), bajo condición húmeda del

suelo e incorporados en un área de 6.0 m² que permaneció libre de malezas; la dosis de fertilización usada fue la 85-09-65 kg ha⁻¹, determinada por la extracción anual de nutrimentos en ciruelo.

La composta empleada en el presente estudio fue a base de estiércol bovino y alfalfa, la cual fue aplicada a los tratamientos orgánicos (T3 y T4) y al tratamiento orgánico/mineral (T2) que constaban de una cubierta orgánica. Dicha cubierta fue levantada para poder aplicar la composta, de la cual se aplicaron 3.924 kg por árbol, cubriendo los 6 m² de área ocupada de cada árbol, aplicada antes de sucederse el flujo de crecimiento radical, hasta postcosecha lo que corresponde a los meses de febrero-junio (solo una vez por mes), la composta a diferencia de los fertilizantes químicos que se comenzaron a aplicar en marzo, tuvo que aplicarse en el mes de febrero para sincronizarla con la activación de un flujo de crecimiento de raíz, y se diera el tiempo para mineralización y absorción.

Cuadro 10. Tratamientos de fertilización inorgánica, orgánica/inorgánica y orgánica, foliar y al suelo en ciruelo japonés "Methley"

Tratamiento	Producto Comercial	Dosis	Aplicación
1- Inorgánico	Bayfolan	10 mL L ⁻¹	Foliar
	Urea	16.5 g m ² año ⁻¹	Al Suelo
	Sulfato De Potasio	11.2 g m ² año ⁻¹	Al Suelo
	Nitrofoska	6.0 g m ² año ⁻¹	Al Suelo
2- Orgánico- Inorgánico	Bayfolan	10 mL L ⁻¹	Foliar
	Composta	654 g m ⁻² año ⁻¹	Al Suelo
3- Orgánico	Phytotron	3.0 g L ⁻¹	Foliar
	Composta	654 g m ² año ⁻¹	Al Suelo
4 -Orgánico	HumiExtra	2.0 mL L ⁻¹	Foliar
	Composta	654 g m ² año ⁻¹	Al Suelo

3.7. Manejo del huerto

Las aplicaciones de tratamientos, así como el manejo del huerto para evaluar el efecto sobre la productividad, rendimiento y calidad de fruta, es una continuación de más de diez años de aplicaciones de los tratamientos antes descritos. En seguida se describen las prácticas de manejo del huerto de ciruelo japonés:

3.7.1. Poda: se realizó una poda de invierno, (febrero), para los ciclos de producción 2013 y 2014; se podaron brotes, se eliminaron chupones y las ramas mal formadas manteniendo sobre todo la conducción tatura.

3.7.2. Riego: la humedad de suelo se determinó mediante un sensor de humedad Theta probe tipo MLX2 (Moisture Meter) (Delta T Devices CAMBRIDGE ENGLAND), se registró de manera semanal del 21 de agosto del 2014 al 3 de julio del 2015 a una profundidad de 30 cm y a una distancia de 100 cm del tronco.

Para poder utilizar el sensor se realizó una calibración para el suelo donde está ubicado el huerto experimental, esto se llevó a cabo tomando una muestra de suelo en el bulbo de humedad, posteriormente esa muestra de suelo se llevó al laboratorio, donde la muestra se secó hasta peso constante.

Luego de este procedimiento, se utilizó un litro de suelo y 500 mL de agua, los cuales se incorporaron al suelo, y se dejó reposando con el agua vertida durante 30 min, para luego colarlo y así poder determinar el contenido de agua que retuvo. Mediante este procedimiento se realizó una curva de calibración para el suelo del huerto experimental, los valores para monitorear la humedad de suelo, en ambos tratamientos fueron expresados en metros cúbicos ($m^3 m^{-3}$) y milivolts (mv).

3.7.3. Manejo del suelo: Los espacios entre las hileras de los árboles permanecieron siempre con cubierta vegetal nativa de zacate grama (*Cynodon dactylon* L.) y Kikuyo (*Penisetum clandestinum* H.), los cuales fueron podados mecánicamente, cuando el pasto alcanzó una altura de aproximadamente 15 cm. Las hileras de los árboles para los tratamientos químico-orgánico (T2) orgánico (T3), orgánico (T4), se mantuvieron con cubierta (residuos de poda y pasto) con un espesor de 20 cm aproximadamente; el tratamiento químico (T1), siempre permaneció sin cubierta (manejo convencional).

Para efectos de análisis de nutrientes en el suelo y humedad, este se dividió en dos tratamientos, tratamiento Sin cubierta (SC), que solo incluía al tratamiento fertilizado químicamente y que permaneció sin cubierta, y tratamiento (CCt), el cual incluía a los tratamientos 2, 3 y 4 los cuales fueron fertilizados orgánicamente y permanecieron con cubierta. De igual forma, se monitoreó la temperatura del suelo con cubierta (orgánicos) y sin cubierta (químico), a una profundidad de 30 cm con un geotermómetro.

3.7.4. Fertilización: los fertilizantes se aplicaron al suelo de manera manual, al igual que la composta, el fertilizante foliar, fue aplicado mediante una mochila aspersora descrita anteriormente, aplicándose durante brotación, desarrollo de fruto y postcosecha.

3.7.5. Control de plagas y enfermedades: no se realizó control de plagas y enfermedades, dada su baja incidencia durante el ciclo de producción, la única enfermedad que ataca a los árboles es la Roya (*Tranzschelia pruni spinosae*), cuando el árbol está entrando en letargo.

3.7.6. Cosecha: se efectuó manualmente cuando los frutos alcanzaron su madurez fisiológica.

3.8 Variables estudiadas

3.8.1 Análisis físico químico de suelo

Se tomaron ocho muestras de suelo, cuatro para tratamiento 1(sin cubierta) y cuatro para tratamientos orgánicos (con cubierta). Se tomaron a una profundidad de 30 cm, y 1 m de distancia del tronco; fueron tomadas 2 meses después de la aplicación de tratamientos (agosto) para el ciclo 2014 y 2015, respectivamente. Posteriormente, las muestras se pasaron por un tamiz del número 30 y fueron llevadas al laboratorio de fertilidad de suelos para su análisis físico químico. Para el análisis estadístico de esta variable se dividió el suelo en dos tratamientos, SC que incluía al T1sin cubierta y fertilizado químicamente, y el CCt, que incluía a todos los tratamientos con cubierta y fertilizados con composta.

3.8.2. Diámetro del tronco.

El diámetro de tronco se midió una vez por ciclo, después de la brotación que ocurre en marzo. Se midió el diámetro (cm) a cada una de las unidades experimentales (árbol) (24 U.E.), a una altura de 30 cm de la base del tronco, con una cinta métrica flexible.

3.8.3. Peso específico de la hoja

Esta variable se determinó antes de la cosecha; en 2013 y 2014 se realizó a principios de mayo. Se seleccionaron 20 hojas completamente desarrolladas y sanas de la parte media de los brotes, localizados en los cuatro puntos cardinales, por árbol; se determinó el área foliar (cm²) con un integrador LICOR-300 y el peso seco de hojas (g) con una balanza digital modelo EY-2200. El peso específico (g cm⁻²) se obtuvo dividiendo el peso seco de la hoja entre el área de la misma.

3.8.4. Rendimiento: cosechados los frutos, se pesaron en una balanza (tipo reloj), para obtener kilogramos de fruta por árbol; posteriormente, se calcularon los árboles por

hectárea (densidad de plantación establecida en el huerto experimental) y se procedió con el cálculo de toneladas por hectárea por tratamiento, para ambos ciclos.

3.8.5. Productividad: la productividad se determinó calculando el área de la sección transversal de tronco (STT) de cada árbol de ciruelo japonés; dicho cálculo, se realizó de la siguiente forma: Se asumió que el crecimiento vegetativo y el rendimiento de los árboles frutales, es proporcional a la circunferencia del tronco, de tal forma que la conversión del perímetro del tronco en su correspondiente sección transversal, permite estimar el rendimiento potencial de cada árbol mejor que cualquier ecuación (Westwood, 1982). Con los datos del diámetro final del tronco (DFT), se calculó el radio (r), dividiendo el DFT entre 2 y elevándolo al cuadrado, para finalmente multiplicarlo por 3.1416, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$ATT = \pi r^2$$

Dónde:

3.1416 es la constante Pi (π).

r es el radio de la circunferencia del tronco.

Para obtener la productividad por árbol (PA), se dividió el peso de fruta acumulada por árbol/ el área de la STT, utilizando la siguiente ecuación:

$$PA = \text{kilogramos de fruta} / \text{Área de la STT}$$

3.8.6. Porcentaje de caída de frutos: Pasando la floración y una vez amarrados los frutos, se seleccionaron dos ramas por unidad experimental, contabilizando el número de frutos por ramas cada 8 días hasta la cosecha, para monitorear el porcentaje de caída de fruto en los tratamientos. El porcentaje se determinó con el primer conteo de frutos, que es el 100% de frutos amarrados, una vez terminados los conteos se obtuvo el porcentaje de caída de frutos por diferencia.

3.8.7. Concentración nutrimental de hojas y frutos

Se determinó la concentración de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, y Mn en hojas después de la cosecha. Se seleccionaron 20 hojas maduras y sanas de la parte media de ramas, seleccionadas al azar, tomando en cuenta los cuatro puntos cardinales; las muestras se tomaron en la parte media del árbol.

Posteriormente, fueron llevadas al laboratorio, donde fueron lavadas con agua destilada y, por último, enjuagadas con agua desionizada, para luego ponerlas a secar al ambiente y después, someterlas a secado a 70°C durante 72 horas. Una vez secas las muestras, se molieron para posteriormente digerirlas. Para determinar N (mg g^{-1}), se utilizó el método Microkjeldahl (Chapman y Pratt, 1981), P por colorimetría, K por emisión atómica, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, y Mn por absorción atómica con un espectrofotómetro marca GBC, modelo SAVANTA PM, serie FTSLPA06 (Alcántar y Sandoval, 1999).

Para el caso de frutos, se seleccionaron tres por repetición, tomando un total de 4 repeticiones por tratamiento; los frutos fueron elegidos con base en su sanidad y sin ninguna magulladura; posteriormente, fueron lavados con agua potable y enjuagados con agua destilada, procediéndose a separar sus diferentes componentes, cáscara, pulpa y semilla; a continuación, fueron llevados a la estufa a 70°C durante 72 horas, para después macerarlos en un mortero de porcelana y pasar a su digestión; para determinar nitrógeno se utilizó el método de Microkjeldahl, y para fósforo, colorimetría; y, para determinar Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, y Mn, se utilizó el método de absorción atómica, con un espectrofotómetro marca GBC, modelo SAVANTA PM, serie FTSLPA06 (Alcántar y Sandoval, 1999).

3.9. Calidad

3.9.1. Peso de fruto: se seleccionaron 28 frutos sanos al azar por unidad experimental y se pesaron en una balanza EY-2200.

3.9.2. Tamaño de fruto: de los 28 frutos sanos seleccionados al azar para la variable peso de fruto, se seleccionaron tres frutos por unidad experimental y se les midió el diámetro polar y ecuatorial en madurez fisiológica y madurez de consumo en milímetros, con un vernier digital Truper.

3.9.3. Acidez titulable: se obtuvo el jugo de cinco frutos para formar una muestra compuesta por árbol y se evaluaron un total de cinco muestras por árbol. Las determinaciones se realizaron de acuerdo con el método de AOAC (1990). Se tomó una alícuota de 5 mL por repetición o muestra compuesta, a los que se agregaron 3 gotas de fenolftaleína; posteriormente, se tituló con hidróxido de sodio al 0.1 N, hasta obtener un cambio de color. Con los datos obtenidos de hidróxido gastado, se calculó el porcentaje de acidez con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ ácido málico} = \frac{(\text{mL Na OH gastados})(N \text{ NaOH})(\text{meq. del ác.})}{\text{Alícuota}} \times 100$$

Dónde:

meq. del ác. = miliequivalente del ácido málico (ácido que se encuentra presente en la mayoría de las frutas, en manzana, cerezas, uva, ciruelas, etc., y se toma como base en ciruelo para realizar la titulación de la acidez).

N NaOH = Normalidad del hidróxido de sodio (0.1 N).

3.9.4. Sólidos solubles totales:

Se determinaron en ° Brix, por medio de un refractómetro digital manual, marca ATAGO PR-100 con escala de 0 – 32% con base a la metodología de la AOAC (1990). Se obtuvo el jugo de tres frutos para formar una repetición y, se analizaron en total, tres repeticiones por árbol, colocando de una a tres gotas del jugo de cada repetición en la pantalla del sensor, obteniendo así, el valor en °Brix.

3.9.5. pH

Del jugo utilizado para sólidos solubles totales, se tomó una muestra y se vertió en frascos para determinar el pH mediante un pH-metro marca HANNA HI 9124.

3.9.6. Análisis de datos

Todas las variables se analizaron en el paquete estadístico SAS 9.4, utilizando el procedimiento Glimmix; se realizaron transformaciones logarítmicas de base natural (\log^e), y raíz cuadrada, además de utilizar como covariable raíz total de 0-20 cm de profundidad; para las variables, productividad, rendimiento (2014-2015), porcentaje de caída de fruta (2014), número de frutos por árbol (2015); N, Mg y Zn en follaje (2014), K y Ca follaje (2015) se utilizó la transformación (\log^e), y para las variables N en follaje (2015), P, Zn y Mg fruto (2014) se utilizó raíz cuadrada.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto del manejo de suelo con cubierta y sin cubierta orgánica sobre la humedad del suelo.

En el Cuadro 11 se presenta los resultados de los datos de la humedad del suelo. Los resultados muestran que el 100% de humedad del suelo y por consiguiente la capacidad de campo está expresada en los valores de 0.415 m³ m⁻³ y 905 (90.5%) mv, el punto de marchitamiento permanente se encuentra en los valores 0.043 m³ m⁻³ y 167 (16.7%) mv. Los tratamientos de manejo de suelo sin cubierta y con cubierta orgánica muestran diferencias en cuanto al contenido de humedad lo cual podemos observar en la Figura 5.

Cuadro 11. Porcentaje de humedad de suelo^z en el huerto de ciruelo japonés cv Methley

Porcentaje	m³ m⁻³	mv
100%	0.415	905
75%	0.412	901
50%	0.164	423
25%	0.043	167

^z Profundidad de muestreo 30cm, m³ m⁻³ expresa volumen/volumen. mv representa milivolts.

El tratamiento con cubierta se mantuvo siempre cercano a capacidad de campo, aún, en épocas donde no hubo precipitación y con temperaturas elevadas. No obstante, el tratamiento sin cubierta puede observarse que para los meses de febrero a marzo llegaba a punto de marchitez permanente.

Al respecto Gonzalo, (2009) menciona que las cubiertas orgánicas redujeron drásticamente las tasas de evaporación y mantuvieron una humedad del suelo mayor que la del suelo desnudo, esto pudo haber sucedido en el presente experimento, aunque no se midió la tasa de evaporación, la cubierta orgánica a base de residuos de poda y pasto nativo, propició que en todo el ciclo de producción hubiese una humedad cercana a capacidad de campo con respecto al suelo sin cubierta.

Turney y Menge (1994) concluyen que las cubiertas orgánicas favorecen la conservación de la humedad del suelo, teniendo otros beneficios tales como la disminución de la escorrentía

superficial y la erosión del suelo y aumenta la permeabilidad y la capacidad de retención de agua del suelo.

En la literatura se ha observado el beneficio de las cubiertas orgánicas en la respuesta a la humedad del suelo en vid (*Vitis vinífera* L.). Stewart (2005) observó un mayor contenido de humedad del suelo con cubierta que sin cubierta. De igual forma Nguyen *et al.*, (2013) en vid (*Vitis vinífera* L.) evaluaron un tratamiento con cubierta orgánica y se concluyó que mantenía la humedad del suelo al menos en 10 cm de profundidad en temporadas de lluvias o de secas.

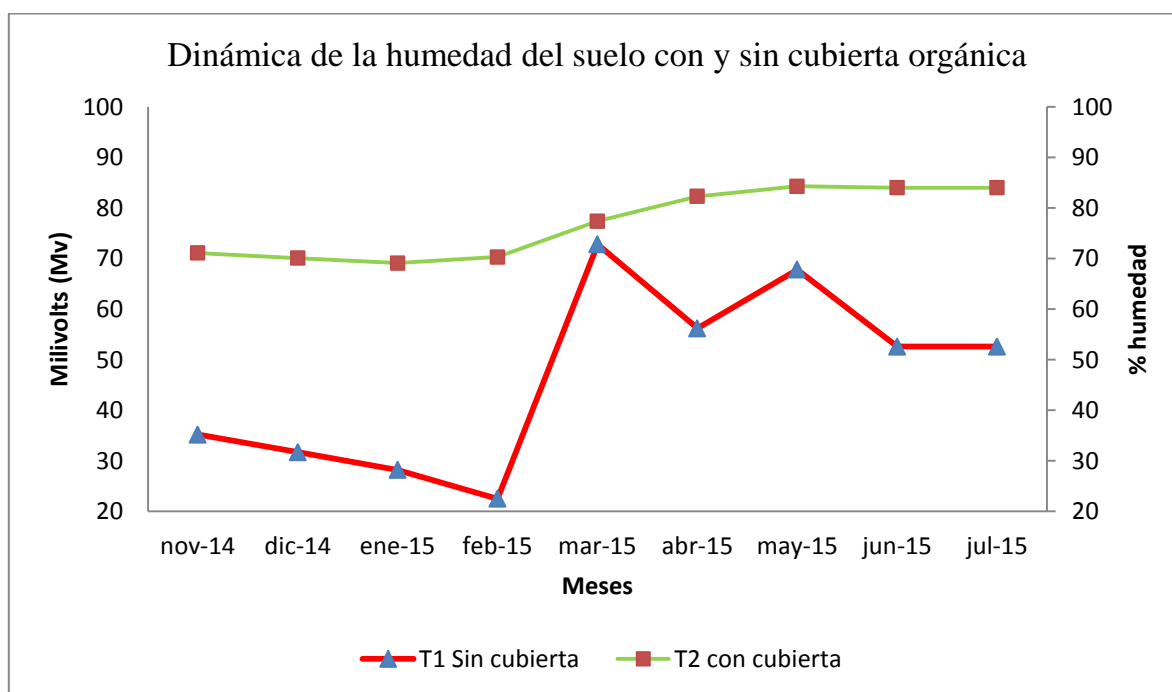


Figura 5. Comportamiento de la humedad de suelo en ambos tratamientos con cubierta y sin cubierta del huerto de ciruelo cv. Methley.

Por otra parte, Parra *et al.*, (2002), indicaron que el uso de cubiertas plásticas permitió un ahorro de agua del 48% en manzano (*Malus domestica* Borkh) cv. Golden Delicious. Ibáñez *et al.*, (2000) mencionan que la humedad del suelo siempre estuvo arriba de capacidad de campo, utilizando cubiertas a base de estiércol bovino y en condiciones de riego en manzano (*Malus domestica* Borkh) cv. Agua nueva II.

Es por esto que uno de los beneficios sustentables de este tipo de manejo del suelo de huerto es la prevención de la evaporación del agua (Becerril *et al.*, 2004) manteniendo así la humedad y reduciendo el gasto de agua de riego.

4.2 Efecto de los tratamientos de nutrición orgánica y química sobre las condiciones físicas y químicas del suelo.

En el ciclo de producción 2014, los resultados demostraron diferencias significativas para M.O, N, P, K, Ca, Fe, Cu, Zn y Mn, siendo siempre el suelo bajo tratamiento CCt el que mejor atributos físicos y químicos presentó. Para el siguiente ciclo de producción 2015, solo se encontraron diferencias significativas para M.O., N, Ca y Zn.

En cuanto al pH del suelo muchos son los factores que lo afectan, además de la precipitación y la actividad enzimática de la biomasa microbiana. La fertilización juega un papel importante en el pH del suelo, esta práctica puede alterarlo o modificarlo. En el presente estudio, el tratamiento SC (suelo sin cubierta) para 2014 fue de 7.67 ligeramente alcalino, sin embargo, para 2015 el pH fue de 7.42 neutro (Cuadro 12). Esto puede deberse particularmente a la adición de urea que en un principio se observa un comportamiento básico debido a que la amida pasa a carbonato amónico, sin embargo, el comportamiento final de la urea es de carácter ácido. Bajo este mismo contexto, la incorporación de Nitrofoska que contiene como elemento secundario 5% de calcio, pudo haber tenido un efecto de basificante a neutro debido al contenido de calcio y por esto se presentó esta disminución en el pH.

Para el caso de la conductividad eléctrica (CE) (Cuadro 12), se incrementó para tratamiento SC de 0.08 en 2014 a 0.42 para 2015, particularmente se sabe que un suelo sin cubierta el agua que se riega se evapora más rápido que otro con cubierta, lo que trae como consecuencia riegos continuos seguidos de evaporación y sequía, lo cual puede contribuir con la acumulación de sales y que pudo haberse presentado en este estudio.

Particularmente el tratamiento CCt, constaron de aplicaciones de composta los cuales presentan mejores condiciones físicas y químicas, el contenido de materia orgánica fue mayor bajo los tratamientos orgánicos con cubierta (Cuadro 12), que en el convencional sin cubierta, esto se debe al aporte de materia orgánica de la composta aplicada, así como de la cubierta orgánica, a base de residuos de podas y pasto nativo. Al respecto, Acuña *et al.*,

(2006) destaca que al incorporar compost o lombricomposta las propiedades químicas se ven favorecidas además de altos contenidos de M.O., condiciones que se evidenciaron en el suelo del huerto de ciruelo japonés.

Con respecto a nitrógeno (Cuadro 12), Orozco *et al.*, (2011) mencionan que en mora (*Rubus adenotrichus*), con la aplicación de composta y lombricomposta al suelo, el nitrógeno se incrementa dramáticamente con respecto al testigo sin abono, en nuestro caso el nitrógeno se incrementó en el suelo donde se aplicó la composta y el incremento de este elemento puede deberse como lo menciona Orozco *et al.*, (2012) que al incrementarse los valores de pH de los suelos, se promueva una mayor actividad de las bacterias que transforman el N orgánico a inorgánico. Esto se vio reflejado en el contenido de nitrógeno en follaje para árboles de ciruelo tratados con los tratamientos 3 y 4 (orgánicos) lo que confirma que, en estos tratamientos, los abonos orgánicos aplicados al suelo y la cubierta influyeron en el contenido nutricional del árbol de ciruelo así como del fruto.

Asimismo, el contenido de P en el suelo del huerto de ciruelo tratado con CCt fue superior al tratado con fertilizantes químicos SC (Cuadro 12), Orozco *et al.*, (2012) en mora (*Rubus adenotrichus*), mencionan que el P total en el suelo se incrementó con aplicaciones de composta. Para los dos ciclos de producción 2014 y 2015 de acuerdo con Benton, (1991) el contenido de P en follaje fue alto, esto refleja el contenido de P en el suelo. Los tratamientos orgánicos aplicados al suelo en el huerto de ciruelo promovieron que se incrementara la tasa de mineralización de la M. O., lo que provocó una alta disponibilidad de este nutrimento. Nuestros resultados obtenidos en ciruelo concuerdan con los obtenidos por Peter *et al.*, (2009), quienes, al usar composta en manzano, incrementaron el contenido de materia orgánica y la disponibilidad de N y P.

Con respecto a K, Ca y Mg, para el ciclo de producción 2014, se presentaron diferencias significativas en el incremento de estos, sobre todo en los tratamientos orgánicos (CCt), el efecto de las aplicaciones de composta y la mineralización de la cubierta propiciaron un aumento de estas bases en el suelo (Cuadro 12). Los resultados obtenidos en las concentraciones de K, Ca y Mg por efecto de los abonos orgánicos coinciden con los logrados por Bulluck *et al.*, (2002) y Tambone *et al.*, 2007 al estudiar el efecto de abonos orgánicos en sistemas alternativos de producción, así como con los de Solórzano *et al.*,

(1996) al evaluar abonos orgánicos en el cultivo de la mora y los obtenidos por Durán y Henríquez (2010) al valorar el efecto del Vermicomposta en cuatro proporciones (25,50,75 y 100%) en un suelo Andisol y un Ultisol en condiciones de invernadero.

Para el ciclo de producción 2015 (Cuadro 12) solo se presentaron diferencias significativas para M.O., N, y Ca. Es posible que para este ciclo de producción por efectos de las aplicaciones hechas a los tratamientos químicos y orgánicos no se presentara la misma tendencia que el ciclo anterior, sin embargo, cabe mencionar que con respecto a Ca la tendencia se sigue sobre todo por las aplicaciones de la composta la cual suple (12.86 % de Ca) caso contrario que no se aporta este elemento con la Nitrofoska, Fosfonitrato y Urea en las aplicaciones a los tratamientos químicos lo cual pudo haber dado lugar a las diferencias en el suelo de este elemento.

Con respecto a los micronutrientes para 2014 (Cuadro 12), se presentaron diferencias significativas de Fe, Cu Zn, y Mn a favor de los tratamientos orgánicos (CCt), esto se debe en partes a las aplicaciones de composta y a la mineralización de la cubierta orgánica, puesto que la composta está aportando (Fe 74.04 ppm, Cu 3.74 ppm, Zn 15.84 ppm, Mn 21.34 ppm.), estas diferencias, como se mencionó antes, pueden ser debidas a que los fertilizantes utilizados para el tratamiento químico no suplían ningún tipo de micronutriente, con excepción de la Nitrofoska que incorporaba Fe y Zn pero en cantidades muy pequeñas. Al respecto Carey *et al.* (2009), en un huerto de Kiwi (*Actinidia chinensis*) manejado orgánicamente, el contenido de micronutrientes se ve favorecido.

Cuadro 12. Efecto de nutrición en las características físico químicas del suelo con cubierta y sin cubierta, del huerto de ciruelo japonés “Methley”.

Características físico químico del suelo 2014								
Trt ^z	pH	CE ^y	M.O. (%)	N* (%)	P (ppm.)	K ← ← ← meq/100g → → →	Ca	Mg
SC	7.67a	0.08a	2.82b	0.14b	22b	1.65b	8.35b	6.70 a
CCt	7.37a	0.32a	5.70a ^x	0.28a	69a	4.95a	12.6a	7.92 a
Características físico químico del suelo 2015								
SC	7.42a	0.42a	4.10b	0.20b	50.00 a	2.60a	15.00b	7.52 a
CCt	7.30a	0.45a	9.55a	0.47a	99.25 a	3.97a	26.70a	9.07 a
micronutrientes 2014								
	Fe	Cu ← ← ← ← ppm → → → →			Zn	Mn		
SC	11.75b	0.27b			2.95b	20.75b		
CCt	17.75a	0.77a			7.72a	27.50a		
micronutrientes 2015								
SC	16.75a	0.77 a			5.55b	19.50 a		
CCt	22.75a	1.07 a			20.3 ^a	21.25 a		

^z Trt: Tratamiento, SC: Sin cubierta; CCt: Con cubierta; ^y dS m⁻¹ (mmhos cm⁻¹); ^x Medias con diferente letra son estadísticamente diferentes (Tukey ≤ 0.05).

4.3 Diámetros y Sección transversal del tronco

En diámetro del tronco se aprecia que no hubo diferencia significativa entre tratamientos, (Cuadro 13). De igual forma, la sección transversal del tronco (STT) para los años de estudio 2014 y 2015 no mostró diferencias significativas entre tratamientos.

Esto puede ser debido a la edad de los árboles, puesto que es una plantación de 25 años de edad, por lo que no presenta marcada diferencia de los efectos de tratamientos en cuanto a vigor y reservas, en ciruelo la plena producción se da en la edad adulta del árbol, acompañado de un crecimiento vegetativo normal, en donde se mantiene una producción continua y estable de frutos, que, según los cuidados esta fase puede durar entre 10 y 40 años Marcón de Ferrer y Ferrer (2016).

Cuadro 13. Efecto de nutrición foliar y al suelo en el Diámetro y Sección transversal del tronco (STT) de ciruelo japonés “Methley”.

Tratamientos	diámetros de tronco (cm)		STT	
	2014	2015	2014	2015
T1 ^z	28.70 a ^y	29.43 a	663.7 a	693.5 a
T2	31.97 a	33.50 a	816.5 a	893.8 a
T3	27.93 a	29.67 a	625.5 a	709.3 a
T4	28.37 a	31.39 a	638.9 a	776.5 a

^zT1: Químico; T2: Químico orgánico; T3: Orgánico-Phytotron; T4: Orgánico-HumiExtra;

^y Medias con diferente letra son estadísticamente diferentes (Tukey \leq 0.05).

Por otra parte, es sabido que cuando los árboles son más jóvenes, la variación entre diámetros de tronco es más marcada según las condiciones de desarrollo que se presenten cada año.

Para 2015, se observó un aumento de la STT para todos los tratamientos, no obstante, en los tratamientos orgánicos fue más acentuado. Al respecto, Arrollo *et al.*, 2013 evaluaron el crecimiento de árboles de ciruelo japonés bajo dos manejos de huerto, convencional y orgánico, y, encontraron que, en los primeros años, los tratamientos orgánicos mostraban STT mayores que los químicos, sin embargo, en años posteriores, los arboles manejados convencionalmente mostraban mejores STT.

Además, hay autores que mencionan que, después de 5 años, las diferencias de vigor entre árboles, pueden deberse a las diferencias de los fertilizantes ocupados, los fertilizantes químicos en chabacano (*Prunus armeniaca* L.) cv Roxana., mostraron arboles más vigorosos (Milosevic *et al.*, 2013).

4.3.1. Peso específico de la hoja

El peso específico de la hoja, ha sido considerado como un índice que correlaciona con el rendimiento de la planta (Watson, 1947). Se puede observar que, no hubo diferencia significativa por efectos de los tratamientos (Cuadro 14), sin embargo, si es notorio un incremento en ambas variables, en el ciclo de producción 2015, lo que garantizo el incremento observado en el rendimiento del ciclo 2015, ya que se puede observar que, hubo un incremento de Área Foliar de 10.44 % en T1 ; 0.42% en T2; 8.38% en T3; y, 0.51% en T4.

Cuadro 14. Efecto de nutrición foliar y al suelo sobre el Área foliar y Peso específico de la hoja de ciruelo japonés “Methley”.

Tratamientos	2014		2015	
	Área foliar total (cm ²)	Peso específico de hoja (g cm ⁻²)	Área foliar total (cm ²)	Peso específico de hoja (g cm ⁻²)
T1 ^z	240.82 a ^y	0.0077 a	268.05 a	0.0046 a
T2	269.36 a	0.0076 a	270.51 a	0.0047 a
T3	256.28 a	0.0074 a	279.74 a	0.0048 a
T4	272.02 a	0.0073 a	303.97 a	0.0051 a

^zT1: Químico; T2: Químico orgánico; T3: Orgánico-Phytotron; T4: Orgánico-HumiExtra; ^yMedias con diferente letra son estadísticamente diferentes (Tukey \leq 0.05).

El área foliar como se mencionaba, es un indicador fotosintético que puede indicar mayor tasa de fotosíntesis y por tanto mayor cantidad de fotosintatos, en el (Cuadro 14), se observa que el área total foliar de 2014 a 2015 se incrementó en todos los tratamientos ensayados, aunque, tratamientos orgánicos, en ambos ciclos de producción, tienden a una mayor área foliar.

Con respecto al peso específico de la hoja (PEH), se menciona que en nogal (*Juglans regia*) disminuye en presencia de frutos (Drossopoulos *et al.*, 1996), esto concuerda con lo encontrado en la presente investigación, dado que, para el año 2015, el PEH disminuye con respecto a 2104, debido a que existió una mayor carga frutal para el ciclo de producción 2015. El PEH, permite evaluar la cantidad relativa de tejido fotosintético y es un indicador de tasa fotosintética (Secor *et al.*, 1982). Es importante mencionar que, al T4 se le aplicaron ácidos húmicos vía foliar y, precisamente, es el tratamiento que mayor área foliar tiene, concordando con Guo *et al.*, (2000), como resultado de la aplicación de los ácidos húmicos (Jian *et al.*, 1998; Tejeda y Gonzales 2003; Narro 1994), confirmando un posible efecto favorable de los ácidos húmicos en fotosíntesis. Es posible entonces como lo demuestran estos autores y la presente investigación, elevar la productividad en términos fotosintéticos, utilizando los tratamientos orgánicos y, en este caso, más concretamente, tratamiento foliar con ácidos húmicos.

4.3.2. Productividad y Rendimiento.

En el (Cuadro 15), se muestran los resultados de Productividad y Rendimiento, los cuales indican que no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos para el ciclo de producción 2014, sin embargo, en 2015 la productividad y el rendimiento incrementaron en proporciones considerables, para el T1 en un 49.62% y 46.33 %, T2 en 58.44% y 56.71%, T3 en 65.18% y 61.33%, y T4, 77.57% y 67.91% respectivamente, asimismo estas variables se correlacionaron de manera positiva (Ver Apéndice cuadro 4A).

Para el ciclo de producción 2015, solamente la productividad presentó diferencias significativas entre tratamientos, siendo el T1 el T3 y el T4 los mejores ($\alpha=0.05$), mientras que el T2 mostro la menor productividad. No obstante, al contrastar el rendimiento obtenido en ambos ciclos de producción, se puede percibir un incremento muy marcado en el rendimiento de los árboles por el efecto de los productos orgánicos aplicados.

Cuadro 15. Efecto de nutrición foliar y al suelo sobre la productividad y rendimiento ciruelo japonés “Methley”.

Tratamientos	2014		2015	
	Productividad (kg cm ⁻²)	Rendimiento (kg árbol ⁻¹)	Productividad (kg cm ⁻²)	Rendimiento (kg árbol ⁻¹)
T1 ^z	0.61 a ^y	18.48 a	1.34 ab	39.88 a
T2	0.48 a	13.66 a	0.77 b	24.30 a
T3	0.88 a	23.04 a	1.36 a ^y	37.55 a
T4	0.84 a	22.70 a	1.07 ab	33.41 a

^zT1: Químico; T2: Químico orgánico; T3: Orgánico-Phytotron; T4: Orgánico-HumiExtra; ^y Medias con diferente letra son estadísticamente diferentes (Tukey ≤ 0.05).

Para el ciclo 2015, el T1 fue más productivo con respecto a los demás. Se puede apreciar, que los tratamientos orgánicos estimulan el mismo efecto en producción y productividad al de los tratamientos fertilizados químicamente, esto implica que en términos de inversión y rentabilidad, es mejor fertilizar con abonos orgánicos, no solo por la igualdad en producción, sino que, además, se garantiza la no contaminación del suelo, y la mejor fertilidad biológica del suelo mismo, según Cao *et al.*, (2008), Dong *et al.*, (2010) y García-Orones *et al.*, (2010), indican que las cubiertas orgánicas (“mulching”), mejoran en gran medida la actividad de los microorganismos del suelo y enriquecen de manera significativa a la biomasa microbiana.

Un estudio realizado por Yuexing *et al.*, (2014), en Manzana (*Malus × domestica* Borkh), probaron cuatro tratamientos de manejo de suelo: 1) *Trifolium repens* L., fue plantado y luego incorporado. 2) rastrojo de maíz picado. 3) cubierta de plástico de color blanco y 4) suelo desnudo durante 5 años. Ellos indicaron que las prácticas de cubiertas indujeron grandes cambios en las comunidades de bacterias del suelo así como en las condiciones físico - químicas del mismo, lo que se correlacionó con un incremento del rendimiento de la planta en los huertos de manzana.

Milosevic *et al.*, (2009), al aplicar estiércol bovino como fuente de fertilización orgánica en arboles de chabacano (*Prunus armeniaca* L.), encontraron que se incrementó la eficiencia del rendimiento.

Nguyen *et al.*, (2013) encontraron que composta a base de residuos de alimentos y cubierta vegetal a base de podas y pastos, aumentó el rendimiento de uva (*Vitis vinifera* L.) sin efectos adversos sobre la calidad, concluyendo que el compost puede ser una fuente alternativa de nutrientes para el desarrollo sostenible del viñedo.

Arroyo *et al.*, 2013, en ciruelo japonés (*Prunus salicina* Lindl), compararon un huerto manejado orgánicamente, el cual constaba de aplicaciones de estiércol animal y cultivos de cobertera como soja (*Glycine max* L.) con un huerto manejado convencionalmente el cual constaba de aplicaciones de N, P y K (11-11-11), evaluaron el rendimiento entre estos y encontraron que la producción es alta bajo manejo convencional comparada con el orgánico. Sin embargo, los mismos datos de Arroyo *et al.*, 2013 no coinciden con la presente investigación dado que los rendimientos aquí presentados en ciruelo japonés “Methley” no son diferentes entre manejo orgánico y manejo químico, cabe señalar que el experimento de estos autores fue en una huerta de reciente establecimiento y con diferentes cultivares de ciruelo japonés (árboles jóvenes). Además las sustancias húmicas que se aplicaron al follaje en el tratamiento orgánico pudieron haber contribuido en el rendimiento y productividad, dado que, probablemente la aplicación foliar de sustancias húmicas mejora la absorción de nutrientes (Stevenson, 1994).

Zandonadi *et al.*, (2010), sugieren que los ácidos húmicos influyen como precursores del óxido nítrico (NO), el cual regula el crecimiento de pelos radicales, lo que resulta en una

mayor absorción de nutrientes, y, posiblemente, ayudasen a la raíz a absorber mejor los nutrientes en ciruelo japonés en el tratamiento orgánico (T4).

Canellas *et al.* (2013) mencionan que las tasas de fotosíntesis se aumentan con la aplicación foliar de sustancias húmicas, lo que sugiere un aumento en los fotosintatos y, por lo tanto, mayor cantidad de carbohidratos, que estarían relacionados con la mayor productividad de la planta. Así, diversos estudios demuestran que se aumenta o se mejora el rendimiento de las plantas cultivadas, con la aplicación de ácidos húmicos. Por ejemplo, en chabacano (*Prunus armeniaca* L.) Fathy *et al.*, (2010), al aplicar al suelo y al follaje ácidos húmicos, encontraron que se aumentó el rendimiento desde 16 a 33%; en Uva (*Vitis vinifera* L.) la pulverización foliar de ácidos húmicos aumentó la calidad de las bayas (anchura y peso, acidez y sólidos solubles (Ferrara y Brunetti, 2010); en melón (*Cucumis melo* L.) aplicando té de compost microbiana enriquecida se mejoró el rendimiento (Naidu *et al.*, 2013); en durazno (*Prunus persica* L.) aplicando ácidos húmicos de productos comerciales vía suelo y foliar se aumentó el rendimiento de fruta hasta en un 80% (Mansour *et al.*, 2013); en fresa (*Fragaria x ananassa* Duch), aplicando lixiviados de vermicomposta y pulverización foliar de ácidos húmicos, se aumentó el rendimiento de fruta de 10 a 14% aplicando los ácidos húmicos de manera foliar (Singh *et al.*, 2010).

La aplicación de productos orgánicos beneficia el crecimiento de la actividad biológica provocando un efecto benéfico en la fertilidad del suelo y, por tanto, de los rendimientos (Gros y Domínguez, 1992). Los materiales orgánicos, como la composta y la cubierta orgánica, contienen elementos como N, P, Mg, Ca, S y micronutrientes, que se mineralizan gradualmente, a través del tiempo, a diferencia de los fertilizantes químicos que se mineralizan a una velocidad más rápida y pueden perderse por lixiviación.

Es por esto que, las reservas nutrimentales del suelo donde se encuentran ubicados los tratamientos orgánicos, tienen un balance adecuado de fertilidad, ya que año con año a través de las cubiertas orgánicas que se incorporan, se liberan nutrientes de manera oportuna y con menos pérdidas que los tratamientos químicos.

Carey *et al.*, (2009) indican que, si bien a largo plazo se puede mejorar la fertilidad del suelo bajo manejo orgánico, huertos orgánicos generalmente producen menos fruta, debido

a las diferencias de los fertilizantes y a la ausencia de reguladores de crecimiento sintéticos. En lo que respecta a los resultados de la presente investigación, se pudo observar que, la mejora en la fertilidad del suelo, se realizó en un año y no se encontraron diferencias significativas a favor de los tratamientos químicos. En la figura 6, se observa la tendencia de la producción durante los ciclos evaluados para cada uno de los tratamientos.

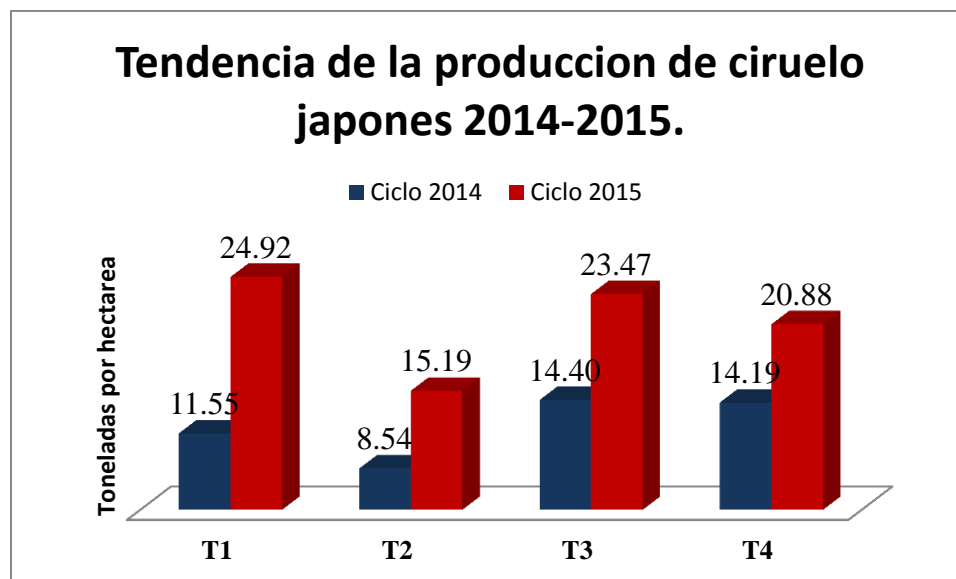


Figura 6. Tendencia de la producción en ciruelo cv. Methley, T1 Químico; T2 Químico orgánico; T3 Orgánico-Phytotron y T4 Orgánico-HumiExtra.

4.3.3. Número de frutos por árbol, peso de fruta y porcentaje de caída de fruta

En cuanto al número de frutos por árbol (Cuadro 16), el análisis de varianza realizado mostró que no hubo diferencias significativas para ambos ciclos sin embargo, para el 2014 el tratamiento T4 seguido por el T3 muestran una mayor carga de fruta con respecto a T1 y T2, no obstante que no hay diferencias significativas.

Cabe mencionar, como se ha venido comentando, que la aplicación de sustancias húmicas en los tratamientos orgánicos, pudieron haber contribuido a un mayor amarre de fruta como lo menciona Hernández (2011), que al aplicar ácidos húmicos se incrementó el número de frutos en chile manzano (*Capsicum pubescens* Ruiz & Pav).

Los efectos positivos de las sustancias húmicas, estimulan el desarrollo de plantas (Félix *et al.*, 2008), los ácidos húmicos tienen la capacidad de activar los procesos bioquímicos de plantas, como la respiración y fotosíntesis, incrementando el contenido de clorofila, así

como también, el crecimiento de organismos del suelo, desarrollo de raíces, calidad y aumento en el rendimiento de muchas plantas (Aganga *et al.*, 2003).

Para el 2015, la tendencia fue similar, esta ocasión, la carga frutal mayor fue para el T3 seguido del T1. El T3, constaba de aplicaciones de derivados de algas marinas, por lo que se le atribuye mayor carga frutal al efecto de estos derivados, debido, posiblemente, a que las algas marinas contienen: todos los macro y micronutrientes, que necesitan las plantas además de 27 sustancias naturales reportadas hasta ahora, cuyos efectos son similares a los de los reguladores de crecimiento de las plantas (Blaine *et al.*, 1990; Crouch y Van Staden 1992).

Las diferencias en carga de fruta, no fueron significativas, cabe mencionar, que a pesar de no haberse encontrado diferencias en número de frutos por árbol, si se obtuvo un incremento un incremento en cuanto a carga frutal, para el ciclo 2015, por efecto de los tratamientos (Cuadro 16).

Cuadro 16. Efecto de nutrición foliar y al suelo en el número de frutos por árbol, peso de fruto y porcentaje de caída de fruta en ciruelo japonés “Methley”.

Tratamientos	2014			2015		
	Número de frutos por árbol	Peso promedio de fruto (g)	Caída de fruta (%)	Número de frutos por árbol	Peso promedio de fruto (g)	Caída de fruta (%)
T1 ^z	625 a ^y	28.80 a	4.8 a	1387 a	30.02 a	11.0 a
T2	474 a	28.87 a	5.6 a	883 a	28.21 a	8.0 a
T3	788 a	29.07 a	4.0 a	1487 a	28.24 a	14.0 a
T4	812 a	27.99 a	2.1 a	1030 a	31.90 a	6.0 a

^zT1: Químico; T2: Químico orgánico; T3: Orgánico-Phytotron; T4: Orgánico-HumiExtra; ^y Medias con diferente letra son estadísticamente diferentes (Tukey \leq 0.05).

Para la variable peso de fruto, no hubo diferencias significativas en ambos ciclos, no obstante, se presentó un incremento del 4% para el T1 en el ciclo 2015 y del 12% en el T4 en el ciclo 2014. El desarrollo de frutos es una de las etapas fenológicas más significativas, la cual es afectada por la temperatura, precipitación y sobretodo la humedad del suelo (Aubert y Lossois, 1972), se reporta para ciruelo japonés que en condiciones de clima

templado, se requiere una precipitación anual de no menos de 700 mm anuales para cubrir sus necesidades fenológicas (Calvo, 2009).

En el presente experimento las condiciones de precipitación anual fueron de 921.5 mm en 2014 y de 760 mm anuales en 2015, esta precipitación que se presentó en ambos ciclos de producción, pudo haber influenciado un óptimo desarrollo de fruto en el huerto de ciruelo, sobretodo en el T4 que estuvo bajo cubierta orgánica, la humedad de suelo en este tratamiento, en la etapa de desarrollo de fruto, que ocurrió del 13 de marzo al 12 de mayo, fue del 88 % de humedad, lo cual puede explicar el aumento en 12 % del peso de fruta.

Los tratamientos 2 y 3 se mantuvieron casi igual en ambos ciclos, lo que podría ser el resultado de la cubierta orgánica aplicada a estos tratamientos, debido a que esta práctica de manejo de suelo, propicia un contenido de humedad óptimo, imprescindible en el desarrollo de fruto, los frutos están conformados por 85 % de agua, por lo que el contenido de humedad en el suelo es de vital importancia.

En uva (*Vitis vinifera*) Nguyen *et al.*, (2013) encontraron que al utilizar cubiertas orgánicas a base de pasto y residuos de poda, el peso de bayas se vio mejorado, además, y, retomando resultados de la presente investigación, en lo que respecta al T4, la suma del efecto de la cubierta orgánica junto con la aplicación de ácidos húmicos al follaje, propiciaría un mejor desarrollo y peso de fruto (Hernández, 2011).

Marzouk *et al.*, (2011) mencionan que estiércol de pollo y estiércol de vaca aplicados al suelo incrementan el peso de la palma datilera (*Phoenix dactylifera* L.), lo que concuerda con los datos que presentamos.

Sin embargo, en manzana (*Malus domestica* Borkh.) Peter *et al.*, (2013) evaluando el manejo de huertos orgánicos y convencionales, comparó el tamaño de fruta y encontró que los frutos de manzana producidos convencionalmente, se encontraban en la primeras categorías de tamaño 1 y 2, no obstante el tamaño de fruta no tuvo diferencias significativas con respecto al manejo orgánico. Por otra parte, en chabacano (*Prunus armeniaca* L.) cv “Roxana” Milosevic *et al.*, (2013) encontraron que al utilizar fertilizantes químicos, el tamaño de fruto se vio aumentado con respecto a los frutos fertilizados con estiércol bovino.

Sud y Bhutani, (1994) y Radi *et al.*, (2003) indicaron que al aumentar dosis de nitrógeno, se aumenta el tamaño de fruto en chabacano (*Prunus armeniaca* L.), no obstante hay autores que indican que el tamaño de fruto no se afecta por la acción de altas tasas de nitrógeno, más bien, las diferencias vendrían dadas por factores climáticos, cultivar (genotipo), portainjerto, métodos de poda y edad del árbol (Wociór *et al.*, 2011).

Nguyen *et al.*, (2013), en Vid (*Vitis vinifera* L.) evaluaron el efecto del compost en algunos componentes de calidad de fruta y encontraron que las cubiertas aplicadas al suelo, junto con composta, aumentó en floración, la fotosíntesis por planta, tamaño y peso de bayas. En Fresa (*Fragaria × ananassa*), Conti *et al.*, (2014), encontraron que, si bien las plantas de fresa cultivadas convencionalmente producían un 50 % más, con respecto de las orgánicas, el tamaño de fruta que producían plantas de fresa orgánica era mayor y tenían mayor peso, lo que fue reportado también por Baruzzi *et al.*, (2009).

Por otra parte, Marzouk *et al.*, 2011, mencionan que al aplicar estiércol de pollo y/o estiércol bovino al suelo, el peso del racimo de palma datilera (*Phoenix dactylifera* L.) se incrementa significativamente así como también el rendimiento, al compararlo con tratamientos minerales.

El porcentaje de caída de fruta, no fue significativo en ambos ciclos de producción, no obstante, cabe mencionar que, para el ciclo 2015 hubo mayor caída de fruta con respecto al 2014, en razón de una mayor floración.

En naranja valencia (*Citrus sinensis* L.), se evaluó el efecto de un complejo hormonal complementado con micronutrientes, como boro y azufre, en amarre y calidad de fruta, y los resultados indicaron, que estas aplicaciones aumentan el amarre de fruta impidiendo su caída y aumentando la productividad por planta (Galván *et al.*, 2009). Lo anterior denota que, en la medida que la nutrición sea más completa, mejores serán los niveles de floración, amarre y desarrollo de fruto.

4.3.4 Efecto de los tratamientos de nutrición orgánica y química en el contenido nutrimental de hoja.

En el presente experimento no hubo diferencias en macro nutrientes en hoja, lo cual también puede explicar, ausencia de diferencias significativas en producción, probablemente esto se debe a una mejora en las condiciones tanto físicas y químicas del suelo, que permitió una mayor disponibilidad de nutrientes provenientes de la mineralización de la composta y de la cubierta; también, teniendo un mayor contenido de agua en el suelo con cubierta, contribuyó a que se no se presentaran diferencias en los rendimientos entre los tratamientos químico-orgánico y orgánicos.

En el Cuadro 17, se muestra que para el ciclo de producción 2014, el tratamiento 4 constituido de ácidos húmicos y composta, presentó una concentración mayor de nitrógeno en relación con los demás tratamientos, sin embargo, el análisis de varianza no indicó diferencias significativas entre tratamientos. Se debe recordar que las moléculas de los ácidos húmicos están constituidas de carbono y nitrógeno, y le proporcionan mayor poder de intercambio catiónico, lo que permitió un mayor contenido de nitrógeno en el follaje de los árboles de ciruelo. Dursun (2007), afirma que las sustancias húmicas tienen efectos benéficos en la absorción de nutrientes por las plantas, y particularmente en el transporte y disponibilidad de elementos.

Con respecto a fósforo en el ciclo de producción 2014, los cuatro tratamientos resultaron ser estadísticamente iguales, aunque, al igual que en Nitrógeno los tratamientos que incluyen fertilización orgánica, tienen las concentraciones mayores de fósforo foliar, en ambos ciclos de producción, siendo más altas en el 2015. El tratamiento 4 estuvo constituido por ácidos húmicos y composta, y habría que recordar que ambos productos tienen un efecto favorable sobre la absorción y contenido de fósforo en las plantas (Canellas *et al.*, 2015; Fathy *et al.*, 2010).

En potasio, en contra de lo que se esperaba, el tratamiento 4, que contenía ácidos húmicos más composta, resultó con menor contenido de potasio a diferencia de los demás tratamientos. Esto se puede explicar, si se recuerda que el potasio es demandado en altas cantidades por el fruto, sobre todo para incrementar los sólidos solubles totales del mismo, además, el tratamiento 4, en el ciclo de producción 2014 fue el que presentó mayor

producción, lo que obligó a una mayor demanda de potasio y, por ese motivo, el tratamiento 4 resultó con el menor contenido de potasio.

Escobar (1996), menciona que en olivo se promovió mayor acumulación de K en hojas por efecto de la aplicación de ácidos húmicos. En Chile manzano, Hernández (2011) también encontró una mayor acumulación de K por efecto de los ácidos húmicos. Cabe mencionar que el contenido de K en hoja se correlacionó de manera positiva con °Brix en fruto, en el ciclo 2015, debido a que uno de los roles principales del K, es el transporte de azúcares desde las hojas hacia los frutos.

Los rangos de suficiencia, reportados para ciruelo por Benton (1991) (Cuadro 18), mostraron que los datos obtenidos para N, P y K en follaje de ciruelo resultaron altos.

Con respecto a calcio, magnesio, fierro y zinc no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en la presente investigación. Eyheraguibel (2007), menciona que se ha observado una mayor concentración de los nutrientes mencionados en los tejidos radicales, probablemente debido al contacto con la solución de nutrientes del suelo. Cabe mencionar, que en cobre y manganeso, si se encontraron diferencias significativas a favor del tratamiento químico-orgánico.

Para el ciclo de producción 2015, únicamente se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para calcio y magnesio. Estos resultados están en concordancia con los encontrados por Escobar (1996) en olivos, quien reportó mayor acumulación de calcio y magnesio en follaje, producto de vía y proceso de transporte de dichos elementos desde la raíz.

Obviamente que al haber más frutos, hay más demanda también de calcio, sin embargo, en 2015, únicamente el tratamiento 2 fue el que presentó menor concentración foliar en este elemento, probablemente debido a que el Bayfolan en su composición comercial contiene cantidades mínimas de calcio, lo cual sucede de manera muy parecida al tratamiento 1.

Cuadro 17. Efecto de nutrición foliar y al suelo en las concentraciones de macronutrientes y micronutrientes en hoja de ciruelo japonés “Methley”.

2014									
Trt ^z	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
%				ppm					
T1 ^y	23.6 a ^x	0.6 a	14.1 ab	17.7 a	0.029 a	155.6 a	9.50 a	6.31a	23.00 b
T2	38.1 a	1.1 a	19.6 a	16.1 a	0.043 a	134.2 a	14.42 a	5.6ab	48.00a
T3	31.4 a	0.9 a	16.1 ab	17.0 a	0.206 a	149.5 a	8.00 a	4.8 b	30.66ab
T4	56.9 a	0.8 a	10.8 b	12.8 a	0.090 ab	119.6 a	6.92 a	4.9 b	29.83ab

2015									
%				ppm					
T1	23.5 a	1.5 a	3.7 a	9.4 a	0.43 b	158.83 a	10.00 a	6.81 a	40.41 a
T2	38.0 a	1.9 a	5.8 a	8.2 b	0.44 b	137.33 a	7.58 a	6.25 a	38.83 a
T3	31.4 a	1.7 a	6.0 a	10.2 a	0.50 a	165.67 a	8.50 a	5.25 a	26.91 a
T4	56.8 a	1.9 a	4.3 a	13.7 ab	0.41 b	150.83 a	6.33 a	5.50 a	31.08 a

^z Trt: Tratamiento, ^y T1: Químico; T2: Químico orgánico; T3: Orgánico-Phytotron; T4: Orgánico-HumiExtra; ^x Medias con diferente letra son estadísticamente diferentes (Tukey \leq 0.05).

Benton (1991), reporta rangos de concentración foliar de suficiencia, que se presentan en el Cuadro 18, que, comparados con los datos que obtuvimos en micronutrientes, podemos observar que para el ciclo de producción 2014, Fe se encuentra en la categoría de suficiente, en tanto que Zn, en todos los tratamientos, se encuentra bajo; para Cu, los tratamientos 1 y 2, se encuentra en rango de suficiencia, pero, para los tratamientos 3 y 4, los valores que encontramos, son bajos; Mn solamente en el tratamiento 2 se encuentra en suficiencia, los demás se encuentran bajos. Para 2015, en Fe y Cu, nuestros valores de concentración foliar se consideran como óptimos o suficientes, pero las de Zn y Mn las cantidades se consideran como bajas.

Cuadro 18. Rangos de suficiencia en concentración foliar de ciruelo (Benton, 1991).

Elemento	Bajo	Suficiente	Alto
%			
N	1.70-2.39	2.40-3.00	3.10-4.0
P	0.09-0.13	0.14-0.25	0.26-0.4
K	1.00-1.59	1.60-3.00	3.10-4.0
Ca	1.00-1.49	1.50-3.00	3.10-4.0
Mg	0.20-0.29	0.30-0.80	0.81-1.1
Ppm			
Cu	4.0-5.0	6.0-16	17-30
Fe	60-99	100-250	251-500
Mn	20-39	40-160	161-400
Zn	15-19	20-50	51-70

4.3.5 Efecto de los tratamientos de nutrición química y orgánica en el contenido nutrimental en Fruto.

Los resultados del análisis nutrimental de la pulpa de fruto de ciruelo, en el ciclo de producción 2014, se presentan en el Cuadro 19, se puede observar que los tratamientos orgánicos indujeron una mayor acumulación de nitrógeno y estadísticamente resultaron ser iguales entre ellos, pero superiores estadísticamente al T1.

Por el contrario, en manganeso, los tratamientos, químico y químico orgánico, indujeron una mayor concentración en la pulpa de ciruelo; en los demás elementos no se encontraron diferencias estadísticas. En trabajos con trigo (*Triticum aestivum* L.) cv. Cajeme, Barón *et al.*, (1995) encontraron un efecto positivo, al adicionar sustancias húmicas al suelo, sobre la absorción de N, P y parcialmente en el caso del K, no solo en las concentraciones foliares, sino también en calidad de grano.

En nopal verdura (*Opuntia ficus indica* L.), el análisis nutrimental de los cladodios, mostró que los tratamientos por separado de lombrihumus, *Glomus intraradices*, y *trichoderma harzianum* estimularon la mayor absorción de nitrógeno en el tejido comestible del nopal (Escoto, 2014).

Por otra parte, se reporta que las sustancias húmicas aumentan la absorción de P por las plantas (Wang *et al.*, 1995), lo que parece coincidir en nuestro estudio, ya que las mayores concentraciones foliares de P se obtuvieron con el T4; no se observó mejoría en la absorción de otros nutrimentos, posiblemente debido a que se aplicó una dosis no comercial más alta (Hartz y Bottoms, 2010).

Cuadro 19. Efecto de nutrición foliar y al suelo en las concentraciones de macronutrientes y micronutrientes en Fruto de ciruelo japonés “Methley”.

2014									
Trt ^z	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
	Concentración (mg g ⁻¹ m.s.)					Concentración (µg g ⁻¹ m.s.)			
T1 ^y	0.98 b ^x	0.06 a	0.68 a	0.35 a	2.73 a	9.58 b	2.73 a	2.92 a	0.0170 a
T2	2.89 ab	0.04 a	0.66 a	0.32 a	2.43 a	14.33 a	2.43 a	2.67 a	0.0155 ab
T3	2.14 ab	0.02 a	0.65 a	0.30 a	2.78 a	12.37 ab	2.78 a	2.50 a	0.0145 b
T4	3.88 a	0.08 a	0.67 a	0.28 a	2.84 a	9.37 b	2.84 a	2.50 a	0.0145 b

2015									
Concentración (mg g ⁻¹ m.s.)					Concentración (µg g ⁻¹ m.s.)				
T1	0.94 a	0.06 a	0.28 a	0.35 b	0.14 a	11.38 a	4.92 a	2.91 a	0.0290 ab
T2	2.01 a	0.041 a	0.23 a	0.72 a	0.16 a	14.33 a	8.75 a	2.66 a	0.0440 a
T3	0.98 a	0.018 a	0.27 a	0.44 ab	0.13 a	11.86 a	5.42 a	2.50 a	0.0340 ab
T4	1.62 a	0.33 a	0.45 a	0.25 b	0.14 a	8.46 a	6.33 a	2.50 a	0.0220 b

^z Trt: Tratamiento, ^y T1: Químico; T2: Químico orgánico; T3: Orgánico-Phytotron; T4: Orgánico-HumiExtra; ^x Medias con diferente letra son estadísticamente diferentes (Tukey \leq 0.05).

Para el ciclo de producción 2015, únicamente se encontraron diferencias significativas para la concentración de calcio y manganeso en el fruto, inducidas por el tratamiento 2 (Bayfolan+composta). Nuestros resultados son diferentes a los reportados por Verlinden *et al.*, (2009), quienes mencionan que las sustancias húmicas mejoran la absorción de calcio y manganeso, lo que no fue observado en la presente investigación. Magdoff (1998) y Ofosu-anim *et al.* (2006), mencionan que cuando se combinan fertilizantes químicos y orgánicos en el mismo tratamiento, se puede dar lugar a cationes intercambiables suplementarios como calcio y manganeso, lo que podría explicar el incremento de estos elementos en el tejido comestible de los ciruelos.

4.4. Variables postcosecha.

La apariencia de la fruta, dada por el tamaño y color, son aspectos importantes en la calidad, sin embargo, es importante la concentración de azúcar y la acidez, debido a que son cruciales para el sabor. En el Cuadro 20, se puede apreciar que para el ciclo 2014, se presentaron diferencias significativas entre tratamientos para las variables °Brix y Acidez titulable, los frutos provenientes de los tratamientos 1, 2 y 3 presentan mejor dulzor que los obtenidos en el T4; los frutos producidos con el T1 (químico), fueron los que presentaron mayor acidez.

En cuanto al pH, no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos para ambos ciclos de producción. Para el ciclo de producción 2015, todos los tratamientos produjeron frutos con los mismos atributos de calidad, sin diferencias significativas.

Cuadro 20. Efecto de los tratamientos de nutrición foliar y al suelo en la calidad de ciruelo japonés “Methley”.

Tratamientos	2014			2015		
	°Brix	Acidez	pH	°Brix	Acidez	pH
T1 ^z	16.11 ab	0.95 a	3.72 a	15.41 a	0.52 a	4.00 a
T2	16.55 a ^y	0.63 b	3.84 a	16.01 a	0.45 a	4.26 a
T3	15.76 ab	0.51 b	3.84 a	16.44 a	0.59 a	3.75 a
T4	14.95 b	0.53 b	3.85 a	15.17 a	0.68 a	3.90 a

^zT1: Químico; T2: Químico orgánico; T3: Orgánico-Phytotron; T4: Orgánico-HumiExtra;
^y Medias con diferente letra son estadísticamente diferentes (Tukey \leq 0.05).

Es importante resaltar, que las mejorías que se causan al suelo con los tratamientos orgánicos a nivel de suelo y de medio ambiente son importantes, además de disminuir la contaminación, se puede lograr producir fruta con tratamientos orgánicos de la misma calidad que con tratamientos químicos, lo cual concuerda con lo mencionado por otros investigadores (Lombardi-Boccia *et al.*, 2004; Peck *et al.*, 2006; Roussos *et al.*, 2009). Kalt, (2005) menciona que el contenido y la composición de compuestos bioactivos dependerá del cultivar y de los factores pre y postcosecha.

Cabe mencionar, que en el ciclo de producción 2015, la acidez esta correlacionada con el rendimiento, es decir, la acidez aumento con el aumento de la producción ($r=0.0142$) (ver Apéndice cuadro 4A), estos datos concuerdan con los publicados por Daza *et al.*, (2012), en ciruelo japonés, el contenido de sólidos solubles de frutos producidos orgánicamente y frutos producidos en forma convencional no difiere.

Sin embargo, ellos mencionan que sus frutos provenientes de tratamientos orgánicos tienden a ser de menor acidez, ocurriendo lo opuesto en la presente investigación. Pero para el ciclo de producción 2014 nuestros datos si concuerdan con los que ellos obtuvieron.

En concordancia con nuestros resultados Roussos *et al.*, (2009), en una investigación realizada en Manzana (*Malus × domestica* Borkh), comparando una huerta orgánica con una convencional, reportaron no haber encontrado diferencias estadísticas en atributos de calidad como Acidez, Sólidos solubles totales y pH.

4.4.1 Diámetros de fruta

Los diámetros de fruta ecuatorial y polar se midieron en dos etapas de madurez (Fisiológica y Consumo). En ambos ciclos de producción se presentaron diferencias significativas, se puede observar en el Cuadro 21, que para el ciclo 2014, el diámetro polar de frutos en madurez fisiológica (DPMF), fue mayor para los tratamientos 1 y 2 (químico y químico-orgánico respectivamente).

El Diámetro ecuatorial de frutos en madurez fisiológica (DEMF) y el diámetro polar de los mismos en madurez de consumo (DPMC), no presentaron diferencias entre tratamientos, sin embargo, frutos del T2 (químico- orgánico) fueron los que presentaron el mayor diámetro ecuatorial en madurez consumo (DEMC).

Lo que podemos observar, es que en el ciclo 2014, los frutos de tratamientos 1 y 2, fueron de mayor tamaño que los frutos provenientes del T3 y T4, en ambas etapas de maduración. Se ha reportado que, la absorción de nutrientes por las plantas aumenta cuando se combina fertilizantes químicos con orgánicos y esto repercute en la calidad de los frutos, como lo es el tamaño (Marzouk *et al.*, 2011); por otra parte, al aplicar estiércol bovino, se ha logrado incrementar el tamaño de fruta, por lo que creemos que la composta que se aplicó a base de estiércol bovino, y que fue combinada con tratamiento químico al follaje (T2), es la causante del aumento en el tamaño de fruta para este ciclo.

Para el ciclo 2015, el tratamiento que causó mayores tamaños de diámetro de fruto, fueron aquellos del T4 (orgánico), en ambas etapas de maduración, lo que lógicamente concuerda con el mayor peso de fruto observado en este tratamiento, que si bien no fue estadísticamente diferente, tiene una ligera tendencia a ser mayor que los demás.

Las aplicaciones foliares de sustancias húmicas, tienen efecto en el desarrollo de frutos, sobre todo en hortalizas, una de las hipótesis que ha surgido es que los ácidos húmicos estimulan la producción de auxinas en el vegetal, lo que provoca un estímulo en el crecimiento Canellas *et al.*, (2000).

Cuadro 21. Efecto de los tratamientos de nutrición foliar y al suelo en el diámetro polar y ecuatorial madures fisiológica y consumo de ciruelo japonés “Methley”.

Trt ^z	2014				2015			
	DPMF ^y	DEMF	DPMC	DEMC	DPMF	DEMF	DPMC	DEMC
T1 ^x	37.86 a ^w	37.73 a	37.37 a	37.54 ab	38.14 ab	37.93 b	37.80 a	38.29 ab
T2	37.82 a	37.56 a	37.18 a	37.94 a	36.18 b	36.32 b	36.70 a	37.37 ab
T3	36.24 ab	36.49 a	36.20 a	36.59 b	36.64 b	37.29 b	36.47 a	36.56 b
T4	36.63 b	36.53 a	36.96 a	36.79 ab	38.89 a	40.05 a	38.68 a	39.00 a

^z Trt: Tratamiento, ^x T1: Químico; T2: Químico orgánico; T3: Orgánico-Phytotron; T4: Orgánico-HumiExtra; ^y DPMF diámetro polar madurez fisiológica, DEMF diámetro ecuatorial madurez fisiológica, DPMC diámetro polar madurez consumo, DEMC diámetro ecuatorial madures consumo. ^w Medias con diferente letra son estadísticamente diferentes (Tukey \leq 0.05).

4.5. Efecto del manejo de suelo con cubierta y sin cubierta sobre la variación de la temperatura.

Las temperaturas se evaluaron en dos tratamientos de suelo establecidos, con cubierta y sin cubierta orgánica, los resultados se muestran en la figura 7, donde podemos observar que, las temperaturas entre los tratamientos fluctuaron con el tiempo, aunque las temperaturas del suelo, en los dos manejos, siguen la misma tendencia, no obstante, por las mañanas (7:00 am), la temperatura del suelo con cubierta, fue más cálida que el suelo sin cubierta; esta tendencia fue igual por la tarde (14:00pm), ya que la temperatura del suelo con cubierta, se mantuvo más homogénea que el suelo sin cubierta.

Esto afectó el desarrollo de las raíces superficiales, ya que se observó (variable no evaluada), que en el suelo con cubierta, con mayor humedad a través del periodo de crecimiento radical, había un mayor número de raíces en los primeros 10 cm, caso contrario en el suelo sin cubierta que se encontraban a 30 cm.

Gutiérrez *et al.*, (2006) mencionan que las cubiertas orgánicas derivan en mejores condiciones de humedad, temperatura y nutrición, además de permitir el desarrollo superficial de raíces esto se presentó en nuestro experimento sin embargo, no fue evaluado.

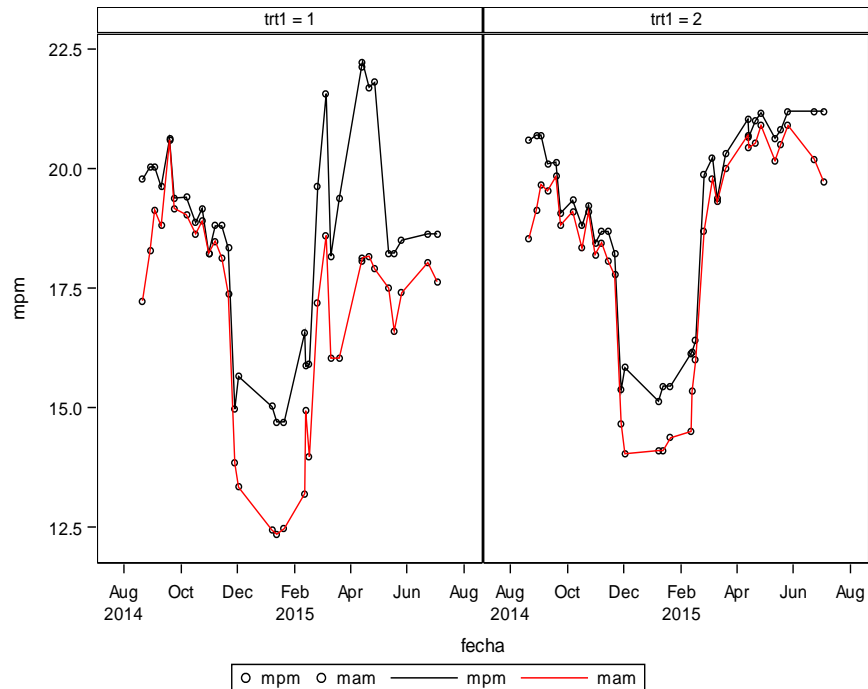


Figura 7. Comportamiento de la Temperatura del suelo en ambos tratamientos con cubierta y sin cubierta en dos horarios y, a 30 cm de profundidad del huerto de ciruelo cv. Methley.

La temperatura del ambiente influyo en la temperatura del suelo con cubierta, debido a que uno de los efectos de las cubiertas orgánicas, precisamente, es modificar la energía que llega al suelo, disminuyendo las fluctuaciones de temperatura del suelo, amortiguando los picos máximos y mínimos principalmente en los primeros 30 cm (Gonzalo, 2009; Leal, 2007).

La amortiguación de la temperatura del suelo por efecto de la cubierta orgánica, genera un mayor crecimiento radicular, especialmente en árboles jóvenes y en zonas con veranos cálidos (Turney y Menge, 1994; Foshee *et al.*, 1996; Lalitha *et al.*, 2001).

Al respecto Ibáñez *et al.*, (2000) mencionan que el uso de cubiertas orgánicas causa que la temperatura del suelo sea más estable, producto de la modificación que promueve la mayor humedad que se mantiene con cubiertas orgánicas en manzano (*Malus domestica borkh*) datos que se encuentran en armonía con los que aquí se presentan en ciruelo japonés (*Prunus salicina* L.). Asimismo, Munguía *et al.*, (2004) encontraron que en melón (*Cucumis melo* L.) bajo cubierta las temperaturas del suelo eran más homogéneas que las temperaturas del suelo sin cubierta, así como también, la radiación neta y el flujo de calor

latente y sensible fueron también mayores, lo que produjo precocidad en el desarrollo del cultivo.

4.6. Costos de los tratamientos de nutrición foliar y al suelo.

En la actualidad es muy importante reducir los costos de un sistema de producción, para así obtener mayor rentabilidad de los frutales. Una de las alternativas, es la producción orgánica de fruta, con la cual se puede reciclar nutrientes del mismo huerto para que sirvan de abono al mineralizarse. Esto reduce, de manera significativa el uso de fertilizantes sintéticos, además, el manejo de suelo, ayuda a mejorar el uso del agua para riego y disminuye el gasto de energía eléctrica.

Por lo tanto, en este apartado se calcularon los costos de producción de ciruela japonesa por tratamientos. En el Cuadro 22, se muestra el costo por la aplicación de los tratamientos de nutrición; podemos observar que el T4, es económico de aplicar con respecto a los otros, además de que las variables, tanto de calidad como de rendimiento en dicho tratamiento, no difieren con los químicos, ya que para el ciclo de producción 2014, el tratamiento químico T1 produjo 11.55 t ha⁻¹ y el tratamiento orgánico T4, para ese mismo año produjo 14.19 t ha⁻¹. Lo mismo sucede para el 2015, ya que el T1, produjo 24.92 t ha⁻¹ y el T4, 20.88 t ha⁻¹. Como podemos observar, el T4 puede aplicarse, no solo por ser la opción más económica sino que también por la salud ambiental y social.

Cuadro 22. Costo de los tratamientos de nutrición foliar ya al suelo para ciruelo japonés “Methley” por árbol y por hectárea

Tratamiento	Insumo	Dosis	Por árbol	Por hectárea	\$ Costo Final	
T1	Bayfolan	10 ml*L	60.5 ml * árbol	37 L	2960	
	Urea	16.5 g m ²	99.6 g	62 k	740	
	Sulfato De Potasio	11.2 g m ²	67.2 g	42 k	980	
	Nitrofoska	6.0 g m ²	36 g	22.5 k	700	
	Dap	1.5 ml*L	9.75 ml	6 L	540	
	Jornal Aplicación Foliar				150	
	Jornal Aplicación Al Suelo				150	
				^z Total	6220	
	T2	Composta	654 g m ²	3924kg	2. 452 k	2942
		Bayfolan	10 ml*L	60.5 ml * árbol	37 L	2960
Jornal Aplicación Foliar					150	
Jornal Aplicación Al Suelo					150	
Dap		1.5 ml*L	9.75 ml	6 L	540	
			Total	6742		
T3	Phytotron	3.0 g*L	19.5 g	12 K	1800	
	Composta	654 g m ²	3924kg	2. 452 k	2942	
	Jornal Aplicación Foliar				150	
	Jornal Aplicación Al Suelo				150	
	Dap	1.5 ml*L	9.75 ml	6 L	540	
			Total	\$5582		
T4	Composta	654 g m ²	3924kg	2. 452 k	2942	
	HumiExtra	2.0 ml*L	13ml	8 L	720	
	Jornal Aplicación Foliar				150	
	Jornal Aplicación Al Suelo				150	
	Dap	1.5 ml*L	9.75 ml	6 L	540	
			Total	\$4502		

^z El costo total de los tratamientos es la suma realizada por costos por hectárea, si se aplicará cualquiera de los tratamientos que se describen en el cuadro tomando en cuenta una densidad de plantación de 625 árboles por hectárea.

4.6.1. Beneficio económico de la producción de ciruelo japonés con respecto a los tratamientos de nutrición.

En el Cuadro 23, se muestra un pequeño análisis de la relación beneficio/costo de la producción, donde podemos observar que, en general, para ambos ciclos, se obtiene una relación beneficio costo superior a 1, tomando en cuenta solo los insumos de nutrición (no de manejo del huerto) presentados en el Cuadro 22.

Con cualquiera de los tratamientos, se obtiene un beneficio económico respetable, no obstante, debemos señalar que los tratamientos orgánicos son los más económicos, y, si observamos la producción en toneladas por hectárea, se puede apreciar que incluso para el ciclo 2014, los tratamientos orgánicos 3 y 4, son los que mayor producción tuvieron, y el peso de fruto no fue diferente al de los tratamientos 1 y 2 (químicos) Cuadro 17.

Cuadro 23. Beneficio de la producción de ciruelo japonés “Methley”.

2014					2015			
Trt ^z	t ha ⁻¹	valor de la producción	costos de fertilizantes	^y R B/C	t ha ⁻¹	valor de la producción	costos de fertilizantes	^{*R} B/C
T1 ^x	11.55	\$115,521.88	\$6,220.00	\$18.57	24.92	\$249,218.75	\$6,220.00	\$40.07
T2	8.54	\$85,370.83	\$6,742.00	\$12.66	15.19	\$151,875.00	\$6,742.00	\$22.53
T3	14.40	\$143,985.42	\$5,582.00	\$25.79	23.47	\$234,687.50	\$5,582.00	\$42.04
T4	14.19	\$141,850.00	\$4,502.00	\$31.51	20.88	\$208,802.08	\$4,502.00	\$46.38

^z Trt: Tratamiento, ^x T1: Químico; T2: Químico orgánico; T3: Orgánico-Phytotron; T4: Orgánico-HumiExtra; ^y R B/C Relación Beneficio Costo, se obtiene dividiendo el valor de la producción entre los costos del fertilizante usado.

V. CONCLUSIONES.

Con el manejo de suelo utilizando cubiertas orgánicas en el huerto, y aplicando composta a base de estiércol bovino y alfalfa se mejora la fertilidad del suelo en el huerto de ciruelo, observándose un incremento de la materia orgánica, contenido de nitrógeno, fósforo, calcio y Zinc.

El T4 orgánico, el cual consta de aplicaciones de ácidos húmicos al follaje y aplicaciones de composta al suelo más cubierta orgánica, puede sustituir al químico, debido a su menor costo y beneficios que trae sobre la calidad de fruta, el estado nutricional del árbol así como rendimiento y productividad.

Con una nutrición orgánica, tanto al suelo como al follaje, se pueden alcanzar rendimientos, y calidad de fruta similares a un manejo con fertilizantes químicos en ciruelo, en particular, cuando estas prácticas se aplican por largos periodos.

El contenido de humedad del suelo durante todo el ciclo de producción se mantuvo cercano a capacidad de campo con tratamientos orgánicos y cubierta orgánicos, disminuyendo el consumo de agua y con la ventaja del aporte de nutrientes dado por la cubierta orgánica, asimismo, la temperatura del suelo, bajo cubiertas orgánicas fue mayor y no sufre oscilaciones pronunciadas, manteniéndose constante lo cual propicia un óptimo desarrollo de la raíz.

Se acepta nuestra hipótesis, con nutrición orgánica, la fertilidad del suelo se ve mejorada y la calidad de fruto así como el rendimiento se aumentan.

Recomendaciones para investigaciones futuras.

- Evaluar el efecto de los ácidos húmicos en el retraso de la caída de hojas en ciruelo, para efectos de evaluar reservas tanto de nutrientes como de energía en el árbol.
- Determinar el nitrógeno potencialmente mineralizable del suelo del huerto y de la composta aplicada, para efectos de, determinar la cantidad óptima de aplicaciones de abono y fertilizantes, tanto en tratamientos orgánicos como en químicos.
- Investigar parámetros de calidad del suelo bajo tratamientos orgánicos y químicos, tales como densidad aparente, cantidad de lombrices de tierra, porcentaje de materia orgánica, etc. En los primeros 30 cm de suelo.
- Investigar la biomasa microbiana presente en el suelo tanto de tratamientos convencionales como de tratamientos orgánicos para correlacionar la presencia de estas con variables de rendimiento y contenido de nutrientes en follaje.
- Determinar la causa de la presencia de frutos reventados en tratamientos bajo cubierta orgánica.
- Corroborar la inocuidad de frutos bajo producción orgánica.

LITERATURA CITADA

- Acuña O., W. Peña, E. Serrano, L. Pocasangre, F. Rosales, E. Delgado, J., Trejos, A. Segura.** 2006. La importancia de los microorganismos en la calidad y Salud de suelos. *ACORBAT. Brasil* 12: 222-223.
- Aganga A. A. and S. O. Tshwenyane.** 2003. Lucerne, lablab and *Leucaena leucocephala* forages: Production and utilization for livestock production. *Pakistan Journal of Nutrition* 2:46-53.
- Ahvenainen, R.** 1996. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. *Trends in Food Science & Technology* 7: 179–187.
- Alcántar, G.G. y Sandoval V.M.** 1999. Manual de análisis de tejido vegetal. Publicación especial 10. Sociedad Mexicana de la ciencia del suelo, A. C. Chapingo, México. p. 156.
- Alcántar, G. G. y Trejo L. L.** 2007. Nutrición de cultivos. El suelo como medio natural en la nutrición de los cultivos. Ed. Mundi-Prensa. México, D. F. pp. 100-122.
- Alexander, A.** 1986. Optimum timing of foliar nutrient sprays. In: A. Alexander (ed.). *Foliar Fertilization*. Martinus Nijhoff, Dordrecht, The Netherlands. pp. 44-60.
- Alexander, M.** 1980. Introducción a la microbiología del suelo. AGT. Editor, México, D.F. pp. 547-552.
- Alloway, B. J.** 1990. The origins of heavy metals in soils. In: *Heavy metals in soils*. B.J. Alloway (Ed.). Blackie and son Ltd. U.K. p.34.
- Altieri, M. y Nicholls, C.** 2007. Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. *Ecosistemas, Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente* 16: 3-12.
- Andrews, S.S., Flora, C.B., Mitchell, J.P., Karlen, D.L.,** 2003. Growers perceptions and acceptance of soil quality indices. *Geoderma* 114: 187–213.
- Arancon, N. Q., Lee C.A., Edwards, R.M., Atiyeh.** 2003. Effects of humic acids and aqueous extracts derived from cattle, food and paper-waste vermicomposts on growth of greenhouse plants, *Pedobiologia* 47: 744-781.
- Aranda, D. E.** 2002. Usos y aplicaciones de las lombricompostas en México. *Lombricultura abonos orgánicos. Memorias del II Simposium Internacional y Reunión Nacional. Junio 2002. Facultad de Ciencias Agrícolas. UAEM.* pp. 22-35.
- Arens, P. L.** 1983. La importancia actual del reciclaje de los residuos orgánicos para la agricultura. En: *El reciclaje de materias orgánicas en la agricultura de América Latina*. Fao. Roma, Italia. pp 1-50.
- Arnon, D. I. y Stout P.R.** 1939. The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper. *Plant Physiology* 14:371-375.
- Arroyo, F.T. Jiménez-Bocanegra, P.A. Garcia-Galavis, Santamaria, C., Camacho, M., Castejon, M. Perez-Romero, F.L., Daza A.** 2013. Comparative tree growth, phenology and fruit yield of several Japanese plum cultivars in two newly established orchards, organic and conventionally managed. *Spanish Journal of Agricultural Research* 11: 155-163.
- Arshad, M.A., Coen, G.M.,** 1992. Characterization of soil quality: physical and chemical criteria. *American Journal of Alternative Agriculture* 7: 25–31.
- Arshad, M., Frankengenberger.** 1993. Microbial production of plant Growth regulators, in: F.B.. Metting Jr.(Ed.), *Soil Microbial Ecology: Applications in agricultural and*

- environmental management, Marcell Dekker, New York, Basel, Hong Kong. pp. 307-347.
- Artés, F., Gómez, P., Aguayo, E., Escalona, V., Artés-Hernández, F.** 2009. Sustainable sanitation techniques for keeping quality and safety of fresh-cut plant commodities. *Postharvest Biology and Technology* 51:287–296.
- Asad, A., F.P. Blarney, and D. G. Edwards.** 2003. Effects of boron foliar application on vegetative and reproductive growth on sunflower. *Annals of Botany* 94:565-570.
- ASERCA,** 2001. Situación actual de la ciruela en México. *Revista Claridades Agropecuarias*. Editada por apoyos y servicios a la comercialización agropecuaria, México. p. 44.
- Association of Official Agricultural Chemist (AOAC).** 1990. Official methods of Analysis of Association Official Analytical Chemist. 13 ed. Washington, D.C. p. 1023.
- Atiyeh, R.M. Edwards, Subler, S., Metzger J.** 2000. Earthworm-processed organic wastes as componenets of horticultural potting media for growing marigold and vegetable seedlings, *Compost Science and Utilization* 82: 15-223b.
- Atiyeh, R.M., Arancon, N. Q., Edwards, A.C., Metzger, J. D.** 2002. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes, *Bioresource Technology* 75: 175-180a.
- Attilio, C.** Agricultura sostenible: la cadena alimentaria, comunidad global sostenible Capítulo 20. 2014 Handbook. pp. 495-506.
- Aubert, B. and Lossois, P.** 1972. Considerations sur la penología des especes fruitieres arbustives. *Fruits* 24: 269 - 286.
- Barticevic, M.** 1997. Efecto de distintos tipos de acolchado de polietileno en la producción de lechuga. Tesis Ing. Agro. Santiago, Universidad de Chile. p. 62.
- Baruzzi, G., Faedi, W., Lucchi, P., Migani, M., Sbrighi, P., Turci, P.** 2009. Performance of Italian strawberry genotypes on fumigated, non-fumigated soils and organic culture. *Acta Horticulturae* 842: 553–556.
- Batjes, N.H.,** 1996. Total carbon and nitrogen in the soils of the world. *European Journal of Soil Science* 47: 151–163.
- Becerril, R. A., Ibáñez, M. A., Parra, R. A.** 2004. Effects of mulching, irrigation and foliar fertilization upon growth, production and nutrient concentration of ‘Agua Nueva II’ apple. *Terra Latinoamericana* 22: 459-465.
- Bertrand, B; B. Rapidel.** 1999. Desafíos de la caficultura en Centroamérica. PROMECAFE/CIRAD/IRD/CCC. p. 496.
- Bharathi, S., Ramesh, M. N., Varadaraj, M. C.** 2001. Predicting the behavioural pattern of *Escherichia coli* in minimally processed vegetables. *Food Control* 125: 275–284.
- Blaine, M., William J., Zimmerman, I., Crouch., Johannes, V. S.** 1990. Agronomic uses of seaweed and microalgae. *Introduction to Applied Phycology*. pp. 589-627.
- Bockheim, J.G., Gennadiyev, A.N.** 2010. Soil-factorial models and earth-system. *Geoderma* 159:243–251.
- Boguslawski, E., Von, Debrouc, J.** 1997. La paja y la fertilidad de los suelos. Editorial CECSA. Mexico, D.F. p. 90.
- Bommarco, R., Kleijn, D., Potts, S.G.,** 2013. Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security. *Trends in Ecology and Evolution* 28:230-238.
- Brackett, R. E.** 1999. Incidence, contributing factors, and control of bacterial pathogens in produce. *Postharvest Biology and Technology* 153: 305–311.

- Bronick**, C.J., Lal, R. 2005. Soil structure and management: a review. *Geoderma* 124:3–22.
- Buckman**, H. O., Brady, N. C. 1977. *The Nature and Properties of Soils*. The Macmillan.p. 1071.
- Bulluck**, L.; Brosiud, M.; Evanylo, G., Ristaino, J. (2002). Organic and Synthetic Fertility Amendments Influence Soil Microbial, Physical and Chemical Properties on Organic an Conventional Farms. *Applied Soil Ecology* 19:147-160.
- Burnett**, S. L., y Beuchat, L. R. 2000. Human pathogens associated with raw produce and unpasteurized juices, and difficulties in decontamination. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology* 256: 281–287.
- Calvo** I., V. 2009. El cultivo del ciruelo (*Prunus doméstica* L.). Proyecto microcuena Plantón-Pacayas. Cartago, Costa Rica. Boletín Técnico No. 9. p. 7.
- Canellas** L.P., Olivares F.L., Okorovoka A. L., Facanha A.R. 2000. Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma H⁺-ATPase activity in maize roots, *Plant Physiology* 130: 1951-1957.
- Canellas**, D. Martínez, B., Médici, Aguiar, L.O., Campostrini, N.O. Rosa, R.C. Façanha, A., Olivares, F.L. 2013. A combination of humic substances and *Herbaspirillum seropedicae* inoculation enhances the growth of maize (*Zea mays* L.) *Plant and Soil* 366:119–132.
- Canellas**, L.P. 2015. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulture* 196:15-27.
- Cao**, W.L., Zhang, L.H., Wang, J., 2008. Effects of no-tillage and cover on the soilmicrobial populations. *Journal of Gansu Agricultural University* 43:6:123–126.
- Carey**, P.L. Benge, J.R. Haynes, R.J. 2009. Compare budgets and soil nutrient quality kiwifruit orchards between organic and conventional. *Agriculture Ecosystems & Enviroment* 132:7-15.
- Carrasco**, E., Morales, R. A., García, G.R. 2012. Cross-contamination and recontamination by Salmonella in foods: A review. *Food Research International* 45. 2: 545–556.
- Castellanos**, J.Z.; J.X. Uvalle, B., Aguilar, A. S. *Manual de Interpretación de Análisis de suelo y agua* 2ª. Edición, México. p. 34-51.
- Cerrato**, M.E, Leblanc, H. A., Kameko, C. 2007. Potencial de Mineralización de Nitrógeno de Bokashi, Compost y Lombricompost Producidos En La Universidad Earth. *Tierra tropical. Sostenibilidad, Ambiente y Sociedad* 3:183-197.
- Céspedes**, L. M. 2005. *Agricultura orgánica principios y prácticas de producción*. Ministerio de agricultura. Instituto de investigaciones agropecuarias. Centro regional de investigación Quilamapu Chillán, Chile. p. 117.
- Cheng**, S. X., Lixin H. 2011. Analysis on low carbon effect of humic acid. *Humic acid* 1: 1-7.
- Condron**, L., Cameron, K., Di, H., Clough, T., Forbes, E., McLaren, R., Silva, R., 2000. A comparison of soil and environmental quality under organic and conventional farming systems in New Zealand. *New Zeal. Journal. Agricultural. Research* 43: 443–466.
- CONSELEG**, 2004. Estándar for plums. Consolidated Text. Office for official Publications of the European Communities. Comunidades europeas. p. 9.
- Conti**, S., Villari G., Faugnk S., Melchionna, G., Somma, S., Caruso, G. 2014. Effects of organic vs. conventional farming system on yield and quality of strawberry grown as an annual or biennial crop in southern Italy. *Scientia Horticulturae* 180 (17):63–71.

- Crisosto**, C. H. and Johnson, R. S. 1994. Delaying harvest to produce a high quality stone fruit. *Postharvest Newsletter* 32: 2-3.
- Crouch**, and J. van Staden 1992. Evidence of the Presence of Plant Growth Regulators in Commercial Seaweed Products. Department of Botany, University of Natal, Republic of South Africa. Ed. Kluwer Academic Publishing. Printed in Netherlands pp. 13-21.
- Cruz**, M., S. 1986. Abonos orgánicos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. p.129.
- Daza**, A., Camacho, M., Galindo, I., Arroyo, F.T., Casanova, L., Santamaría, C. 2012. Comparative fruit quality parameters of several Japanese plum varieties in two newly established orchards, organic and conventionally managed. *Int. Journal of Food Science and Technology* 47:341–349.
- De Ponti**, T., Rijk, B., Van, I. 2012. The crop yield gap between organic and conventional agriculture. *Agricultural Systems* 108: 1-9.
- do Amarante**, C.V., Steffens, C.A., Luiz, M. A., Albuquerque, J.A. 2008. Yield and fruit quality of apple from conventional and organic production systems. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 43: 333–340.
- Donahue**, R. L., Miller, R. E., Shickluna, J.C. 1977. *Soils, An introduction to soils and Plant Growth*. 4th Edition Prentice–Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.
- Dong**, H.M., Yuan Li, S.B., Yuan, H.Y., Pan, Z.B. 2010. Influencia sobre la diversidad funcional de la comunidad microbiana del suelo para el maíz sin labranza con mulch de paja *Ecología y Ciencias Ambientales* 19:(2) 444-446.
- Doran**, J.W., Parkin, T.B. 1994. Defining and assessing soil quality. In: Doran, J. W., Coleman, D.C., Bezdicek, D.F. (Eds.), *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*. Soil Science Society of America Book Series No. 35, pp. 3–21.
- Dore**, T., Makowski, D., Male, Z.E, Munier, N., Tchamitchian, M., Tittonell. 2011. Facing up to the paradigm of ecological intensification in agronomy: revisiting methods, concepts and knowledge. *European Journal Agronomy* 34:197-210.
- Drossopoulos**, B., Kouchaji, G. G., Bouranis, D.L. 1996. Seasonal Dynamics of mineral nutrients and carbohydrates by walnut tree leaves. *Journal of Plant Nutrition* 19: 493-516.
- Durán**, L. y Henríquez, C. 2010. El Vermicompost: su efecto en algunas propiedades del suelo y la respuesta en la planta. *Agronomía Mesoamericana* 21.1: 85-93.
- Dursun**, A., Guven, I., Turan, M. 2007. Macro and micro nutrient contents of tomato (*Lycopersicon esculentum*) and eggplant (*Solatium melongena var. Esculentum*) seedlings and their effects on seedling growth in relation to humic acid application pag *Improved Crop Quality by Nutrient Management* Vol 86.
- Eghball**, B. 2000. Nitrogen mineralization from field-applied beef cattle feedlot manure or compost. *Soil Science Society of America Journal* 64:2002-2030.
- El Fouly**, M. M. 2002. Quality of foliar fertilizer. *Acta Horticulturae* 594:277-281.
- Epstein**, E. 1999. Silicon uptake and accumulation in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 50: 641-664.
- Epstein**, E. 1997. *The Science of Composting*. Technomic Publishing. Pennsylvania, US. p.483.
- FAO/OMS**, 1995. Preámbulo de la Norma General del Codex para los Contaminantes y las Toxinas presentes en los Alimentos. ALINORM 95/12A, Apéndice IV. Informe de

- la 21a reunión del Comité del Codex sobre Aditivos Alimentarios y Contaminantes de los Alimentos. La Haya, 20 - 24 de marzo. FAO, Roma.
- Fathy, M. A.; Gabr', A. M.; El Shall, A. S., 2010.** Effect of Humic Acid Treatments on 'Canino' Apricot Growth, Yield and Fruit Quality. *New York Science Journal* 3:12.
- Félix, H., Sañudo, R., Rojo, G., Martínez, R., Olalde P. 2008.** Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai* 4: 57-67.
- Fernández, J.C., Gamero, C.A., Rodrigues, J.L., Mirás, A.M. 2011.** Determination of the quality index of a Paleudult under sunflower culture and different management systems. *Soil & Tillage Research* 112:167-174.
- Ferrara and Brunetti, 2010.** Effects of the times of application of a soil humic acid on berry quality of table grape (*Vitis vinifera* L.) cv Italia Spain *Journal Agricultural Research* 8: 817-822.
- Foley, J.A., DeFries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, F.S., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H.K., Helkowski, J.H., Holloway, T., Howard, E.A., Kucharik, C.J., Monfreda, C., Patz, J.A., Prentice, I.C., Ramankutty, N., Snyder, P.K. 2005.** Global consequences of land use. *Science* 309:570-574.
- Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A., Cassidy, E.S., Gerber, J.S., Johnston, M., Mueller, N.D., O'Connell, C., Ray, D.K., West, P.C., Balzer, C., Bennett, E.M., Carpenter, S.R., Hill, J., Monfreda, C., Polasky, S., Rockstrom, J., Sheehan, J., Siebert, S., Tilman, D., Zaks, D.P.M., 2011.** Solutions for a cultivated planet. *Nature* 478:337-342.
- Follett, R. 2001.** Nitrogen Transformation and transport processes. In Follett, R; Hatfield, J. eds. *Nitrogen in the environment: Sources, problems and management*. Elsevier Science, The Netherlands. p. 17-44.
- Foshee, W., Goff, W., Tilit, K., Williams, J. 1996.** Organic mulches increase growth of young Pecan trees. *Hort Science* 31: 811-812.
- Foth, H.D., Ellis B. G. 1997.** *Soil Fertility*. 2^a ed. Crc Press. Florida, US. p.290.
- Foth, H.D., Ellis B.G. 1988.** "Soil Fertility". John Wiley & Sons, New York, US. p.290.
- Fuentes, Y. J. L. 2002.** Manual práctico sobre la utilización del suelo y fertilizantes. Ediciones Mundi-Prensa, 1^a Edición, España. pp 160. (ref.p.69).
- Galván, L. J., Briones E., Florencio., Rivera, O., Patricio., Valdes, A., Luis, A., Soto, H., Rodríguez, A., Jorge., Salazar, S. 2009.** Amarre, rendimiento y calidad del fruto en naranja con aplicación de un complejo hormonal. *Agricultura técnica en México* 35(3), 339-345.
- Galvis, E. A.1998.** Diagnóstico y simulación del suministro de nitrógeno edáfico para cultivos anuales. Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados campus montecillo, México. pp.327.
- García-Gil, Plaa, J.C., Soler, R. P., Polo, A. 2000.** Long-term effects of municipal solid waste compost application on solid enzyme activities and microbial biomass. *Soil Biology and Biochemistry* 32: 1907-1913.
- García-Orones, Guerrero, C. Roldán, A. 2010.** Suelo biomasa microbiana y la actividad bajo diferentes sistemas de manejo agrícola en un agroecosistema mediterráneo semiárido. *Suelo y labranza de Investigación* 109 (2):110-115.
- Gliessman, R. S. 2002.** Agroecología procesos ecológicos en Agricultura sostenible Edit. CATIE. pp. 359.
- Gomero, O.L., Velásquez, A.H. 1999.** Manejo ecológico de suelos conceptos, experiencias y técnicas.

- Gómez, C. A., Schwentesius, R. R., Ortigoza, R.J., Gómez, T. L., May, T. V., Arreola, Q. A., López, R. U.** 2008. Agricultura orgánica de México. México. p. 265.
- Gómez, C. A., Mehouchi, J. F., Tadeo, R. E., Primo, M., Talón, M.** 2000. Hormonal regulation of fruitlet abscission induced by carbohydrate shortage in citrus. *Planta* 210: 636-643.
- Gonzalo, C.R.** 2009. Manejo de suelos en condiciones de escasez de agua. <http://www.dipalme.org/Servicios/Anexos/anexosiea.nsf/VAnexos/IEA-SA-C7/File/SA-C7.pdf>, consultado el día 16/05/16.
- Graetz, H. A.** 1997. Suelos y su fertilización. Traducido por: F. Luna Orozco. Trillas. México. p. 80.
- Gros, A. y Domínguez, A.** 1992. Abonos guía práctica de la Fertilización. 8va. Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. p.450.
- Guo, B. L., Yang, X. J., Lu, R. Q., Yu, S.S.** 2000. Effect of komix on the growth and fruiting of red Fuji apple variety. *Journal of fruit Science* 17,1:73-75.
- Gutiérrez, M., Villa, F., Cotrina, F., Albalat, A., Macua, J., Romero, J., Sanz, J., Uribarri, A., Sábada, S., Aguado, G., Castillo, J.** 2003. Utilización de los plásticos en la horticultura del valle medio del Ebro. Dirección General de Tecnología Agraria. Informaciones técnicas. España.
- Gutiérrez, R., Tijerina, L. Ch., Becerril, R. A., Castillo, A.M., López, C., Peña, C.B.** 2006. Régimen de humedad, portainjerto, manejo de suelo y producción forzada en el desarrollo radical de duraznero. *Terra Latinoamericana* 24,1: 37-46.
- Hanrahan, G., Chan, G.** 2005. Nitrogen. *Encyclopedia of Analytical Science (Second Edition)* p. 191-196.
- Heredia, C., Losuamo, G., D'Ácosta, G., Lorenete, E., Cuesta, A.** 2000. Nuevo Biofertilizante de uso foliar para la agricultura. 2da. Convención internacional de educación superior. Editorial "Felix Varela" Universal Agraria de La Habana, Cuba. p 36.
- Herencia, J. F., Ruiz, J. C., Melero, S., García, P.A., Morillo, E., Mosqueda, C.** 2007. Comparison between organic and mineral fertilization for soil fertility levels, crop management concentrations, and yield. *Agronomy Journal* 99:973-983.
- Hernández, F., Pinochet, J., Moreno, M.A., Martínez, J.J., Legua, P.** 2010. Performance of Prunus rootstocks for apricot in Mediterranean conditions. *Scientia Horticulturae* 124, 3: 354-359.
- Hernández, H. A.** 2011. Ácidos húmicos y fúlvicos en la producción hidropónica de chile manzano (*Capsicum pubescens* R y P) en invernadero. Tesis de maestría pp. 1-72. Montecillo, Texcoco, Estado de México.
- Hidalgo, P. R., Harkess, R. L.** 2002. Memorias del II simposium internacional y reunión nacional. Junio. Facultad de ciencias agrícolas. UAEM. p. 108.
- Ibáñez, M.A., Becerril, R. E.; Castillo, M. A., Parra, Q. A., López, C. C.** 2000. Effect of Mulching, Irrigation and Foliar Fertilization upon Apple Root Development. *Terra Latinoamericana* 18, 3: 459-465.
- IFDC-UNIDO.** 1988. Fertilizer manual. International Fertilizer Development center. Reference manual R-1. Kluwer Acad. Publishers. Muscle shoals, Alabama. U.S.A.
- IFOAM,** 2014. International Federation of Organic Agriculture Movements. The World of organic agriculture. <http://www.ifoam.bio/>, fecha de consulta 6 de abril 2016.

- Jansson, S. L., Persson, J.** 1982. Mineralization and immobilization of soil nitrogen. In “Nitrogen in agricultural soils” (F.J. Stevenson, Ed.), ASA, CSSA, and SSSA, Madison, Agronomy Monograph 22:229-252.
- Japanese Agricultural Standard for Organic Plants.** 2005. Notification No. 1605 of the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries.
- Jian, G. Y., Shuiing, Y., YuJuan, Z., YingChang, S., TieZhang W.** 1998. Influence of biochemical-humic acid on the Physiological and biochemical index of opple trees infected with *Physalospora piricola*. *Forest Research* 11 6: 623-628.
- Ji-kun, H., Yang, J. Wang.** 2014. Financiación de la Agricultura Sostenible Bajo el Cambio Climático. Artículo de Revisión. Academia de ciencias agrícolas de China, Diario de agricultura integrada. 13 (4): 698-712.
- Karlen, D.L., Mausbach, M.J., Doran, J.W., Cline, R.G., Harris, R.F., Schuman, G.E.,** 1997. Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation. *Soil Science Society of America Journal* 61: 4–10.
- Kay, B.D., Grant, C.D.,** 1996. Structural aspects of soil quality. In: MacEwan, R.J., Carter, M.R. (Eds.), *Soil Quality is in the Hands of the Land Manager*. Centre for Environmental Management, University of Ballarat, Victoria, Australia, pp. 37-41.
- Knicker, H.** 2004. Stabilization of N-compounds in soil and organic-matter-rich sediments-what is the difference? *Marine Chemistry* 92:167-195.
- Labrador, M. J.** 1996. La materia orgánica em los agroecosistemas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. Pp. 174.
- Laird, R.J., Turrent, A. F., Volke, V. H., Cortes, J. I.** 1993. La investigación en productividad de agroecosistemas, Cuadernos de edafología No. 18. Colegio de Postgraduados.
- Lal, R.,** 2007. Soil Science and the carbon civilization. *Soil Science Society of America Journal* 71:1425–1437.
- Lalitha, B.S., Nagaraj, K.H., Anard, T.N.,** 2001. Effect of soil solarisation on weed dynamics and yield of groundnut-tomato sequence. *Mysore Journal. Agricultural Science* 35(3): 226–231.
- Larson, W.E., Pierce, F.J.,** 1994. The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. In: Doran, J.W., Coleman, D.C., Bezdiek, D.F., Stewart, B.A. (Eds.), *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*. Soil Science Society of America, Inc. pp. 37–51.
- Leal, G.R.** 2007. Influence of Reflective Mulch on Pinot noir Grape and Wine Quality. Master of Applied Science, Lincoln University. New Zealand.
- Lima, A. R., Brussaard, L., Totola, M.R., Hoogmoed, W.B., de Goede, R.M.** 2013. A functional evaluation of three indicator sets for assessing soil quality. *Applied Soil Ecology* 64:194–200.
- Lombardi, B. G., Lucarini, M., Lanzi, S., Aguzzi, A., Cappelloni, M.** 2004. Nutrients and antioxidant molecules in yellow plums (*Prunus domestica* L.) from conventional and organic productions: a comparative study. *Journal Agriculture Food and Chemistry* 52:90–94.
- Loomis, R.S., Connor, D.J.,** 1992. *Crop Ecology: Productivity and Management in Agricultural Systems*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Magdoff, F.** 1998. *Building Soils for Better Crops: Organic Matter Management*, Ohio.
- Mansour, A.M., Ahmed, F.F., Abdelaal, A.K., Eissa, R.R., Sahrawy, O.A.** 2013. The beneficial of using some biostimulants as a partial replacement of chemical In:

- fertilizers in florida prince peach orchards *Journal of Applied Sciences Research* 9: 867–871.
- Marchuk**, A., Rengasamy, P. 2012. Threshold electrolyte concentration and dispersive potential in relation to CROSS in dispersive soils. *Australian Journal Soil Research*. 50:473-481.
- Marta**, Marcón de Ferrer y Carlos Ferrer. 2016. <http://www.unrc.edu.ar/publicar/26/dossi9.html>, fecha de consulta: 05/06/2016.
- Marzouk**, H. A., Kassem, H. A., 2011. Improving fruit quality, nutritional value and yield of Zaghoul dates by the application of organic and/or mineral fertilizers. *Science. Horticultural* 127: 249–254.
- Matlou**, M.C., Haynes, R.J., 2006. Soluble organic matter and microbial biomass C and N in soils under pasture and arable management and the leaching of organic C, N and nitrate in a lysimeter study. *Applied. Soil Ecological* 34:160–167.
- Medina**, L. M. 2010. Situación actual de producción y manejo del estiércol en el municipio de Texcoco. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. México.
- Meléndez**, G. 2003. Abonos orgánicos: principios, aplicaciones e impacto en la agricultura. Centro de investigaciones Agronómicas. Facultad de ciencias Agroalimentarias. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.p.417.
- Mengel**, K., Kirkby, E. A. 1987. Principles of Plant Nutrition. International potash institute, Worblaufen-Bern, Switzerland.p.849.
- Milosevic**, T., Milosevic, N. Glisic, I. 2013. Tree growth, yield, fruit quality attributes and leaf nutrient content of ‘Roxana’ apricot as influenced by natural zeolite, organic and inorganic fertilisers. *Scientia Horticulturae* 156: 131–139.
- Milosevic**, T., Milosevic, N. 2009. The effect of zeolite, organic and inorganic fertilizers on soil chemical properties, growth and biomass yield of apple trees. *Plant Soil Environ* 55(12):528–535.
- Munguía**, J., Zermeño, A., Quezada, R., De La Rosa, M. L., Torres, A. 2004. Relación entre los componentes del balance de energía y la resistencia estomática en el cultivo de melón bajo acolchado plástico. *Revista Internacional de Botánica Experimental* 73: 181-19.
- Muñoz**, L. P. 2004. Productores orgánicos mexicanos: El reto del dicho al hecho. *CONABIO. Biodiversitas* 55:8-12.
- Naidu**, Y. S., Meon, Y., Siddiqui. 2013. Foliar application of microbial-enriched compost tea enhances growth, yield and quality of muskmelon (*Cucumis melo* L.) cultivated under fertigation system. *Scientia Horticulturae* 159:33–40.
- Nardi**, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., Vianello, A., 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology Biochemistry*. 34:1527–1536.
- Narro**, F. E. 1994. Las sustancias húmicas en la agricultura. IDEA. Saltillo, México. pp. 1-4.
- Navarro**, P. J., Moral, H., Gómez, L., Mataix, B. 1995. Residuos orgánicos y Agricultura. Universidad de Alicante. Servicio de Publicaciones. Alicante, España. pp.108.
- Nebbioso**, A., Picolo, A. 2009. Molecular Rigidity and Diffusivity of Al³⁺ And Ca²⁺ Humates As Revealed by NMR Spectroscopy. *Environ Science Technology* 43:2417-2424.
- Nemecek**, T., Huguenin, E. O., Dubois, D., Gaillard, G., Schaller, B., Chervet, A., 2011b. Life cycle assessment of Swiss farming systems: II. Extensive and intensive production. *Agricultural System* 104:233-245.

- Nett, L., Aversch, S., Silke R., Jorg, R., Carmen, F., George, E., Fink, M.** 2010. Does long-term farmyard manure fertilization affect short-term nitrogen mineralization from farmyard manure? *Biology and Fertility of Soils*. 46:159-167.
- Nguyen, T. T., Fuentes, S., Marschner, P.** 2013. Effect of mulch or incorporated in nutrient concentrations sheet and performance of *Vitis vinifera* variety Merlot compost. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 13(2): 485-497.
- NOM-021-RECNAT**, 2001. Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. Semarnat. México. p. 88. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=717582&fecha=31/12/2002.
- NOM-037-FITO-1995**. Por la que se establecen las especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. México p. 11.
- Núñez, E. R.** 1981. Principios de fertilización agrícola con abonos orgánicos. In: O. Monroy H. y G. Viniestra G. (Eds.). *Biología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos*. AGT Editor S.A. México, D.F. pp: 57-63.
- Oades, J.M., Waters, A.G.** 1991. Aggregate hierarchy in soils. *Australian Journal Soil Research* 29: 815.
- Ochoa, M., Bustamante C., Rivero, R.** 2000. Utilización de fuentes de abonos orgánicos en combinación con fertilizante mineral (NPK) para la producción de posturas de *Coffea arábica* L. “2da. Convención internacional de educación superior. Editorial “Felix Varela” Universal Agraria de La Habana, Cuba., p 7.
- Ofosu-Anim, J., Baly, E.T., Frempong, M.E.,** 2006. Effects of organic manure on okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) production. *Journal of Applied Horticulture* 8:155–158.
- Olaimat, A. N., Holley, R. A.** 2012. Factors influencing the microbial safety of fresh produce: A review. *Food Microbiology* 32, 1:1–19.
- Orozco, R. M.** 2012. Efecto de abonos orgánicos en las propiedades químicas del suelo y el rendimiento de la mora (*Rubus adenotrichus*) en dos zonas agroecológicas de Costa Rica. *Tecnología en Marcha* 25(1):16-31.
- Ortiz, S.C.** 2010. Edafología. 8a. Edición. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de suelos. pp. 334.
- Pape, T., Legger, D.** 1994. Manual for Soil Description and Classification Department of Soil Science and Geology. Wageningen Agricultural University. p. 315.
- Parr, J. F., Papendick, R. I., Hornick, S. B., Meyer, R. E.** 1992. Soil quality: Attributes and relationship to alternative and sustainable agricultura. *American Journal of Alternative Agriculture* 7:1-2.
- Pastrana, A. L.** 1999. Manejo integral de abonos orgánicos y químicos en la producción de naranjo en suelos ácidos de Huimanguillo, Tabasco. In: XII Reunión científica tecnológica y agropecuaria de tabasco. Villahermosa Tabasco. pp :242-248.
- Peck, G. M., Andrews, P. K., Reganold, J. P., Fellman, J. K.,** 2006. Apple orchard productivity and fruit quality under organic, conventional and integrated management. *Hortscience* 41: 99–107.
- Peter, A. R., Gasparatos, D.** 2009. Apple tree growth and overall fruit quality under organic and conventional orchard management. *Scientia Horticulturae* 123: 247–252.
- Piccolo, A., Nardi, S., Concheri, G.** 1996. Macromolecular changes of humic substances induced by interaction with organic acids. *European Journal of Soil Science* 47: 319-328.

- Picolo**, A. 2002. The supramolecular structure of humic substances: a novel understanding of humus chemistry and implications in soil science. *Advances in Agronomy* 75:57-134.
- Poirier**, N., Sohi, S. P., Gaunh, J. L., Mahieu, N., Randall, E. W., Powlson, D. S., Evershed, R. P., 2005. The chemical composition of measurable soil organic matter pools *Organic Geochemistry* 36:1174–1189.
- Ponce**, A. G., Roura, S. I., del Valle, C. E., Fritz, R. 2002. Characterization of native microbial population of Swiss chard (*Beta vulgaris*, type cicla). *LWT-Food Science and Technology* 35(4):331–337.
- Pretty**, J. N., Toulmin, C., Williams, S. 2011. Sustainable intensification in African agriculture. *Int Journal Agricultural Sustainable* 9: 5-24.
- Radi**, M., Mahrouz, M., Jaouad, A., Amiot, M. J. 2003. Influence of mineral fertilization (NPK) on the quality of apricot fruit (cv. Canino). The effect of the mode of nitrogen supply. *Agronomie, EDP. Sciences Journals* 23(8):737-745.
- Reyes**, H. A., Manes, S. A., Gessa, G. M. 2000. Efecto de la aplicación del residuo sólido del despulpe del café sobre las propiedades de un suelo. 2da. Convención internacional de educación superior. Editorial “Félix Varela”. Universidad Agraria de La Habana, Cuba. p 8.
- Rigby**, D., CaĂceres, D. 2001. Organic farming and the sustainability of agricultural systems. *Agricultural Systems* 68: 21-40.
- Riley**, H. P., Reidun, E. R., Hansen, S. K., Audun. 2008. Soil structure, organic matter and earthworm activity in a comparison of cropping systems with contrasting tillage, rotations, fertilizer levels and manure use. *Agriculture Ecosystems and Environment* 124: 275-284.
- Robertson**, G. P., Harwood, R. R. 2013. Sustainable agriculture. In *Encyclopedia of biodiversity*. Second edition. Academic Press, Waltham, Massachusetts, USA. p.111-118.
- Robinson**, D. 1988. Mulches and herbicides in ornamental plantings. *Hortscience* 1: 41-45.
- Rogers**, W.S., Booth, G.A. 1959. The roots of fruit trees. *Science Horticulturae* 14: 27-34.
- Roussos**, P.A., Gasparatos, D. 2009. Apple tree growth and overall fruit quality under organic and conventional orchard management. *Scientia Horticulturae* 123:247–252.
- Salgado**, G. S., Palma, D. J., Zavala, J., Lagunés, L.C., Castellán, M., Ortiz, C. F., Juárez, J. F., López, J., Rincón, A. R. 2006. Sistema integrado para recomendar dosis de Fertilizantes en caña de azúcar: Ingenio Pujiltic. Colegio de Postgraduados, Tabasco, México. 105 p.
- Schwentesius**, R. 2010. Producción orgánica y mercados locales en México. *Revista vinculando* 7 p.
- Secor**, J., McCarty, D. R., Shibles, R., Green, D. 1982. Variability and selection for leaf photosynthesis in advanced generations of soybeans. *Crop Science* 22(2):255-259.
- Selma**, M. V., Ibáñez, A. M., Allende, A., Cantwell, M., Suslow, T. 2008b. Effect of gaseous ozone and hot water on microbial and sensory quality of cantaloupe and potential transference of *Escherichia coli* O157:H7 during cutting. *Food Microbiology* 25(1):162–168.
- Seufert**, V., Ramankutty, N., Foley, J.A. 2012b. The yield performance of organic agriculture. In: Corson, M.S., van der Werf, H.M.G. (Eds.), 8th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-food Sector (LCA Food 2012), 14 October 2012. INRA, Rennes, France, Sain-Malo, France, pp. 31-36.

- Silva**, G. L., Lima, H. V., Campanha, M. M., Gilkes, R. J., Oliveira, T. S., 2011. Soil physical quality of Luvisols under agroforestry, natural vegetation and conventional crop management systems in the Brazilian semi-arid region. *Geoderma* 167–168: 61–70.
- Singh**, R., Babu, N., Kumar, R., Srivastava, P., Singh, P., Singh, A., Raghubanshi. 2015. Multifaceted application of crop residue biochar as a tool for sustainable agriculture: An ecological perspective. *Ecological Engineering* 77:324–347.
- Singh**, R. K., Gupta, R. T., Patil, R. R., Sharma, R., Asrey, A., Kumar, K. K., Jangra. 2010. Sequential foliar application of vermicompost leachates improves marketable fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch) *Science Horticultural* 124: 34–39.
- Solórzano**, J. Alvarado, G., Briceño, J. 1996. Evaluación de enmiendas orgánicas en el cultivo de la mora silvestre cv Vino (*Rubus praecipus*) en la Cima de Dota, San José. X Congreso Nacional Agronómico y II Congreso de Suelos. San José: Editorial UNED. 3:p.178.
- Sondi**, I., Pravic, V. 2002. Electrokinetic Investigations of Clay Minerals Particles, En: Delgado, A. Ed. Interfacial Electrokinetics and Electrophoresis. Surfactant science series Marcel Dekker. Inc: 106:773-778.
- Soto**, M. G. 2003. Abonos orgánicos: el proceso de compostaje. In: Meléndez G. y Soto G. Taller de abonos orgánicos. Centro de investigaciones agronómicas (CIA), UCR. Sabanilla. 3 de marzo. Centro de Investigaciones agronómicas. Universidad de Costa Rica pp. 30 57.
- Stevenson**, F. J. 1986. *Cycles of Soil*. JohnWiley. United States. p 380.
- Stevenson**, F. J. 1994. *Stevenson. Humus Chemistry* Wiley, New York, Usa, p. 496.
- Stewart**, D. 2005. The effect of soil and irrigation management on grapevine performance. PhD Thesis, University of Adelaide, Australia. p. 162.
- Stinson**, J. Brinen, G. Mc Connell, D. Black, R. 1990. Evaluation of Landscape mulches. *Hortiscience* 103: 372-377.
- Strock**, J.S. 2008. Ammonification *Encyclopedia of Ecology*. p. 162-165.
- Sud**, G., Bhutani, V. P. 1994. Effects of autumn sprays of urea on the nutrient status of apricot. *Hortscience* 7: 83–88.
- Tambone**, F., Genevini, P., Adani, F. 2007. The Effects of Short-Term Composta Application on Soil Chemical Properties and Nutritional Status of Maize Plant. *Compost Science and Utilization* 15: 76-183.
- Tejeda**, M., González, J. L. 2003. Influence of foliar fertilization with amino acids and humic on productivity on quality of asparagus. *Biological Agriculture & Horticulturae* 21: 277-291.
- Teuscher**, H., Alder, R., Seato, I. 1980. *El suelo y su fertilidad* 6ª edición. CECSA, México.
- Tovar**, S., Quintero, L. La investigación edafológica en México 1991-1992. *Memorias del XXV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo*. Acapulco, Gro., México. p. 72.
- Trinidad**, S. A., Aguilar M. D., 2000. Fertilización Foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. *Terra Latinoamericana* 17(3): 247-255.
- TRUU**, M. 2008. Soil microbiological and biochemical properties for assessing the effect of agricultural management practices in Estonian cultivated soils. *European Journal of Soil Biology* 44: 231-237.

- Tu, C.**, Louws, F. J., Creamer, N. G., Mueller, J. P., Brownie, C., Fager, K., Bell, M., Hu, S. 2006. Responses of soil microbial biomass and N availability to transition strategies from conventional to organic farming systems. *Agriculture Ecosystems and Environment* 113: 206–215.
- Turney, J.**, Mengel, J. 1994. Root health: Mulching to control root disease in avocado and citrus. Riverside, California Avocado Society, Inc. California Avocado Commission and Citrus Research Board. p. 8.
- Vega, M. I.** 2006. Fertilización orgánica en la producción de ciruelo japonés “Methley”. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo. México. p 326.
- Vessey, K. J.** 2003. Plant Growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and soil*. Kluwer Academic Publishers 255: 571-586.
- Vogeler, I.**, Cichota, R., Sivakumaran, S., Deurer, M., McIvor, I. 2006. Soil assessment of apple orchards under conventional and organic management. *Australian Journal of Soil Research* 44: 745–752.
- Watson, D.J.** 1947. Comparative physiological studies in the growth of field crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. *Annals of Botany* 11:41–76.
- Willer, H.**, Yussefi, M. 2002. Organic Agriculture Worldwide-Statistics and future Prospects. p. 340.
- WL Cao, LH Zhang, J. Wang.** 2008. Efectos de la siembra directa y la cubierta sobre las poblaciones microbianas del suelo *Revista de la Universidad Agrícola de Gansu* 43(6): 123-126.
- Wociór, S.**, Wójcik, I., Palonka, S., 2011. The effect of foliar fertilisation on growth and yield of sour cherry (*Prunus cerasus* L.) cv. Łutówka. *Acta Agrobotanica* 64:63–68.
- Yang, E. J.**, Jung, K. J. 2001. Recycling technology of livestock wastes. 163-194 pp. In: proceeding of seminar in commemorations of FFTC's 30th anniversary national Taiwan University (ed.) Issues in the management of agricultural resources. Taipei, Taiwan.
- Yuexing, C.**, Xiaoxia, W., Yulin, S., Junli, Z., Wei, W., Yuncheng, L. 2014. Prácticas de picado alteran la estructura de la comunidad bacteriana del suelo y mejorar la productividad de la huerta y la calidad de la manzana después de cinco temporadas de crecimiento. *Scientia Horticulturae* 172: 248-257.
- Zandonadi, M. P.**, Santos, L.B., Dobbss, F.L., Olivares, L.P., Canellas, M.L., Binzel, A.L., Okorokova, F. A., Façanha, R. 2010. Nitric oxide mediates humic acids-induced root development and plasma membrane H⁺-ATPase activation *Planta* 231: 1025–1036.
- Zavaleta, M. E.**, 2002. Abonos orgánicos para el manejo de Fitopatógenos con origen en el suelo. *Memorias del II Simposium Internacional y Reunión Nacional. Facultad de Ciencias Agrícolas. UAEM.* p 38-45.
- Zhang, L.**, Sun, X. Y., Tian, Y., Gong, X. Q., 2014. Biochar and humic acid amendments improve the quality of composted green waste as a growth medium for the ornamental plant *Calathea insignis*. *Scientia Horticulturae* 176:70–78.
- Zilbilske, L. M.** 1994. *Methods of soil Analysis, Part 2* In: Carbon mineralization. SSSA Book Series 5:835-837.
- Zweifel, C.**, Stephan, R. 2012. Spices and herbs as source of Salmonella-related foodborne diseases. *Food Research International* 45(2):765–769.

APÉNDICE

Cuadro 1A. Resultados del Procedimiento Glimmix de las variables calidad de fruta, producción, nutrientes hoja, nutrientes fruto y estado físico químico del suelo medidas durante el Ciclo 2014.

CALIDAD DE FRUTA	R²	CV	CME	Desv Est	Media	Pr>F
°Brix	0.371098	5.2822	0.7005833	8.2679167	15.84583	0.0234
Acidez	0.681548	20.15378	0.0176483	0.7554167	0.659167	<.0001
pH	0.296504	2.341458	0.0079775	0.0672458	3.814583	0.0658
DPMF	0.161052	4.541057	2.8448711	37.136611	37.14278	0.0073
DEMF	0.103001	4.67505	3.0055025	23.468078	37.08278	0.059
DPMC	0.070995	4.477202	2.7339975	14.207478	36.93111	0.1686
DEMC	0.143941	3.694674	1.8911287	21.622715	37.22069	0.0138
PRODUCCIÓN	R²	CV	CME	Desv Est	Media	Pr>F
Número de frutos por kg	0.041667	6.127889	4.60	4.00	35.00	0.8322
Productividad (Transformación log ^e)	0.186804	14.8359	0.143315	0.6584333	0.711667	0.2372
Rendimiento (Transformación log ^e)	0.207182	59.1287	66.461692	347.36015	19.46917	0.1907
Diámetros de tronco	0.139818	14.83947	18.837112	61.237417	29.2475	0.3787
SST	0.143899	29.78670	41774.0587	140433.3683	41774.0587	0.3643
Índice de área foliar	0.260074	8.810925	523.25877	3678.3734	259.6192	0.1037
Peso específico de hoja	0.042722	11.0735	0.0000007	6.2458333	0.007554	0.8267
Peso de 28 Frutos	0.067058	6.074908	0.0023871	0.0034315	0.80425	0.7004
Peso individual de fruto	0.063915	5.991170	2.95330167	4.03295000	28.68417	0.7166
Número de frutos por árbol	0.235844	39.8821	72515.625	447615.46	675.2083	0.1381
Porcentaje de caída de fruta	0.064089	8.113786	29.45	40.333333	4.166667	0.7157
NUTRIENTES HOJA	R²	CV	CME	Desv Est	Media	Pr>F
N	0.249118	34.64261	0.4319108	2.8658792	1.897083	0.1183
P	0.128309	55.99115	0.0023888	0.0070325	0.087292	0.4214
K	0.280978	36.89914	0.3149167	2.46125	1.520833	0.0802
Ca	0.079359	44.09181	0.495615	0.8544333	1.596667	0.6383
Zn	0.191889	66.43244	41.595833	197.54167	9.708333	0.2248
Mg	0.651538	60.4947	0.0031144	0.1164615	0.09225	<.0001
Cu	0.439526	13.76272	0.5591667	8.77	5.433333	0.0079
Mn	0.384490	38.89296	163.483333	2042.458333	32.87500	0.0191
Fe	0.059981	26.03667	1435.97083	1832.54166	145.5417	0.7369

Continuación de Cuadro 1A.

NUTRIENTES FRUTO	R²	CV	CME	Desv Est	Media	Pr>F
N	0.29573	72.49648	3.2129683	26.984083	2.4725	0.0664
P	0.189456	94.81139	2.225E-05	0.000104	0.004975	0.2306
K	0.069374	6.438713	0.0018333	0.0027333	0.665	0.6885
Ca	0.171872	19.1025	0.0036017	0.01495	0.314167	0.2767
Zn	0.066465	24.51803	0.436875	0.6220833	2.695833	0.7034
Mg	0.2316	50.43096	0.0001521	0.0009171	0.024458	0.1451
Cu	0.254753	12.07577	0.1020833	0.6979167	2.645833	0.1106
Mn	0.371534	9.481223	0.00000213	0.00002513	0.015375	0.0232
Fe	0.435807	22.48405	6.5910467	101.8242000	6.5910467	0.0084
SUELO	R²	CV	CME	Desv Est	Media	Pr>F
pH	0.455696	2.515574	0.0358333	0.18	7.525	0.0662
cE	0.443418	77.62087	0.0241	0.1152	0.2	0.0714
M.O.	0.685411	26.3821	1.2645833	16.53125	4.2625	0.0112
N	0.676445	26.30668	0.003125	0.0392	0.2125	0.0122
P	0.562087	52.6403	573.66667	4418	45.5	0.0322
K	0.592492	47.88135	2.4966667	21.78	3.3	0.0255
Ca	0.782011	12.36759	1.6783333	36.125	10.475	0.0035
Mg	0.351898	13.12571	0.92125	3.00125	7.3125	0.1211
Na	0.125	30.5505	0.0058333	0.005	0.25	0.3903
Fe	0.70936	15.03292	4.9166667	72.00	14.75	0.0087
Cu	0.645161	40.77852	0.0458333	0.500	0.525	0.0163
Zn	0.683895	35.11527	3.5129167	45.60125	5.3375	0.0113
Mn	0.940645	4.057803	0.9583333	91.125	24.125	<.0001

¹ DPMF: diámetro polar madurez fisiológica; ² DEMF: diámetro ecuatorial madurez fisiológica; ³ DPMC: diámetro polar madurez consumo; ⁴ DEMC: diámetro ecuatorial madurez consumo; ⁵ Ce: conductividad eléctrica, ⁶ M.O.: porcentaje de materia orgánica.

Cuadro 2A. Resultados del Procedimiento Glimmix de las variables calidad de fruta, producción, nutrientes hoja, nutrientes fruto y estado físico químico del suelo medidas durante el Ciclo 2015.

CALIDAD DE FRUTA	R²	CV	CME	Desv Est	Media	Pr>F
°Brix	0.104142	10.16335	2.5661283	5.9661667	15.76167	0.5216
Acidez	0.225621	30.12652	0.02901583	0.16907917	0.565417	0.1553
pH	0.19891	10.40482	0.1714167	0.85125	3.979167	0.2086
DPMF	0.272529	6.458583	5.9346109	151.18097	37.71889	<.0001
DEMF	0.270535	6.101659	5.3479846	134.87092	37.90069	<.0001
DPMC	0.111066	6.890362	6.6468245	56.471933	37.41667	0.0447
DEMC	0.130255	6.508161	6.0549086	61.662249	37.80903	0.0227
PRODUCCIÓN	R²	CV	CME	Desv Est	Media	Pr>F
Numero de frutos por kilo	0.189815	13.09705	20.42	95.67	34.50	0.2298
Productividad (Transformación log ^e)	0.104847	17.2086	0.580685	1.3602833	1.134167	0.5185
Rendimiento	0.09369	59.95522	410.25979	848.2225	33.78333	0.5692
Diámetros de tronco	0.154585	13.45359	17.394955	63.613483	31.00083	0.3287
SST	0.148379	26.94805	42863.318	149362.5203	768.2729	0.3491
Índice de área foliar	0.165972	12.42608	1215.438	4837.4511	280.5642	0.2937
Peso específico de hoja	0.167291	9.72211	2.2233333	8.9333333	0.00485	0.2898
Peso de 28 frutos	0.157292	13.02494	11650.768	43492.575	828.7083	0.3201
Peso individual de fruto	0.157462	13.02090	14.8518242	55.51301250	29.5970	0.3195
Número de frutos por árbol	0.100877	30.52227	660425.44	1481919.1	1196.792	0.5362
Porcentaje de caída de fruta	0.08694	119.8801	260.16667	136.61667	9.75	0.6013
NUTRIENTES HOJA	R²	CV	CME	Desv Est	Media	Pr>F
N	0.221818	67.40603	6.3837217	36.3931	3.748333	0.1621
P	0.243564	17.41018	0.000955	0.00615	0.1775	0.1263
K	0.098772	64.61387	0.1014375	0.2223458	0.492917	0.5458
Ca	0.219691	40.67793	0.1789717	1.0077667	1.04	0.166
Zn	0.257189	30.72985	6.2020833	42.947917	8.104167	0.1074
Mg	0.374865	11.20318	0.0025275	0.0303125	0.44875	0.0221
Cu	0.163260	25.7895	2.35791667	9.20125000	5.954167	0.3017
Mn	0.152802	41.6562	204.29792	736.94792	34.3125	0.3344
Fe	0.20823	21.36842	892.02708	4691.9479	139.7708	0.1885

Continuación del cuadro 2A.

NUTRIENTES FRUTO	R²	CV	CME	Desv Est	Media	Pr>F
N	0.242145	62.96568	0.7637208	4.8803792	1.387917	0.1284
P	0.216691	234.0806	0.00069348	0.00383683	0.011250	0.1717
K	0.225008	54.64983	0.0286242	0.1662125	0.309583	0.1564
Ca	0.416095	51.58468	0.0516142	0.7356125	0.440417	0.0117
Zn	0.143274	62.12159	15.58125	52.114583	6.354167	0.3665
Mg	0.029686	53.91027	0.0056794	0.0034751	0.139792	0.8924
Cu	0.254753	12.07577	0.1020833	0.6979167	2.645833	0.1106
Mn	0.329187	38.12104	0.0001571	0.0015415	0.032875	0.0425
Fe	0.265463	33.00179	14.4338725	104.328545	14.4338725	0.0971
SUELO	R²	CV	CME	Desv Est	Media	Pr>F
Ph	0.092251	3.074834	0.05125	0.03125	7.3625	0.4646
cE	0.004157	66.57273	0.0843458	0.0021125	0.43625	0.8794
M.O.	0.70961	29.49268	4.0516667	59.405	6.825	0.0087
N	0.708933	29.54117	0.0101625	0.1485125	0.34125	0.0087
P	0.303349	57.74272	1856.7917	4851.125	74.625	0.1571
K	0.127794	63.0858	4.30125	3.78125	3.2875	0.3846
Ca	0.662553	23.12129	23.24	273.78	20.85	0.0139
Mg	0.378346	13.82046	1.3158333	4.805	8.3	0.1046
Na	0.25	42.85714	0.0225	0.045	0.35	0.207
Fe	0.279612	28.1533	30.916667	72.00	19.75	0.177
Cu	0.075789	65.38828	0.3658333	0.180	0.925	0.5093
Zn	0.770194	35.98996	21.638	435.125	12.925	0.0042
Mn	0.054749	20.60473	17.625	6.125	20.375	0.577
N-NO3	0.376628	46.68869	705.125	2556.125	56.875	0.1056
N-NH4	0.219512	11.66424	10.666667	18	28	0.2416

¹ DPMF: diámetro polar madurez fisiológica; ² DEMF: diámetro ecuatorial madurez fisiológica; ³ DPMC: diámetro polar madurez consumo; ⁴ DEMC: diámetro ecuatorial madurez consumo; ⁵ Ce: conductividad eléctrica, ⁶ M.O.: porcentaje de materia orgánica.

Cuadro 3A. Correlaciones entre las variables, rendimiento, productividad, toneladas por hectárea, diámetro polar madurez fisiológica (DPMF), concentración de potasio en suelo, acidez titulable en fruta, diámetro ecuatorial madurez consumo (DEMC), para el ciclo de producción de ciruelo japonés 2014.

	produc14	tonhect14	
rend14	0.97382	1.00000	
	<i><.0001</i>	<i><.0001</i>	
	K14	acidez14	DEMC14
DPMF14	0.4128	0.63736	0.56818
	<i>0.045</i>	<i>0.0008</i>	<i>0.0038</i>
	K14	DPMF14	
DEMC14	0.40671	0.56818	
	<i>0.0486</i>	<i>0.0038</i>	

Cuadro 4A. Correlaciones entre las variables; acidez titulable con rendimiento. Diámetro ecuatorial madurez consumo (DEMC) con rendimiento. Rendimiento con productividad, toneladas por hectárea, y acidez titulable. Calcio follaje con Magnesio follaje y diámetro ecuatorial madurez fisiológica (DEMF). Diámetro ecuatorial madurez consumo (DEMC) con productividad, toneladas por hectárea y diámetro ecuatorial madurez fisiológica (DEMF). Para el ciclo de producción de ciruelo japonés 2015.

rend15			
acidez15	0.49355		
	<i>0.0142</i>		
rend15			
DEMC15	-0.46483		
	<i>0.0221</i>		
	produc15	tonhect15	acidez15
rend15	0.9698	1	0.49355
	<i><.0001</i>	<i><.0001</i>	<i>0.0142</i>
	Mgfollla15	DEMF15	
Cafolla15	0.4205	0.40917	
	<i>0.0408</i>	<i>0.0471</i>	
	DEMC15		
DPMF15	0.77282		
	<i><.0001</i>		

	produc15	tonhect15	DEMF15
DEMC15	-0.46819 <i>0.021</i>	-0.46485 <i>0.0221</i>	0.81217 <i><.0001</i>

Cuadro 5A. Correlaciones entre ambos ciclos de producción para las variables: Productividad 2015 con rendimiento 2014, productividad 2014, toneladas por hectárea 2014 y rendimiento 2015; toneladas por hectárea 2015 con rendimiento 2015; materia orgánica 2015 con materia orgánica 2014; calcio follaje con concentración de potasio de suelo 2014 y grados °Brix 2015 con contenido de potasio en suelo 2014. En ciruelo japonés 2014-2015.

	rend14	produc14	tonhect14	rend15
produc15	0.50417 <i>0.012</i>	0.54392 <i>0.006</i>	0.50416 <i>0.012</i>	0.9698 <i><.0001</i>
	rend15			
tonhect15	1.00000 <i><.0001</i>			
	mo14			
mo15	0.49768 <i>0.0133</i>			
	K14			
Cafolla15	- 0.46522 <i>0.022</i>			
	K14			
grabrix15	0.42408 <i>0.0389</i>			

Cuadro 6A. Listado de certificadoras orgánicas en México.

<p>Organic Crop Improvement Asociation International OCIA Intenational Calle 24 No. 554-F por 17 y 19 Colonia Maya C.P. 97134 Mérida, Yucatán Tel.: 01 999 211 0335 jgonzalez@ocia.org Representante Legal: C.P. Julio González.</p>	<p>CERTIMEX (Certificadora Mexicana de Productos y Procesos Ecológicos, S.C.) Calle 16 septiembre No. 204 Ejido de Guadalupe Victoria C.P. 68026 Oaxaca, Oaxaca Tel. 01 951 520 2687 01 951 520 0617 certimex@certimexsc.com direccionejecutiva@certimex.com Representante Legal: Ing. Taurino Reyes Santiago Contacto: Ing. Hermán Martínez M.</p>
<p>Instituto para el Mercado Ecológico, S.A. de C.V. IMO-Control C/Palma Norte No. 308, Edificio México, Desp. 309 Col. Centro Cuauhtémoc México, D.F. Tel. 01 55 5510 9471 044 55 3145 9586 imomexico@imo-la.com rockybmc@gmail.com Contacto: Arely Flores Representante Legal: Jenny Roxana Balderrama Mariscal</p>	<p>México Tradición Orgánica, S.A. de C.V. METROCERT Av. Camelinas No. 136 Col. Nueva Jacaranda C.P. 58099 Morelia, Michoacán Tel. 01 443 3407 7744 contacto@metrocert.com mchavez@metrocert.com Contacto: Lic. Miguel A. Chávez Representante Legal: Ing. Mauricio Soberanes Hernández</p>
<p>Agricert México, S.A. de C.V. Paseo de la Revolución No. 330 Col. Emiliano Zapata C.P. 60180 Uruapán, Michoacán Tel. 01 452 502 0366 01 452 105 6786 bioagricert.mexico@hotmail.com Representante Legal: Ing. Victor Manuel Luengo</p>	<p>Control Unión Perú S.A.C. Control Union World Group 2a. Poniente No. 38 Col Barrio Los Angeles C.P. 30370 Ángel Albino Corzo Chiapas Tel. 01 992 655 0144 01 521 99210 99021 lescalante@controlunion.com achavari@qperu.com Contacto: Lázaro Escalante López Representante Legal: Ing. Iván Plata</p>
<p>Mayacert México, S.C. Carretera Internacional 3912 C.P. 68274 Pueblo Nuevo, Oaxaca Tel. 01 951 512 5128 mayacert@yahoo.com.mx Representante Legal: Waldemar Blas Bustamante</p>	<p>Oregon Tilth Certified Organic Justo Sierra No. 44 C.P. 62540 Tlayacapan Morelos Tel. 01 735 357 7000 inspectororganico@yahoo.com.mx Representante Legal: Ing. Ernesto de la Rosa Santamaría</p>
<p>OCIA-México Homero Blas / Rodolfo García H. Escuela Naval Militar 621-203, Col. Reforma, Oaxaca, Oaxaca, C.P. 68050 Tel./FAX 01 951 513 45 51</p>	<p>Bioagricert (BAC) Fulvio Gioanetto 2a Calle, Comunidad Indígena de Nirio, Mpio. de Paracho, Michoacán, Tel./FAX 01 423 594 60 36</p>

<p>OCIA@prodigy.net.mx rodolfo@ociala.com OCIA "“ Oficina Regional para America Latina Homero Blas Bustamante Emilio Portes Gil No. 117, Pueblo Nuevo, Oaxaca, Oaxaca, C.P. 68274 Tel./FAX 01 951 512 51 28 hblas@ociala.com hblas@ocia.org www.ociala.com</p>	<p>lichen@mailcity.com, lichen@lycos.com www.bioagricert.org/</p>
<p>BCS A–KO Garantie Victor Cruz Texcoco, Edo. de México Tel: 01 595 955 81 06 Tel/ FAX 01 595 955 81 06 01 555 199 11 52 bcm@prodigy.net.mx www.bcs-oeko.com/sp_index.html</p>	<p>IMO Control Oficina en México Gerardo Dromundo Carril San Cristóbal No. 2, Barrio San Cristóbal, Tulantongo, Texcoco, Estado de México, C.P. 56200 Tel 01 595 931 43 45 Cel. 01 552 178 80 21 imomexico@yahoo.com.mx imomex@terra.com</p>

Cuadro 7A. Sustancias que pueden emplearse para el abonado, enmiendas, acondicionador e inoculantes del suelo:

Denominación	descripción, requisitos de composición o condiciones de uso
Estiércol de establo y granjas avícolas (gallinaza)	Permitidas las fuentes de Producción Orgánica o de ganadería extensiva libre de sustancias prohibidas. Otra fuente de actividad agropecuaria convencional, solo si hay ausencia de contaminantes químicos o microbiológicos establecidos para productos convencionales y previo compostaje.
Estiércol líquido u orina de animales	Si no procede de fuentes orgánicas. Utilización, tras una fermentación controlada o dilución adecuada. Los productos de la fermentación anaeróbica deben ser inocuos. El proceso de fermentación anaeróbica debe cuidar las fases secuenciales (inicial, de transición, fase ácida, fase metanogénica, y de maduración).
Excrementos de animales composteados*	Fuentes de actividad agropecuaria convencional no son permitidas; solo si hay ausencia de contaminantes químicos o microbiológicos establecidos para productos convencionales y previo compostaje.

Estiércol de establo y estiércol avícola deshidratados	Fuentes de actividad agropecuaria convencional no son permitidas, permitida solo si hay ausencia de contaminantes químicos o microbiológicos establecidos para productos convencionales y previo compostaje.
Guano fosilizado	<p>Guano. Estiércol de aves marinas, que proviene de acumulaciones ocurridas en el Plioceno y el Pleistoceno; compuesto por amoníaco, ácido úrico, fosfórico, oxálico y ácidos carbónicos, sales minerales e impurezas.</p> <p>Guano de murciélago. Estiércol de murciélago que proviene de acumulaciones ocurridas en el Plioceno y el Pleistoceno, rico en nutrientes y flora microbiana; rico en quelatos órgano-minerales. La exposición excesiva y prolongada sin protección, puede provocar histoplasmosis.</p> <p>El guano de murciélago fresco quedará restringido su uso y condicionado a la demostración de que su manejo no pone en riesgo la salud de los recolectores, procesadores, distribuidores u otros agentes. Y provenga de un aprovechamiento sustentable.</p>
Compostas procedentes de residuos vegetales	Libres de sustancias prohibidas.
Abonos verdes	De plantas o semillas producidas libres de sustancias prohibidas.
Productos elaborados mataderos e pesqueras	animales procedentes de industrias
Subproductos alimentarias y textiles	de industrias No tratados con aditivos sintéticos. Todos los residuos provenientes dela agricultura, ganadería y agroindustria orgánica, así como de la agricultura tradicional estarán permitidos.
Algas (de cuerpos continentales o marinas) y sus derivados	.....
Aserrín, cortezas de deshechos de madera	de árbol y No tratados con aditivos sintéticos. No procedan de especies en peligro de extinción.
Extracto acuáticas (que hidrolizadas)	de plantas Libre de sustancias prohibidas. Extracción está limitada al uso de hidróxido de potasio o hidróxido de sodio.
Cenizas de Madera	Libre de sustancias prohibidas No se acepta de roza tumba y quema.
Roca de fosfato natural	Obtenido por trituración de fosfato minerales. Su contenido de Cadmio deberá ser inferior o igual a 90 mg/kg de P205.
Escoria básica	.....

Potasa mineral, sales de potasio de extracción mineral (por ejemplo: cainita, sylvinita)	Menos de 60% de cloro.
Sulfato de potasio (por ejemplo patenkali)	Obtenido por procedimientos físicos pero no enriquecido mediante procesos químicos para aumentar su solubilidad.
Carbonato de calcio de origen natural (por ejemplo: creta, marga, roca calcárea molida, arena calcárea, creta fosfatada)	.....
Roca de magnesio	.....
Roca calcárea de magnesio	.....
Sales de Epsom (sulfato de magnesio).	.....
Yeso (sulfato de calcio)	.....
Vinaza y sus extractos	Excluida vinaza amónica.
Fosfato aluminio cálcico	Utilización limitada a los suelos básicos (pH > 7,5) Obtenido de manera amorfa, por tratamiento térmico y triturado, que contiene, como componentes esenciales, fosfatos cálcicos y de aluminio. Componente de cadmio inferior a 90 mg/kg P205.
Oligoelementos (por ejemplo: boro, hierro, manganeso, molibdeno, zinc)	.....
Azufre	.....
Polvo de piedra	.....
Arcilla (por ejemplo bentonita, perlita, zeolita)	.....
Organismos biológicos naturales (Por ejemplo microorganismos fijadores de nitrógeno y liberadores de fósforo)	.....
Vermiculita	.....
Turba, leonardita	Excluidos los aditivos sintéticos; permitida para semilla, macetas y compostas modulares. Otros usos, según lo admita la Secretaría, el organismo de certificación orgánica aprobado o el organismo reconocido por la Secretaría para aplicar una certificación participativa. Turba: utilización limitada a la horticultura (cultivo de hortalizas, floricultura, arboricultura, viveros y movilización de material vegetativo)

Humus	de
lombriz(lombricomposta), vermicomposta	
Zeolitas	.....
Carbón vegetal	.....
Cloruro de calcio	.....
Excrementos humanos	Previamente composteado. No aplicable a cultivos para consumo humano.
Subproductos composteados de la industria azucarera (por ejemplo cachaza)	.....
Subproductos de industrias que elaboran ingredientes procedentes de agricultura orgánica	.....

Cuadro 8A. Productos no permitidos para llevar la certificación Japanese Agricultural Standard (JAS).	
Bebidas alcohólicas, como vino o cerveza.	Alimentos orgánicos procesados que contengan productos ganaderos, como mayonesa o chocolate con leche.
No pueden llevar el símbolo JAS, pero puede haber referencia al estatus orgánico.	Productos ganaderos orgánicos, como carne vacuna.
Productos agrícolas orgánicos que no utilizan la tierra, como lechugas hidropónicas.	Alimentos procesados con una tasa menor del 95% de materia prima agrícola orgánica.

Cuadro 9A. Agentes para el manejo ecológico de insectos, hongos, virus, bacterias y arvenses:

Sustancia	Descripción; requisitos de composición; condiciones de uso
I. Vegetales y animales	
Preparación de piretrinas naturales
Preparación de rotenonas naturales
Preparación de <i>Quassiaamara</i>
Preparación de <i>Ryaniaspeciosa</i>
Preparación a base de Neem (<i>Azadirachtina</i>) obtenidas de <i>Azadirachta indica</i>	
Preparación a base de Tajetes o Cempaxúchitl	
Propóleos
Aceites vegetales y animales
Algas marinas, sus harinas, extractos, sales marinas y agua salada. Extracto de <i>Chlorella</i> (algas de aguadulce)	No tratadas químicamente.
Grenetina
Lecitina
Caseína
Ácidos naturales (por ejemplo vinagre)
Producto de la fermentación de <i>Aspergillus</i>
Extracto de hongos (hongo Shiitake)
Preparados naturales de plantas	En el caso de especies silvestres deben de provenir de producción sostenible.
Infusión de tabaco (excepto nicotina pura)
II. Minerales	
Compuestos inorgánicos (mezcla de Burdeos, hidróxido de cobre, oxiclورو de cobre)
Mezcla de Burgundy
Sales de cobre
Azufre
Polvos minerales (polvo de piedra, silicatos, caolín)

Tierra diatomácea, aceite de parafina(minerales)	.....
Silicatos, arcilla (Bentonita)	.....
Silicato de sodio	.....
Bicarbonato de sodio	.....
Permanganato de potasio	.....
Aceite de parafina	

III. Microorganismos utilizados para el control biológico de plagas

Microorganismos (bacterias, virus, hongos), por ejemplo Bacillus thuringiensis, virus Granulosis, etc.
---	-------

IV. Macro organismos

Predadores	.....
Parasitoides	.....
Nematodos y protozoarios	.....

V. Otros

Dióxido de carbono y gas de nitrógeno	.....
Jabón de potasio (jabón blando)	.....
Alcohol etílico	.....
Preparados homeopáticos y ayurvédicos	.....
Preparaciones de hierbas y biodinámicas	.....
Insectos machos estériles	.....

VI. Trampas

Preparados de feromona	.....
Preparaciones basadas en metaldehídos que contengan repelentes para las especies de animales mayores, siempre y cuando se apliquen en trampas.	.....
Proteína hidrolizada	....
En el caso inertes y coadyuvantes solo de la Lista 4 A o 4 B de la Environmental Protection Agency (EPA)	....

Cuadro 10A. Concentraciones máximas de contaminantes por categorías (ppm).

Categoría	As- (C1)	As- (D2)	Cd- (C1)	Cd- (D2)	Pb- (C1)	Pb- (D2)
Composta, estiércol y mulch	10	149	20	40	90	290
Minerales y cenizas	20	300	40	80	180	580
Otros materiales para la nutrición de cultivos y mejoradores o enmiendas de suelo	40	600	80	160	360	1160

C= Nivel en el que emite una declaración de precaución para un producto determinado en

la Lista, son los riesgos de contaminación a largo plazo basado en el contenido de contaminantes elementales.

D = Nivel en el que un producto no es elegible para su inclusión en la Lista debido al peligro de contaminación del suelo.

Cuadro 11A. Garantías mínimas requeridas para micronutrientes sintéticos.

Nutriente	
Boro (B)	0.0200%
Cobalto (Co)	0.0005%
Cobre (Cu)	0.0500%
Hierro (Fe)	0.1000%
Manganeso (Mn)	0.0500%
Molibdeno (Mo)	0.0005%
Zinc (Zn)	0.0500%

Fuente: American Association of Plant Floor control Officials (AAPFCO)

Cuadro 12A. Límites de las relaciones de cloruro y nitrato con los micronutrientes.

Nutriente	Cl: Nutriente	NO3 N: Nutriente
Cobalto	1.20	0.48
Cobre	0.56	0.44
Hierro	1.27	0.75
Manganeso	1.29	0.51
Molibdeno	0.74	N/A
Selenio	0.45	N/A
Zinc	1.08	0.43

Cuadro 13A. Productos mejoradores de suelo y abonos permitidos por la certificación JAS.

Sulfato de potasio magnesio y calcio.	Compostas a base de residuos agrícolas, caseros y de estiércol de ganado
Guano de islas, de ovino, vacuno, caprino, avícola.	Fosfatos Naturales.
Algas secas.	Carbonato de calcio

Cuadro 14A. Productos permitidos para el manejo de plagas por la certificación JAS.

Rotenona
Azufre
Feromonas
Cobre en polvo y sulfato de cobre
Productos permitidos para el Transporte, lavado, almacén por la certificación JAS.
Carbonato e hidróxido de calcio
Enzimas
Nitrógeno

Etanol
Ácido cítrico y tartárico (DL- y L-).
Dióxido de carbono