

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Manejo orgánico en el cultivo de limón persa (*Citrus latifolia* L.)

Por:

JOSÉ DANIEL VARGAS MARTÍNEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón, Coahuila, México

Noviembre 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Manejo orgánico en el cultivo de limón persa (*Citrus latifolia* L.)

Por:

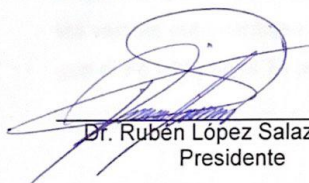
JOSÉ DANIEL VARGAS MARTÍNEZ

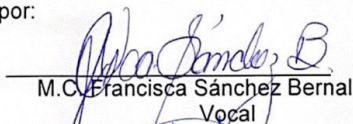
TESIS

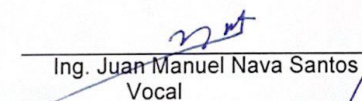
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

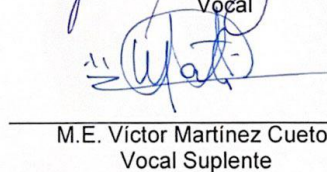
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por:


Dr. Rubén López Salazar
Presidente


M.C. Francisca Sánchez Bernal
Vocal


Ing. Juan Manuel Nava Santos
Vocal


M.E. Víctor Martínez Cueto
Vocal Suplente


Dr. Isaías de la Cruz Álvarez
Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas

Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO



COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Torreón, Coahuila, México
Noviembre 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRÓNOMICAS
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Manejo orgánico en el cultivo de limón persa (*Citrus latifolia* L.)

Por:

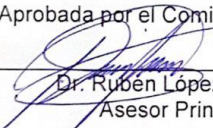
JOSÉ DANIEL VARGAS MARTÍNEZ

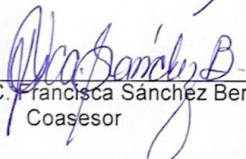
TESIS


Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. Rubén López Salazar
Asesor Principal


M.C. Francisca Sánchez Bernal
Coasesor


Ing. Juan Manuel Nava Santos
Coasesor


Dr. Isaias de la Cruz Alvarez
Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México
Noviembre 2021

AGRADECIMIENTOS

A mi ¡Alma Terra Mater!: La Narro gracias por darme la oportunidad de formar parte de ella durante 4 años y medio y haber sido refugio durante mi etapa de estudiante, por permitirme iniciar y terminar una carrera profesional dentro de sus instalaciones.

A mis asesores de tesis Dr. Rubén López Salazar, M.C. Francisca Sánchez Bernal, M.E Víctor Martínez Cueto, Ing. Juan Manuel Nava Santos: por su apoyo y tiempo brindado para la realización de mi proyecto de tesis.

A mis compañeros: que, durante 4 años y medio, compartimos momentos de alegría, tristezas, pero que sin embargo seguimos a delante y logramos nuestro objetivo que teníamos pensado.

A MIS AMIGOS

J. Crescencio, Víctor Barreto, Brenda Amador, Saúl Labra, Raúl Robles, Fidelino Duarte, Irvin Palafox. Gracias por la valiosa amistad que me brindaron durante estos 4 años y medio ya que siempre estuvieron en los momentos difíciles y alegres de mi vida porque me enseñaron que aquí tengo otra familia, los llevo siempre presente en mi corazón y mi mente.

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

JOSE VARGAS BIELMA
Y
ROSALINA MARTINEZ VARGAS

Queridos padres:

Primeramente, gracias por permitirme estar con ustedes por darme la vida, por guiarme por el camino correcto, por motivarme a seguir a delante y concluir la carrera. Les dedico este trabajo por todos los esfuerzos y sacrificios que han hecho por mí y por sus consejos, cariño y amor. Gracias al apoyo que me brindaron concluí una meta más en mi vida y por eso estaré eternamente agradecido con ustedes papas. En verdad les agradezco por comprenderme y haber depositado su confianza en mí, mil gracias padres por este logro y por muchas más cosas que han hecho por mí, los amo mucho.

A MIS HERMANOS:

Jerson Ulises Vargas Martínez Y Xiomara Vargas Martínez, por todo el apoyo que siempre me brindaron, por motivarme a seguir a delante, por todos los momentos difíciles que pasaron para que yo pudiera lograr este sueño este triunfo también es de ustedes, gracias por tener una familia tan valiosa y maravillosa como ustedes.

A MIS ABUELOS:

LEOBARDO MARTINEZ, MONICA VARGAS, MARIA BIELMA

Ustedes que son los cimientos de esta gran familia que dios me regalo, les agradezco por todos sus consejos y por esas sabias palabras que supieron brindarme que hoy son parte de mi vida.

RESUMEN.

El presente trabajo de investigación se evaluó el efecto del ácido fúlvico en el cultivo de limón persa (*Citrus latifolia L.*) mediante el manejo orgánico, el experimento se realizó en la comunidad de Jaltepec de candayoc perteneciente al municipio de san Juan cotzocon Oaxaca, se evaluaron seis tratamientos y un testigo, se utilizó un compuesto orgánico en concentraciones de T1 (testigo), T2 (1 mL⁻¹ de AF), T3 (2 mL⁻¹ de AF), T4 (3 mL⁻¹ de AF), T5 (4 mL⁻¹ de AF), T6 (5 mL⁻¹ de AF), se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con 5 repeticiones. Las variables evaluadas fueron: peso fresco, seco, nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre, zinc, manganeso y sodio, para el análisis estadístico se utilizó el programa Minitab v.19, después del análisis de los resultados obtenidos en esta investigación, el tratamiento 4 (3 mL⁻¹ de AF) resultó estadísticamente superior en las variables de peso fresco y peso seco de la primera y segunda evaluación de estas, durante la tercer evaluación, el tratamiento 2 (1 mL⁻¹ de AF) resultó superior en las variables de peso seco y fresco, al emplear el DOP para la interpretación de los valores nutrimentales, se detectaron los ordene de uso de los elementos, en los que el Fe y Mg en el T4 se muestran de manera suficiente.

Palabras clave: *Ácido fúlvico, Limón persa, Manejo orgánico, DOP, Nutrición organica*

INDICE

AGRADECIMIENTOS	<i>i</i>
DEDICATORIA	<i>ii</i>
RESUMEN.	<i>iii</i>
Índice de cuadros	<i>vi</i>
Índice de figuras.	<i>vii</i>
I INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVO	2
1.2 HIPÓTESIS	2
II REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Importancia económica del limón persa	3
2.2 Distribución del volumen de producción en limón persa a nivel nacional (ton).	5
2.3 Importancia del limon persa en el estado de Oaxaca.	6
2.4 Principales usos.	8
2.5 Comer limón representa consumir vitamina c sin calorías.	9
2.6 Valoración nutricional	10
2.7 Necesidades de energía y nutrientes.	13
2.8 Fertilización o nutrición orgánica del limon persa	15
2.9 Carencias nutricionales del cultivo.	19
2.10 Uso del ácido fúlvico en la nutrición o fertilización orgánica.	20
2.11 Beneficios de las sustancias húmicas	21
III MATERIALES Y METODOS	24
3.1 Localización del Experimento	24
3.2 Clima	25
3.3 Manejo del Cultivo	26
3.3.1 Época de establecimiento.....	26
3.3.2 Preparación del suelo	26
3.3.3Distanciamiento.....	27
3.3.4 Ahoyado.....	27
3.3.5 Plantación.	27
3.3.6 Poda de Formación.	27
3.3.7 Deshierbe.....	28
3.3.8 Aplicación de ácidos fúlvicos.	29
3.4 Diseño estadístico	31

3.5. Muestra vegetal	32
3.6 Determinación de la concentración de nutrientes	33
<i>IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN</i>	34
4.1 Primer corte peso fresco.....	34
4.2 Primer corte peso seco.	35
4.3 Segundo corte peso fresco.....	38
4.4 Segundo corte peso seco.	39
4.5 Tercer corte peso fresco.	41
4.6 Tercer corte peso seco.....	42
<i>V CONCLUSIÓN</i>	51
<i>VI LITERATURA CITADA</i>	52

Índice de cuadros.

Cuadro 1. Composición nutricional.....	11
Cuadro 2. Ingestas recomendadas de energía y nutrientes para niños, niñas y hombres.	13
Cuadro 3. Temperatura de Jaltepec de candayoc.....	25
Cuadro 4. Análisis de varianza primer corte peso fresco.	34
Cuadro 5. Análisis de varianza primer corte peso seco.....	35
Cuadro 6. Diagnostico nutrimental foliar del peciolo del limón persa, Por el método Desviación del Optimo Porcentual (DOP), primer corte.....	37
Cuadro 7. Análisis de varianza segundo corte peso fresco.....	38
Cuadro 8. Análisis de varianza segundo corte peso seco.	39
Cuadro 9. Diagnostico nutrimental foliar del peciolo del limón persa, Por el método Desviación del Optimo Porcentual (DOP), segundo corte.....	40
Cuadro 10. Análisis de varianza tercer corte peso fresco.....	41
Cuadro 11. Análisis de varianza tercer corte peso seco.	42
Cuadro 12. Diagnostico nutrimental foliar del peciolo del limón persa en la etapa de prefloración, Por el método Desviación del Optimo Porcentual (DOP), Tercer corte.	43
Cuadro 13. Contenido de nutrientes en las hojas de limón Kagzi Kalan como afectado por portainjertos.....	45
Cuadro 14. Contenido de micronutrientes en las hojas de limón Kagzi Kalan como afectado por portainjertos.....	46

Índice de figuras.

<i>Figura 1. Volumen de producción limón persa a nivel estatal 2019.</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2. Los municipios con mayor producción de limón persa en la región.</i>	<i>7</i>
<i>Figura 3. Cantidad de nitrógeno requerido por año del cultivo.</i>	<i>16</i>
<i>Figura 4. Rangos óptimos de elementos en análisis foliar de limón persa.</i>	<i>17</i>
<i>Figura 5. Fertilizantes orgánicos aprobados por USDA.</i>	<i>18</i>
<i>Figura 6. Localización de Jaltepec de candayoc.</i>	<i>24</i>
<i>Figura 7. Preparación del suelo.</i>	<i>26</i>
<i>Figura 8. Deshierbe.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 9. Resultados del deshierbe realizado.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 10. Aplicación de ácidos fulvicos.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 11. Producto aplicado (GrowMate).</i>	<i>30</i>
<i>Figura 12. Recolecta de hojas de limón persa.</i>	<i>32</i>
<i>Figura 13. Peso seco y peso fresco de limón persa.</i>	<i>32</i>
<i>Figura 14. Primer corte de peso fresco.</i>	<i>34</i>
<i>Figura 15. Primer corte peso seco.</i>	<i>35</i>
<i>Figura 16. Segundo corte peso fresco.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 17. Segundo corte peso seco.</i>	<i>39</i>
<i>Figura 18. Tercer corte peso fresco.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 19. Tercer corte peso seco.</i>	<i>42</i>

I INTRODUCCIÓN

Citrus Latifolia, mejor conocido como Limón persa, es una variedad de limón (lima) que debido a su calidad, color y sabor casi en su totalidad es utilizado para la exportación, al día de hoy aproximadamente 21 países lo consumen observando así que un 70% es para Estados Unidos y Canadá, un 10% es para Europa, 10% para el mercado nacional y el 10% restante es para la industria. Con 15 mil productores y 45 mil de las 82 mil ha totales de limón persa en el país, la región de Martínez de la Torre, se encuentra posicionada y reconocida a nivel mundial como líder en producción y exportación, alcanzando así una competencia constante con países como Brasil, principal proveedor de limón persa en Europa (tropicpak, 2021).

La fertilización en cultivos orgánicos es una de las partes más importantes en cuanto a manejo si se busca la máxima producción posible. Para comenzar, la fertilización se da para sustituir los nutrientes de la planta que son extraídos con cada cosecha que pasa. La idea es aumentar la disponibilidad de materia orgánica que tiene la planta para mejorar la vida macro y microbiológica en el suelo y así hacer mejor uso de los nutrientes del suelo y el reciclaje de estos (OIRSA, 2011).

El ácido fúlvico, actúa sobre la nutrición de la planta y activa su metabolismo, al absorberse dentro de la planta, permanece en los tejidos y actúa como antioxidante, aporta nutrientes y la bioestimula. Sirve como alimento para las micorrizas, que a su vez benefician a la planta. El humus joven (el que contiene una proporción más alta de ácido fúlvico), aporta vida a la tierra. Proporciona a la tierra mayor disponibilidad de nitrógeno amoniacal (de rápida absorción), potasio, calcio, magnesio, cobre, hierro, manganeso y zinc (Campos 2012).

1.1 OBJETIVO

Implementar una nutrición orgánica mediante el uso de ácidos fúlvicos en el cultivo de limón persa (*Citrus latifolia L.*)

1.2 HIPÓTESIS

Al menos un tratamiento de ácido fúlvico tendrá efecto significativo en la nutrición orgánica de limón persa (*Citrus latifolia L.*)

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia económica del limón persa

En México se cultivan dos variedades (limón persa 30% y mexicano 70% del total nacional), las cuales están bastante bien diferenciadas por zonas productoras, tipos de tierras (riego o temporal) esquemas de comercialización, etc., sin embargo, ambas variedades, se complementan de manera natural para satisfacer las demandas del mercado (tanto nacional como internacional). El limón persa o "sin semilla", se dedica casi exclusivamente a la exportación, este cítrico en los últimos años ha tenido un importante auge, lo que ha permitido elevar la superficie cosechada y la producción. El mexicano por su parte, se destina al abastecimiento del mercado nacional, debido a su mayor preferencia por parte de los consumidores. El limón es el segundo cítrico más importante en nuestro país, tanto por su consumo en fresco como por su uso industrial. Dentro del contexto mundial México está considerado como el principal país productor en las dos variedades. En el año comercial 2016/17 (agosto - julio) el país participó el 33.8 por ciento de la producción mundial (7 millones de toneladas) y en la última década, el país se ubicó como el principal exportador mundial. (USDA/FAS, 2017).

La producción nacional de limón en 2017, fue de 2.5 millones de toneladas, representando un crecimiento de 3.4% respecto al año previo. El principal destino del limón mexicano o limón agrio fue Estados Unidos; mientras que el limón persa se envió principalmente a Estados Unidos, Países Bajos y Reino Unido. En 2017, los principales estados productores de limón persa fueron: Veracruz, Oaxaca y Jalisco en conjunto aportaron 95 por ciento del volumen producido en México de esta variedad, mientras que para el limón mexicano sobresalen los estados de Michoacán y Colima, los cuales participaron con 89 por ciento de la producción. (SIAP, 2017).

Cifras preliminares del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera afirman que Veracruz (717,014 toneladas); Michoacán (619,612 t), y Oaxaca (263,448 t) se ubicaron como los mayores productores de limón durante 2016-2017, producto que nos ha colocado a nivel internacional en segundo lugar de producción, abriendo y diversificando nuestras fronteras para que en otras naciones disfruten de la calidad de este cítrico reconocido por su calidad e inocuidad. La producción nacional obtenida en ese periodo fue de 2,439,477 toneladas de limón, 4.9% por arriba de lo alcanzado en 2015. (SIAP, 2017).

En México, la citricultura es considerada como una de las principales actividades del sector primario, siendo el limón, por su volumen de producción, uno de los cítricos más importantes, en México se cultivan tres especies de limón: limón agrio (mexicano) *Citrus aurantifolia*, el limón persa *citrus latifolia* y el limón italiano *Citrus limón* Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (SIAP, 2018).

En cuanto a la producción mundial de limón, la agricultura mexicana es una de las más productivas, para el 2018 México ocupa el 1 er lugar como productor mundial con 2,533,176 toneladas, con un volumen que representa el 13.7 por ciento del total mundial, India es la segunda nación productora del cítrico. (SIAP, 2020).

Gran parte del territorio nacional cuenta con las condiciones edafoclimáticas adecuadas para la producción de limón. Entre las 5 principales entidades, productoras de limón agrio y limón persa destacan: Michoacán con el 29 por ciento del volumen de producción ya que este estado tiene una producción mayor en limón agrio y Veracruz con el 27 por ciento del volumen de producción en limón persa, seguido por los estados Oaxaca y Colima con el 10 por ciento de la producción, Tamaulipas 4 por ciento y otros que están representado por 23 estados corresponde al 20 por ciento de la producción. (SIAP, 2020).

2.2 Distribución del volumen de producción en limón persa a nivel nacional (ton).

En cuanto a las principales entidades productoras de limón persa a nivel nacional destaca en primer lugar Veracruz con el 53 por ciento de la producción, seguido por Oaxaca con el 14 por ciento de la producción, el estado Jalisco con el 7 por ciento, Tabasco con el 6 por ciento, Yucatán con un 4 por ciento de la producción y otros con una producción del 15. (SIAP, 2020).

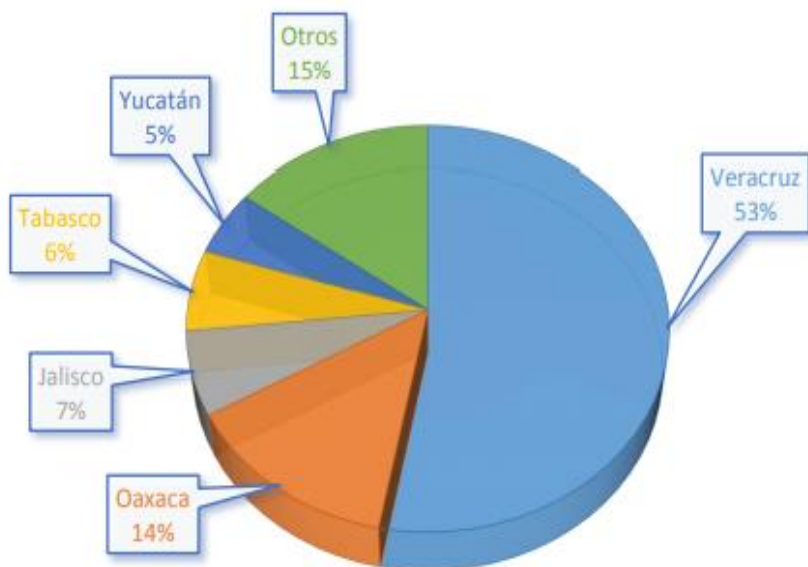


Figura 1. Volumen de producción limón persa a nivel estatal 2019.

2.3 Importancia del limón persa en el estado de Oaxaca.

Oaxaca potencia en producción nacional del limón persa, Ocupa actualmente la tercera posición nacional al alcanzar en 2018, las 285 mil 986 toneladas del cítrico. La entidad oaxaqueña ocupa la tercera posición en producción nacional de limón persa al alcanzar en 2018, las 285 mil 986 toneladas; mientras que es el séptimo estado con mayor producción de cítricos en el país al general alrededor de 318 mil toneladas anuales. Actualmente en el territorio estatal se tienen distribuidos cultivos de limón mexicano, limón persa, naranja, toronja y mandarina en 25 mil 529 hectáreas. Con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), en 2018 la entidad produjo 285 mil 986 toneladas del cítrico en una superficie sembrada de 21 mil 218, sólo por debajo de estados como Michoacán que tuvo una producción de 733 mil 632 toneladas y Veracruz que produjo 657 mil 602 toneladas. En 2017, la producción de limón alcanzó las 274 mil 581 toneladas, es decir 11 mil toneladas menos que el año pasado. El limón persa logra exportarse de manera anual un aproximado de 263 mil toneladas de limón y representan uno de los cultivos más importantes en las regiones de la Cuenca del Papaloapan y en el Istmo de Tehuantepec. (Reyes Mantecón, 2019).

Los municipios con mayor producción de limón persa en la región, tal es el caso de: San Juan Bautista Tuxtepec, Santiago Yaveo, San Juan Cotzocón y San Miguel Soyaltepec. La producción de estos cuatro municipios representa 99% de la producción regional. (SIAP, 2017).



Figura 2. Los municipios con mayor producción de limón persa en la región.

2.4 Principales usos.

El jugo fresco de limón tiene una gran diversidad de usos, sirve para condimentar diferentes platos de cocina, en la preparación de carnes y mariscos, en la elaboración de bebidas frías, como mezcla de bebidas alcohólicas, en la fabricación de pasteles, mermeladas, jaleas, sorbetes, nieves, conservas y otros, así como para la preservación de alimentos. De la cáscara se extrae aceite esencial y la pulpa sirve para alimentación de ganado. El aceite es utilizado en la industria de los cosméticos. Tiene numerosas propiedades medicinales y es buena planta melífera. (Jesús Vanegas, 2002).

2.5 Comer limón representa consumir vitamina c sin calorías.

Por mencionar algunas curas o beneficios obtenidos al consumir limón, podemos mencionar las siguientes: Su nivel de Potasio y bajo Sodio, lo hacen ideal para combatir la hipertensión arterial. Desintoxicante y purificador, su jugo erradica las sustancias nocivas y extrañas de nuestro cuerpo. Combate impurezas de la sangre. Puede disolver sustancias alojadas en órganos que causan dolor. Fuerte Bactericida y Antiséptico: Altamente eficaz contra microbios y ciertos virus. Su acidez ayuda a destruir microbios en pocos minutos. Su alto contenido de Vitamina C (Ácido Ascórbico), ayuda a mantener alto el sistema inmunológico, muy necesario en épocas de frío y para combatir enfermedades reumáticas. Su alto contenido de Vitamina C (501,6 mg/L), ayuda al crecimiento de dientes, encías y huesos, y de Ácido Cítrico (49,88 g/L), que es un buen conservante y un poderoso antioxidante natural. Para tratar las anginas, hacer gárgaras con jugo de limón es de gran ayuda. Se le conoce por ayudar o aliviar enfermedades como: Problemas estomacales, obesidad, indigestión, gastritis, intoxicaciones producidas por comidas abundantes, enfermedades del corazón, palpitaciones, dolores de cabeza, problemas en los riñones, uretritis, enfermedades del hígado, trastornos urinarios, hemorragias, tuberculosis, enfermedades de las linfas, acné, catarros, resfríos, gripes, fiebres de todo tipo, problemas causados con inyecciones, úlceras, afecciones de la piel, herpes, inflamaciones del estómago por ventosidades, sarna, difteria, parásitos internos y externos, etc., etc. El principal uso es el consumo en fresco, tanto para la elaboración casera de zumos y refrescos, como condimento para multitud de platillos, en los últimos años se ha incrementado el uso en la industria para la obtención de zumos naturales y concentrados, aceite esencial, pulpas, pectinas, flavonoides, pienso, etc.; y la producción de ácido cítrico natural para la confección de conservas naturales. (Luck, 1981)

2.6 Valoración nutricional.

El limón aporta una gran cantidad de vitamina C, potasio y cantidades menores de otras vitaminas y minerales. La vitamina C está implicada en la producción del colágeno. Además, tiene la propiedad de mejorar la cicatrización, y la función del sistema inmunitario. Su capacidad antioxidante ayuda a neutralizar sustancias cancerígenas como las nitrosaminas. Por otro lado, diversos estudios han mostrado que las personas con altas ingestas de vitamina C tienen un menor riesgo de desarrollar otras enfermedades crónicas como enfermedad cardiovascular, cataratas o enfermedades neurodegenerativas. La pulpa, también contiene ácidos orgánicos, fundamentalmente ácido cítrico y en menor cantidad málico (que se consideran responsables del sabor ácido de este alimento), acético y fórmico. Algunos estudios han indicado que estos ácidos potencian la acción de la vitamina C y poseen un notable efecto antiséptico. Existen también compuestos fenólicos como los ácidos cafeico y ferúlico, que son potentes antioxidantes e inhiben la actividad carcinogénica. También es buena fuente de fibra soluble como la pectina (que se encuentra principalmente en la capa blanca que hay debajo de la corteza), cuyas principales propiedades son la disminución del colesterol y la glucosa en sangre, y el desarrollo de la flora intestinal. Sin embargo, los componentes más interesantes del limón son los fitonutrientes. En concreto, los limonoides, compuestos que se encuentran localizados en la corteza, y que parecen contribuir a la prevención frente a algunos tipos de cáncer. Además, tanto la capa blanca que se encuentra debajo de la corteza como la pulpa, presentan flavonoides (citroflavonoides), a los que se han atribuido propiedades antiinflamatorias. En relación con estos compuestos, algunos autores han señalado que la hesperidina (el más abundante) y otros flavonoides (diosmina, naringenina, eriocitrina, etc) son venotónicos y vasoprotectores. De hecho, refuerzan la pared de los vasos capilares, otorgan mayor elasticidad a las arterias y disminuyen la formación de trombos. Por este motivo, el limón es útil en la prevención de las enfermedades cardiovasculares y para mejorar la función circulatoria. En animales de experimentación, se ha visto que la hesperidina presenta además efectos antiinflamatorios, analgésicos, hipolipémicos (disminuye los niveles de colesterol en sangre), antihipertensivos y diuréticos. (Moreiras O. 2009)

Cuadro 1. Composición nutricional

	Por 100 g de porción comestible	Por unidad (110 g)	Recomendaciones día-hombres	Recomendaciones día-mujeres
Energía (Kcal)	44	31	3.000	2.300
Proteínas (g)	0,7	0,5	54	41
Lípidos totales (g)	0,4	0,3	100-117	77-89
AG saturados (g)	—	—	23-27	18-20
AG monoinsaturados (g)	—	—	67	51
AG poliinsaturados (g)	—	—	17	13
ω -3 (g)*	—	—	3,3-6,6	2,6-5,1
C18:2 Linoleico (ω -6) (g)	—	—	10	8
Colesterol (mg/1000 kcal)	0	0	<300	<230
Hidratos de carbono (g)	9	6,3	375-413	288-316
Fibra (g)	1	0,7	>35	>25
Agua (g)	88,9	62,6	2.500	2.000
Calcio (mg)	12	8,4	1.000	1.000
Hierro (mg)	0,4	0,3	10	18
Yodo (μg)	3	2,1	140	110
Magnesio (mg)	18	12,7	350	330
Zinc (mg)	0,12	0,1	15	15
Sodio (mg)	3	2,1	<2.000	<2.000
Potasio (mg)	149	105	3.500	3.500
Fósforo (mg)	16	11,3	700	700
Selenio (μg)	1	0,7	70	55
Tiamina (mg)	0,05	0,04	1,2	0,9
Riboflavina (mg)	0,03	0,02	1,8	1,4
Equivalentes niacina (mg)	0,17	0,1	20	15
Vitamina B₆ (mg)	0,11	0,08	1,8	1,6
Folatos (μg)	7	4,9	400	400
Vitamina B₁₂ (μg)	0	0	2	2
Vitamina C (mg)	50	35,2	60	60
Vitamina A: Eq. Retinol (μg)	2,3	1,6	1.000	800
Vitamina D (μg)	0	0	15	15
Vitamina E (mg)	0,5	0,4	12	12

2.7 Necesidades de energía y nutrientes.

Como se ha indicado el hombre para mantener la salud necesita energía y aproximadamente 50 nutrientes. Los nutrientes que se encuentran en mayor cantidad en los alimentos reciben el nombre de macronutrientes (proteínas, lípidos e hidratos de carbono), mientras que los que constituyen una pequeña parte se denominan micronutrientes (vitaminas y minerales). Otro componente mayoritario de los alimentos es el agua. Por tanto, una alimentación saludable debe incluir energía y todos los nutrientes en las cantidades necesarias para cubrir las recomendaciones de la población, por ello, se han desarrollado tablas de ingestas recomendadas de energía y nutrientes. (Moreiras y col, 2011)

Cuadro 2. Ingestas recomendadas de energía y nutrientes para niños, niñas y hombres.

	NIÑOS - NIÑAS					HOMBRES							
	0-0,5 años	0,5-1,0 años	1-3 años	4-5 años	6-9 años	10-12 años	13-15 años	16-19 años	20-39 años	40-49 años	50-59 años	60 y más años	
Energía (kcal)	650	950	1250	1700	2000	2450	2750	3000	3000	2850	2700	2400	
Proteína (g)	14	20	23	30	36	43	54	56	54	54	54	54	
Calcio (mg)	400	600	800	800	800	1000	1000	1000	800	800	800	800	
Hierro (mg)	7	7	7	9	9	12	15	15	10	10	10	10	
Yodo (µg)	35	45	55	70	90	125	135	145	140	140	140	140	
Zinc (mg)	3	5	10	10	10	15	15	15	15	15	15	15	
Magnesio (mg)	60	85	125	200	250	350	400	400	350	350	350	350	
Selenio (µg)	10	15	20	20	30	40	40	50	70	70	70	70	
Tiamina	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,1	1	
Riboflavina	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,5	1,7	1,8	1,8	1,7	1,6	1,4	
Eq. niacina (mg)	4	6	8	11	13	16	18	20	20	19	18	16	
Vitamina B₆ (mg)	0,3	0,5	0,7	1,1	1,4	1,6	2,1	2,1	1,8	1,8	1,8	1,8	
Folato (µg)	40	60	100	200	200	300	400	400	400	400	400	400	
Vitamina B₁₂ (µg)	0,3	0,3	0,9	1,5	1,5	2	2	2	2	2	2	2	
Vitamina C (mg)	50	50	55	55	55	60	60	60	60	60	60	60	
Vitamina A (µg)	450	450	300	300	400	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
Vitamina D (µg)	10	10	10	10	5	5	5	5	5	5	10	15	
Vitamina E (mg)	6	6	6	7	8	10	11	12	12	12	12	12	

Ingestas recomendadas de energía y nutrientes para mujeres.

	MUJERES								
	10-12 años	13-15 años	16-19 años	20-39 años	40-49 años	50-59 años	60 y más años	Gestación (2ª mitad)	Lactancia
Energía (kcal)	2300	2500	2300	2300	2185	2075	1875	+250	+500
Proteína (g)	41	45	43	41	41	41	41	+15	+25
Calcio (mg)	1000	1000	1000	800	800	800	800	+600	+700
Hierro (mg)	18	18	18	18	18	10	10	18	18
Yodo (µg)	115	115	115	110	110	110	110	+25	+45
Zinc (mg)	15	15	15	15	15	15	15	20	25
Magnesio (mg)	300	330	330	330	330	300	300	+120	+120
Selenio (µg)	45	45	50	55	55	55	55	65	75
Tiamina (mg)	0,9	1	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	+0,1	+0,2
Riboflavina (mg)	1,4	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2	1,1	+0,2	+0,3
Eq. niacina (mg)	15	17	15	15	14	14	12	+2	+3
Vitamina B₆ (mg)	1,6	2,1	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	+1,9	2
Ácido fólico (µg)	300	400	400	400	400	400	400	600*	500
Vitamina B₁₂ (µg)	2	2	2	2	2	2	2	2,2	2,6
Vitamina C (mg)	60	60	60	60	60	60	60	80	85
Vitamina A (µg)	800	800	800	800	800	800	800	800	1300
Vitamina D (µg)	5	5	5	5	5	10	15	10	10
Vitamina E (mg)	10	11	12	12	12	12	12	+3	+5

2.8 Fertilización o nutrición orgánica del limon persa

La fertilización en cultivos orgánicos es una de las partes más importantes en cuanto a manejo si se busca la máxima producción posible. Para comenzar, la fertilización se da para sustituir los nutrientes de la planta que son extraídos con cada cosecha que pasa. La idea es aumentar la disponibilidad de materia orgánica que tiene la planta para mejorar la vida macro y microbiológica en el suelo y así hacer mejor uso de los nutrientes del suelo y el reciclaje de estos.

Se debe tener en cuenta lo siguiente para una buena fertilización orgánica: análisis de suelo y análisis foliar, topografía, clima, insumos dentro de la localidad, variedad, y nutrientes que necesita la planta.

El periodo en el que se recomienda fertilizar es en la época lluviosa y más húmeda. En la temporada lluviosa es que la planta comienza el crecimiento vegetativo y es cuando más necesita disponibilidad de nutrientes. En caso de tener un riego en el cultivo, la fertilización puede ser en el momento en que se necesite y no necesariamente en invierno. El agua disuelve los nutrientes y los hace disponibles en el sistema radicular de la planta.

En la siembra la cantidad de fertilizante que debe incorporarse es de 83 kg/ha/año de nitrógeno, 60 kg/ha/año de fosforo, y 83 kg/ha/año de potasio. El potasio y el nitrógeno deben dividirse en dos aplicaciones. La primera aplicación del 50% debe hacerse antes de la siembra, y cuatro meses después de la siembra, el 50% restante. La aplicación del fósforo se debe hacer previamente del establecimiento del cultivo.

Año	Kg N/árbol (408 árboles/ha)	Kg N/ha
1	0.2	83
2	0.3	100
3	0.3	122
4	0.3	139
5	0.4	154
6	0.4	173
7	0.5	190
8	0.5	210
9	0.6	230
10 en adelante	0.6	250

Fuente: OIRSA, 2011

Figura 3. Cantidad de nitrógeno requerido por año del cultivo.

La aplicación de nitrógeno debe dividirse en tres aplicaciones al inicio de cada floración. La aplicación de fósforo se debe hacer en caso de que exista una deficiencia nutricional y no debe sobrepasar el 50% del nitrógeno aplicado. Igualmente se recomienda hacerlo antes de la floración. La aplicación de potasio debe ser del 60% de la cantidad de nitrógeno utilizada. La aplicación de calcio y magnesio en el cultivo deben ser de 50kg de Ca/ha, y 20kg de Mg/ha. Estos números pueden variar en caso de que en el suelo ya haya presencia de estos macronutrientes. Permanentemente se debe hacer análisis foliar del cultivo para ver posibles deficiencias que tiene la plantación. A continuación, un cuadro con los requerimientos óptimos foliares del cultivo de limón persa orgánico.

Elemento Macronutrientes	Cantidades Porcentaje
Nitrógeno (N)	2.4-3
Fósforo (P)	0.2-0.5
Potasio (K)	1.6-2.3
Calcio (Ca)	1.5-5
Magnesio (Mg)	0.3-1
Azufre (S)	0.2-0.5

Elemento Micronutrientes	Cantidades Ppm
Boro (B)	30-100
Cobre (Cu)	5-35
Hierro (Fe)	60-200
Manganeso (Mn)	20-200
Zinc (Zn)	20-100
Sodio (Na)	50-250

Figura 4. Rangos óptimos de elementos en análisis foliar de limón persa.

Las fuentes de nitrógeno en agricultura orgánica pueden ser: Estiércol de ganado, plumas, desechos vegetales como pulpa de café o desechos de cosecha. Las fuentes de carbón pueden ser cascarilla de arroz, bagazo de caña, hojas secas. Facilitan la aireación, la absorción de los nutrientes y mejoran la humedad. Como fuente energética se recomienda usar melaza para favorecer la multiplicación microbiológica del fertilizante orgánico. Para la fermentación del fertilizante se usa fuente de proteína como la harina de maíz o de trigo. Las levaduras son de gran importancia para la inoculación de microorganismos. Levaduras o fertilizantes orgánicos ya descompuestos son importantes. Como parte de la fertilización se tienen en cuenta una lista de fertilizantes orgánicos aprobados por USDA. (OIRSA, 2011).

Nombre comercial	Nombre Genérico	Propiedad
Poliquel	Concentración Altamente soluble en quelatos	Fertilizante liquido foliar
Biozyme TF, TS Y TP	Extractos vegetales acuosos, elementos menores	Fertilizante
Super-Fol	PK + Extractos de hierbas	Fertilizante
Bio-humus	Ácidos Húmicos	Fertilizante
Super-Fol	N-P-K (10-29-9)	Fertilizante granulado
Siamin FF	Líquido Hidrolizado de proteína y aminoácidos	Fertilizante foliar
Nutrifish al 3%	Pescado hidrolizado, algas marinas, aminoácidos, quelatos y Fito-hormonas	Fertilizante foliar, adherente y surfactante
Nutrifert	Gallinaza pura deshidratada	Abono orgánico seco
Fetticonsa	Gallinaza pura deshidratada	Abono orgánico seco

Figura 5. Fertilizantes orgánicos aprobados por USDA.

Los abonos orgánicos son materia orgánica que se debe aportar al suelo con el fin de mejorar las condiciones nutricionales del mismo y por ende mejorar la textura, la estructura, y la capacidad de infiltración. Los abonos orgánicos son fáciles de producir y de bajo costo si se tiene acceso a los materiales. La forma de aplicación de estos abonos es aplicando alrededor del árbol y regando con agua para una buena absorción Ejemplos de abonos orgánicos: Bocashi, Lombri-compost, abonos verdes, abonos foliares. (OIRSA, 2001).

2.9 Carencias nutricionales del cultivo.

Los siguientes nutrientes son los que el cultivo de limón persa orgánico carece y los síntomas que se generan: Nitrógeno: Cuando existe una deficiencia de este nutriente, las hojas comienzan a cambiar a un color amarillo claro. Se da por falta de fertilización o por presencia de malezas que roban nutrientes esenciales. Fósforo: La deficiencia de fósforo en las plantaciones se puede observar en el fruto más que todo. Primero la cáscara es muy delgada y a la hora de cortar el limón en dos, se ve una separación u hoyo en el centro de la fruta. Magnesio: La falta de magnesio se puede identificar en las hojas en donde las nervaduras del centro de la hoja comienzan a opacarse y a tener un color oscuro. Zinc: La falta de Zinc en el cultivo se identifica en los brotes nuevos u hojas nuevas. El crecimiento de la hoja es malo y además los entrenudos se vuelven muy cortos. (Curti, Diaz, Loredo Salazar, J Sandoval, 2000).

2.10 Uso del ácido fúlvico en la nutrición o fertilización orgánica.

Los ácidos fúlvicos, son resultado de la descomposición química y microbiana que actúa sobre los residuos de plantas y animales (Pereira y Zezzi-Arruda, 2003); estos forman parte de las sustancias húmicas, los cuales promueven la absorción de nutrimentos, y por su poder quelatante favorece la translocación de compuestos indispensables de compuestos indispensables para las plantas. Vía suelo los ácidos fúlvicos contribuyen a la fertilidad, al mejorar exponencialmente la vida microbiana, mejorando la estructura y la capacidad de intercambio catiónico total. (Litterick et al., 2004).

El ácido fúlvico, actúa sobre la nutrición de la planta y activa su metabolismo, al absorberse dentro de la planta, permanece en los tejidos y actúa como antioxidante, aporta nutrientes y la bioestimula. Sirve como alimento para las micorrizas, que a su vez benefician a la planta. El humus joven (el que contiene una proporción más alta de ácido fúlvico), aporta vida a la tierra. Proporciona a la tierra mayor disponibilidad de nitrógeno amoniacal (de rápida absorción), potasio, calcio, magnesio, cobre, hierro, manganeso y zinc. (Campos 2012).

Los ácidos fúlvicos incrementan la penetración de nutrientes a través de las hojas modificando la permeabilidad de la membrana, quelatando los elementos menores formando complejos con los elementos mayores que son aceptados por la planta como parte integral de su fisiología, favoreciendo el incremento de la materia seca principalmente en el sistema radicular. Los ácidos fúlvicos tienen moléculas más pequeñas que los ácidos húmicos (peso molecular de 5 000 a 10 000 Da, con cientos de anillos de carbono), son solubles en agua en todos los niveles de pH y tienen un contenido de oxígeno más alto que los ácidos húmicos. Debido a su tamaño molecular relativamente pequeño, los ácidos fúlvicos pueden ingresar fácilmente en las raíces de las plantas, tallos y hojas, transportando oligoelementos directamente a los sitios metabólicos en las células vegetales. (Larry cooper, Dra. Rita Abi, 2017).

2.11 Beneficios de las sustancias húmicas

La Asociación Comercial de Productos Húmicos ha realizado una revisión de la bibliografía científica y ha aprobado tres declaraciones de etiqueta primarias para la aplicación agrícola de sustancias húmicas: Masa y crecimiento radicular mejorados, Aumento de la disponibilidad y la captación de nutrientes, Mayor rendimiento y calidad de cultivos

¿Cómo se logran estos beneficios? Aquí hablaremos de algunos de estos mecanismos: La presencia de sustancias húmicas que contienen carbono en el suelo da lugar a procesos eléctricos que provocan la atracción de partículas del suelo muy pequeñas para crear una estructura de miga en el suelo superior, que tiene espacios abiertos que permiten un intercambio gaseoso con la atmósfera y una mejor infiltración de agua. Esta estructura del suelo resultante también aumenta la capacidad de retención de agua del suelo, lo que protege a las plantas durante los períodos de sequía. La energía almacenada dentro de los enlaces de carbono de las sustancias húmicas representa una excelente fuente de alimento para los microorganismos del suelo que realizan una amplia gama de funciones en pos de la salud del suelo y las plantas. Esto abarca desde la solubilización de los minerales presentes en el suelo hasta la liberación de antibióticos que protegen a las plantas de las plagas. Las sustancias húmicas tienen una propiedad aislante que ayuda a estabilizar las temperaturas del suelo y disminuye la tasa de evaporación del agua, lo que protege a las plantas durante los períodos de cambio de calor y frío. Las sustancias húmicas también pueden estabilizar o dejar inactivas ciertas enzimas del suelo liberadas por los patógenos de las plantas, haciéndolas menos capaces de dañar las plantas. Además, las sustancias húmicas pueden buferizar el pH del suelo, haciendo que el suelo sea menos alcalino o menos ácido. Esto ayuda a que los oligoelementos que están presentes en el suelo debido a las condiciones ácidas o alcalinas queden disponibles como nutrientes para las plantas. Otros beneficios de los ácidos húmicos es que permiten degradar o desactivar las toxinas que quedan en el suelo debido a los pesticidas y ayudan a reducir la concentración de

sal en suelos de excesiva salinidad, haciéndolos más adecuados para el crecimiento de las plantas.

Las sustancias húmicas ayudan a regular la retención y liberación de los nutrientes de las plantas. La gran capacidad de intercambio catiónico (CIC) que se produce cuando las sustancias húmicas están presentes en el suelo aumenta su capacidad para retener nutrientes vegetales con carga positiva (por ejemplo, NH_4^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} y Na^+) y reduce el potencial de filtración. La CIC del suelo también influye en las tasas de aplicación de cal y herbicidas requeridas para una máxima eficacia.⁶ • Cuando el suelo contiene los niveles adecuados de sustancias húmicas, las plantas tienen una mayor capacidad de absorción de nitrógeno, fósforo y potasio, lo que reduce las cantidades de fertilizantes N-P-K requeridos. Aplicar ácidos húmicos o fúlvicos a las semillas acelera su germinación, mejora el desarrollo de las raíces y activa los puntos de crecimiento de las plántulas. Las sustancias húmicas influyen en las hormonas de crecimiento de las plantas y proporcionan radicales libres a las células vegetales, que tienen efectos positivos sobre la germinación de las semillas, la iniciación de las raíces y el crecimiento de las plantas en general. Los ácidos húmicos y fúlvicos, aunque no son fertilizantes en sí mismos, son excelentes portadores y activadores de fertilizantes. Se ha demostrado que los fertilizantes foliares que contienen ácidos húmicos o fúlvicos son entre un 100 % y un 500 % más eficaces que otros fertilizantes aplicados al suelo.² Las aplicaciones pueden programarse para activar el crecimiento vegetativo, la floración, el conjunto de frutas o el llenado y la maduración de los frutos. (Larry cooper, Dra. Rita Abi, 2017).

Los ácidos fúlvicos pueden ser considerados como asociaciones de pequeñas moléculas hidrofílicas en los que hay grupos funcionales ácidos suficiente para mantener los grupos fúlvicos dispersos en la solución a cualquier pH. Los ácidos húmicos son hechos por las asociaciones de compuestos predominantemente hidrofóbica (cadenas polimetilénica, ácidos grasos, compuestos esteroides), que se estabilizan a un pH neutro por fuerzas hidrofóbicas de dispersión. Sus conformaciones crecen progresivamente cuando sus vínculos intermoleculares de hidrógeno son cada vez más formada en valores de pH más bajos, hasta flocular.

Spaccini et al. (2008) propone que, basándose en el concepto de asociación supramolecular, las definiciones clásicas de los ácidos húmicos y fúlvicos debe ser reconsiderada. (Guardia, M. 2008)

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del Experimento

Este experimento, se realizó en la comunidad de Jaltepec de candayoc, perteneciente al municipio de san juan cotzocon, en el estado de Oaxaca. Se encuentra ubicada en las coordenadas $17^{\circ} 9' 48''$ de latitud Norte y $95^{\circ} 46' 43''$ de longitud oeste, a una altura de 90 msnm.

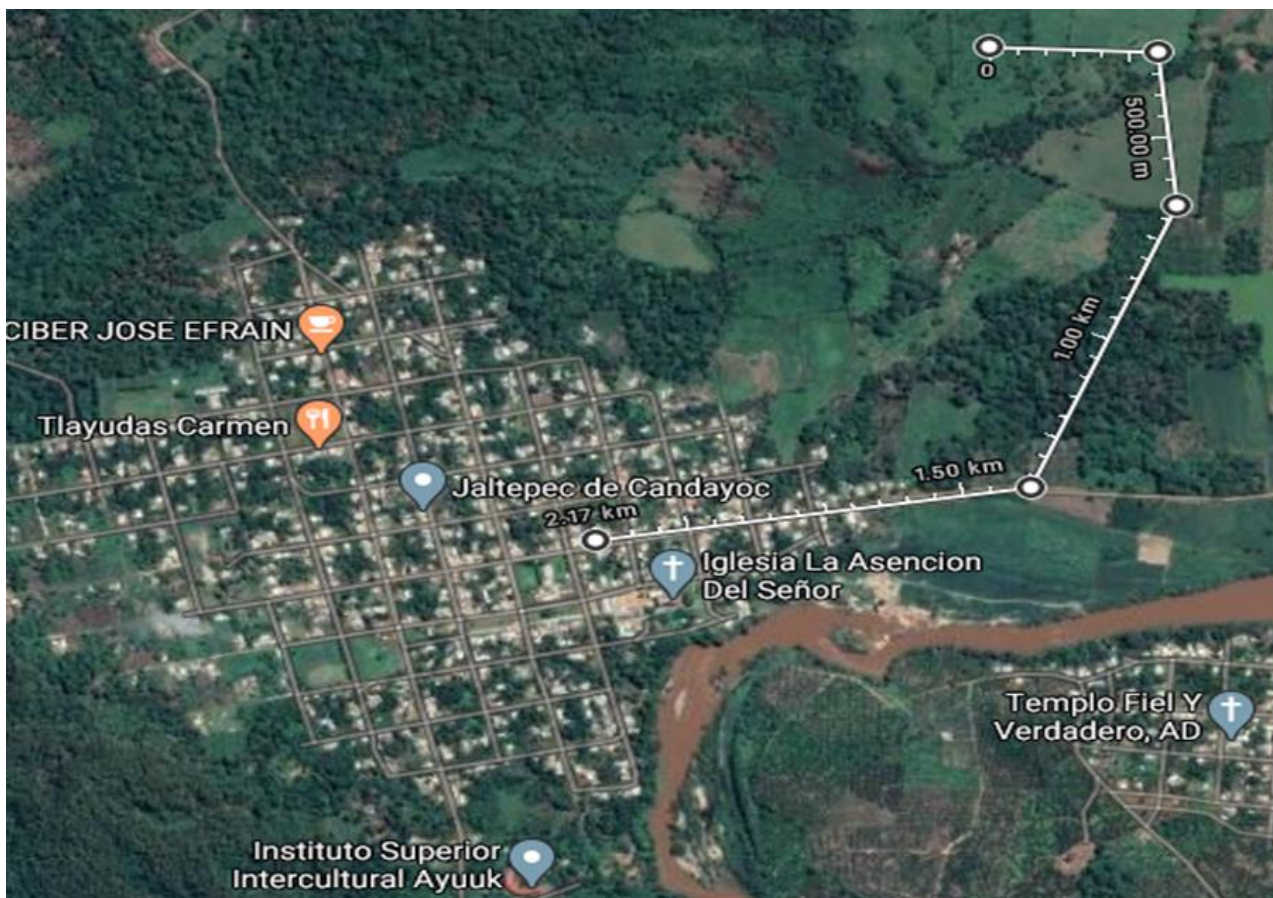


Figura 6. Localización de Jaltepec de candayoc.

3.2 Clima

El clima de Jaltepec de candayoc es de tipo Cálido húmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco mayor de 40 mm; lluvias entre verano e invierno mayores al 18% anual.

Cuadro 3. Temperatura de Jaltepec de candayoc.

Rango de temperatura media anual (C°)	DE 22 A 24	CALIDO
Rango de temperatura promedio mínima anual (C°)	DE 12 A 14	TEMPLADA
Rango de temperatura promedio máxima anual (C°)	DE 32 A 34	MUY CALIDA
Rango de precipitación media anual (mm)	DE 2500 A 3000	
Meses de lluvias	Marzo – Mayo	
Meses de secas	Junio - Febrero	

3.3 Manejo del Cultivo

3.3.1 Época de establecimiento

La plantación debe establecerse al inicio de la época lluviosa (Mayo), aunque durante esta época la planta desarrolla más lentamente. Se puede establecer en época seca, siempre que se disponga de agua para el riego de los árboles.

3.3.2 Preparación del suelo

Para el establecimiento de un huerto de limón, luego de haber realizado una buena selección del terreno apropiado para el cultivo, de acuerdo con las exigencias agroclimáticas y edáficas debe realizarse una buena preparación del suelo, con dos o tres meses de anticipación al trasplante. Las labores que deben practicarse son: rastreada y nivelada.

Rastra.- Es necesario pasar la rastra para mullir el suelo, facilitar la aireación, aprovechar mejor la humedad del terreno, destruir las malezas y ciertos patógenos dañinos que están presentes en el suelo.



Figura 7. Preparación del suelo.

3.3.3 Distanciamiento.

El distanciamiento que se realiza es de 7x6, 7 metros de ancho y 6 metros a lo largo entre planta y planta, se maneja estas distancias para obtener un buen manejo del cultivo.

3.3.4 Ahoyado.

El tamaño del hoyo se encuentra ligado a la textura del suelo. Sus dimensiones pueden oscilar de 30 cm. de diámetro y 40 cm de profundidad

3.3.5 Plantación.

Una vez realizados los hoyos, se procede a colocar las plantas, una vez dentro del el hoyo se debe centrar las plantas y agregar más suelo al contorno. Es importante mantener la unión del injerto encima del nivel del suelo. Finalmente se procede a realizar un anillo alrededor del arbolito para evitar que el agua toque el tronco.

3.3.6 Poda de Formación.

Esta se realiza durante los primeros tres años de haberse plantado, el cual consiste en eliminar las ramas mal ubicadas y los brotes mal colocados para ir formando el árbol para poder obtener una buena producción y calidad de fruta. También consiste en ir quitando los chupones y ramas muy vigorosas, así mismo ir dejando una buena estructura interna del árbol para que tenga una buena aireación y penetración de la luz.

3.3.7 Deshierbe

Este proceso se realiza cada 25 días, esto con la finalidad de eliminar malezas que perjudican el buen desarrollo del cultivo.

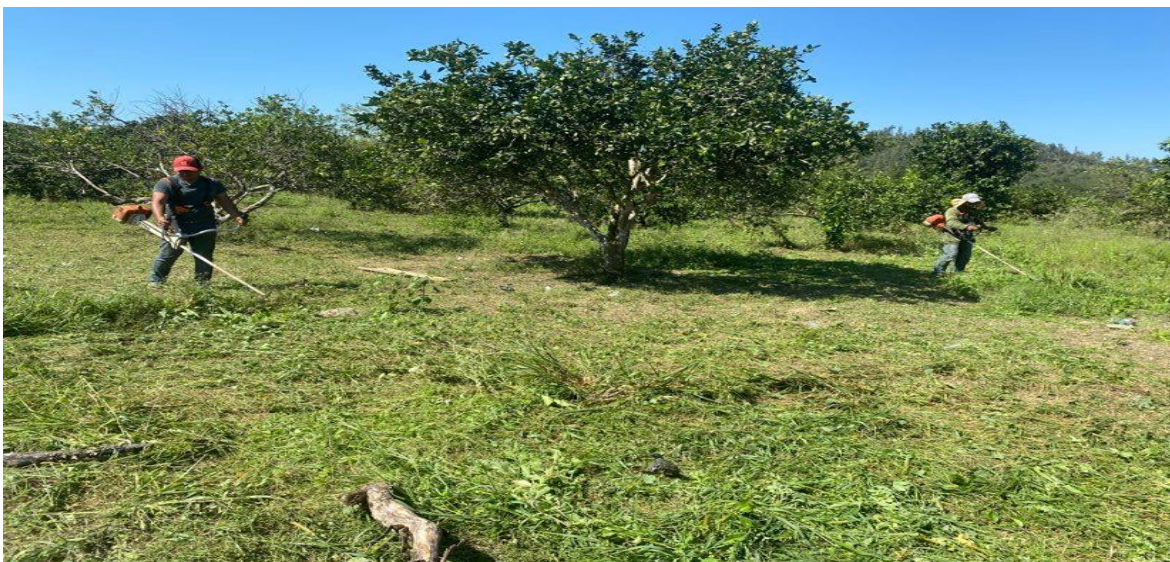


Figura 8. Deshierbe



Figura 9. Resultados del deshierbe realizado.

3.3.8 Aplicación de ácidos fúlvicos.

La aplicaciones se realizaron una vez al mes, el producto aplicado fue (GrowMate), la aplicación fue realizada vía foliar con el uso de un aspersor de 15 litros, las dosis aplicadas fueron de 1, 2, 3, 4 y 5 mililitros por litro de agua.

Ejemplo: tratamiento 3 se le aplico 2 ml de ácido fulvico por litro de agua, eso quiere decir que si el aspersor es de 15 litros se le debe agregar 30 ml de ácido fulvico para obtener una buena dosis.



Figura 10. Aplicación de ácidos fúlvicos.



Figura 11. Producto aplicado (GrowMate).

3.4 Diseño estadístico

El diseño experimental fue completamente al azar en el que se utilizó un blanco o testigo (manera tradicional de producción) y 5 niveles de aplicación de ácidos fúlvicos. Los niveles de aplicación fueron 1, 2, 3, 4 y 5 por ciento de ácidos fúlvicos, con 5 unidades experimentales por tratamiento, para el análisis estadístico se utilizó el programa Minitb v. 19.

Tratamiento	Descripción
T1	Testigo
T2	Ácido fúlvico al 1%
T3	Ácido fúlvico al 2%
T4	Ácido fúlvico al 3%
T5	Ácido fúlvico al 4%
T6	Ácido fúlvico al 5%

Donde 1% = (1 mL⁻¹ de AF).

3.5. Muestra vegetal

Se realizaron recolectas de 50 hojas por unidad experimental, las muestras se realizaron una vez al mes, esto para obtener peso seco y peso fresco de cada una, se tomó el peso en una balanza analítica.



Figura 12. Recolecta de hojas de limón persa.



Figura 13. Peso seco y peso fresco de limón persa.

3.6 Determinación de la concentración de nutrientes

Se tomó una muestra de hoja para conocer la cantidad de elementos que estos contienen mediante el análisis DOP (Desviación del Optimo Porcentual),

El índice DOP es definido como la Desviación Porcentual de la Concentración de un elemento (% sobre materia seca) con respecto a la concentración óptima considerada valor de referencia, en este estudio el valor de referencia fue tomado del libro Plant Analysis and Interpretation Manual Reuter & Robinson 1986; el índice DOP se calculó aplicando la siguiente relación:

$$\text{DOP} = [(C * 100) / C_{\text{ref}}] - 100$$

Donde

C: es la concentración del elemento en porcentaje de materia seca en la muestra analizada.

C_{ref}: es el óptimo del mismo elemento (porcentaje sobre materia seca) definido en las mismas condiciones en que fue tomada la muestra y para el mismo cultivo.

Calculando este DOP para cada uno de los elementos mencionados, dispondremos de un panorama nutricional de la condición nutricional de la planta y así poder emitir con rapidez, un diagnostico que permite un adecuado análisis de los resultados y adecuada toma de decisiones; los valores negativos del índice DOP muestran una situación déficit y positivos un exceso del elemento correspondiente, lógicamente cuando este índice sea cero al elemento se halla en óptima concentración.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Primer corte peso fresco.

En el (cuadro 4) de análisis de varianza, se observa diferencia estadística altamente significativa, por lo que se puede observar en la (figura 14) que el T4 obtuvo una mayor respuesta resultando superior en 10.31% al T1.

Cuadro 4. Análisis de varianza primer corte peso fresco.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
TRAT	5	672.0	134.40	4.09	0.008
Error	24	788.8	32.87		
Total	29	1460.8			

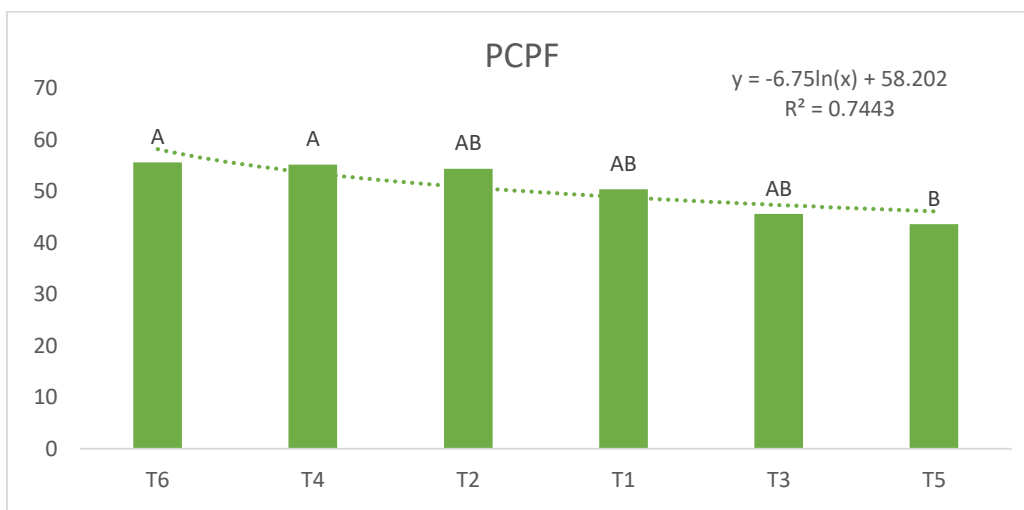


Figura 14. Primer corte de peso fresco.

4.2 Primer corte peso seco.

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza (cuadro 5), muestran diferencia estadística significativa entre los tratamientos aplicados; en la (figura 15) no se obtuvo una diferencia estadística en la agrupación de medias, ya que los tratamientos comparten medias similares; sin embargo la diferencia que se muestra es numérica donde el T4 resulto superior al T1 en un 30.23%.

Cuadro 5. Análisis de varianza primer corte peso seco.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
TRAT	5	75.87	15.173	1.56	0.210
Error	24	233.60	9.733		
Total	29	309.47			

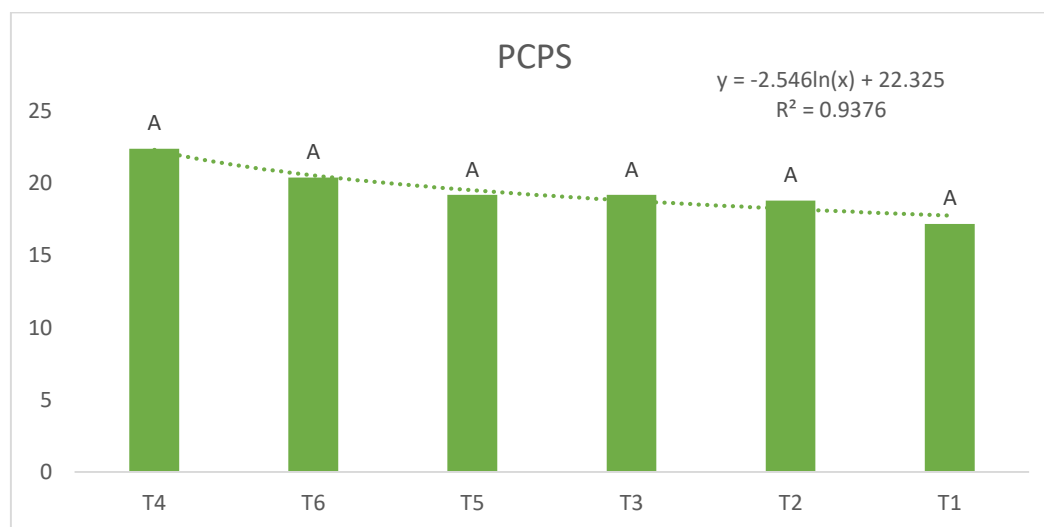


Figura 15. Primer corte peso seco.

Cuadro 6. Diagnostico nutrimental foliar del peciolo del limón persa, Por el método Desviación del Optimo Porcentual (DOP), primer corte.

	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Zn	Mn	DOP
Unidades	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	Ppm	
T1	1.96	0.181	0.96	1.84	0.40	0.03	171.1	7.10	10.21	16.58	Fe>Mg>K>Cu>P>Ca>Mn>N>Zn>Na
T2	2.31	0.259	0.78	2.11	0.44	0.03	126.9	6.44	8.41	11.40	Fe>P>Mg>Cu>Ca>N>K>Mn>Zn>Na
T3	1.85	0.193	1.00	3.62	0.57	0.01	183.4	5.62	7.40	20.95	Fe>Mg>K>Ca>P>Cu>Mn>N>Zn>Na
T4	2.07	0.234	0.46	1.26	0.29	0.00	181.1	8.03	5.89	17.43	Fe>Cu>P>Mg>K>Mn>Na>N>Ca>Zn
T5	1.99	0.182	0.67	3.57	0.48	0.02	226.7	7.56	7.24	15.24	Fe>Mg>Cu>Ca>P>K>Mn>N>Zn>Na
T6	1.90	0.218	1.31	2.62	0.44	0.01	168.4	6.88	10.41	18.18	Fe>K>Mg>P>Cu>Ca>Mn>N>Zn>Na

4.3 Segundo corte peso fresco.

En el (cuadro 7) de análisis, se observa diferencia estadística altamente significativa en los tratamientos aplicados, se puede observar en la (figura 16) que el T4 obtuvo una mayor respuesta en la cual fue superior al T1 en un 53.48%.

Cuadro 7. Análisis de varianza segundo corte peso fresco.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
TRAT	5	1298.3	259.65	6.93	0.000
Error	24	899.2	37.47		
Total	29	2197.5			

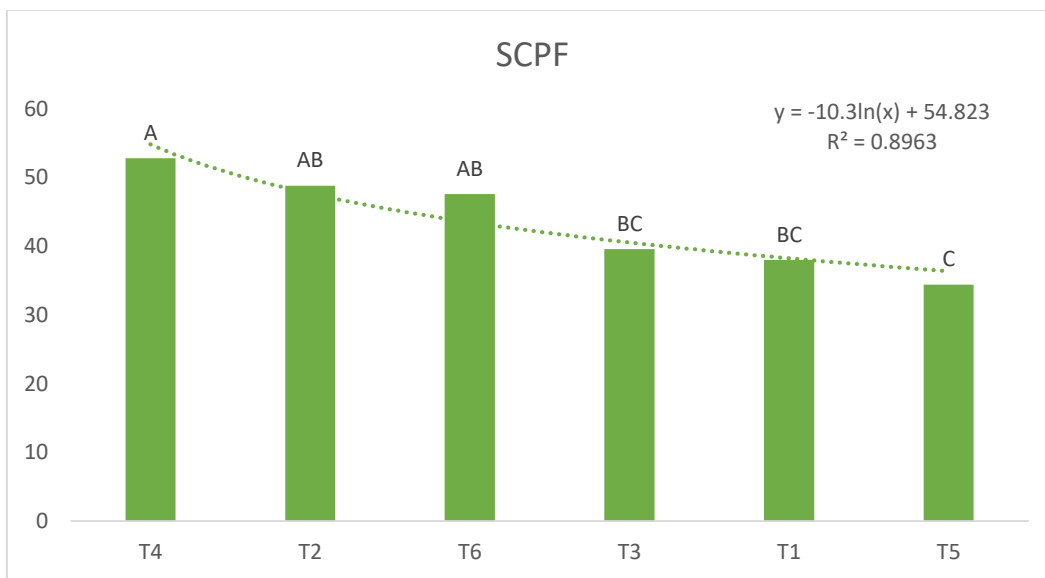


Figura 16. Segundo corte peso fresco

4.4 Segundo corte peso seco.

En el (cuadro 8) de análisis de varianza, se observa diferencia estadística altamente significativa en los tratamientos aplicados, por lo que se puede observar en la (figura 17) el T4 obtuvo una mayor respuesta en la cual fue superior en 35.13% al T1.

Cuadro 8. Análisis de varianza segundo corte peso seco.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
TRAT	5	96.00	19.200	4.30	0.006
Error	24	107.20	4.467		
Total	29	203.20			

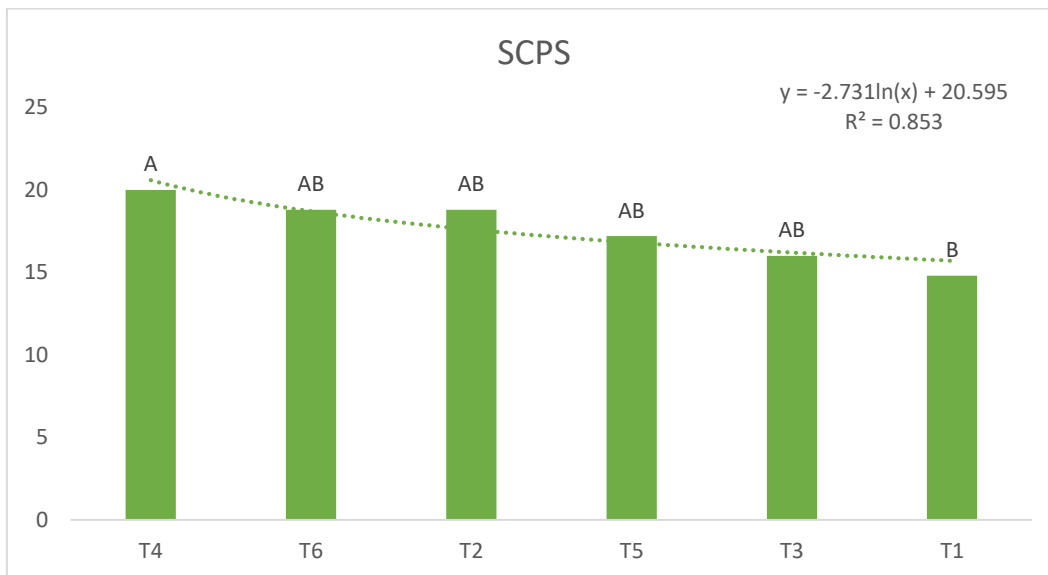


Figura 17. Segundo corte peso seco.

Cuadro 9. Diagnostico nutrimental foliar del peciolo del limón persa, Por el método Desviación del Optimo Porcentual (DOP), segundo corte.

	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Zn	Mn	DOP
Unidades	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	Ppm	
T1	2.04	0.163	0.75	2.65	0.40	0.01	235.6	7.27	7.87	12.57	Fe>Ca>>Mg>Cu>K>P>N>Mn>Zn>Na
T2	2.44	0.255	0.59	1.34	0.31	0.00	157.0	7.43	10.73	16.58	Fe>P>Cu>Mg>K>N>Mn>Na>Ca>Zn
T3	1.88	0.250	1.21	3.33	0.51	0.01	280.3	7.98	11.33	18.27	Fe>Mg>K>P>Cu>Ca>Mn>N>Zn>Na
T4	1.90	0.261	1.25	2.16	0.64	0.09	272.6	7.19	26.80	23.03	Fe>Mg>K>P>Cu>Zn>Mn>Ca>N>Na
T5	1.99	0.232	0.81	2.04	0.35	0.05	324.8	8.38	11.76	19.09	Fe>Cu>P>Mg>K>Ca>Mn>N>Zn>Na
T6	1.85	0.186	1.16	2.61	0.41	0.01	258.4	6.02	9.66	18.70	Fe>k>Mg>P>Cu>Ca>Mn>N>Zn>Na

4.5 Tercer corte peso fresco.

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza (cuadro 10), muestran diferencia estadística significativa entre los tratamientos aplicados; en la (figura 18) no se obtuvo una diferencia estadística en la agrupación de medias, ya que los tratamientos comparten medias similares; sin embargo la diferencia que se muestra es numérica donde el T2 resulto superior al T4 en un 10.41% y 23.25% al T1.

Cuadro 10. Análisis de varianza tercer corte peso fresco.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
TRAT	5	500.8	100.2	0.96	0.460
Error	24	2496.0	104.0		
Total	29	2996.8			

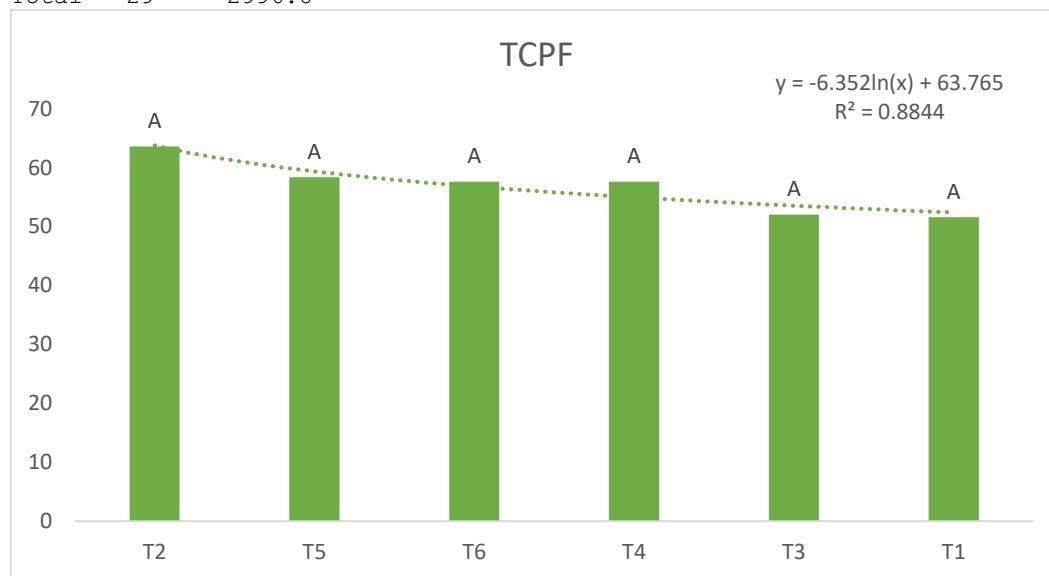


Figura 18. Tercer corte peso fresco.

4.6 Tercer corte peso seco.

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza (cuadro 11), muestran diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos aplicados; en la (figura 19) no se obtuvo una diferencia estadística en la agrupación de medias, ya que los tratamientos comparten medias similares; sin embargo la diferencia que se puede observar es numérica donde el T2 resulto superior en un 12.90% al T4 Y T1.

Cuadro 11. Análisis de varianza tercer corte peso seco.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
TRAT	5	66.67	13.333	1.77	0.157
Error	24	180.80	7.533		
Total	29	247.47			

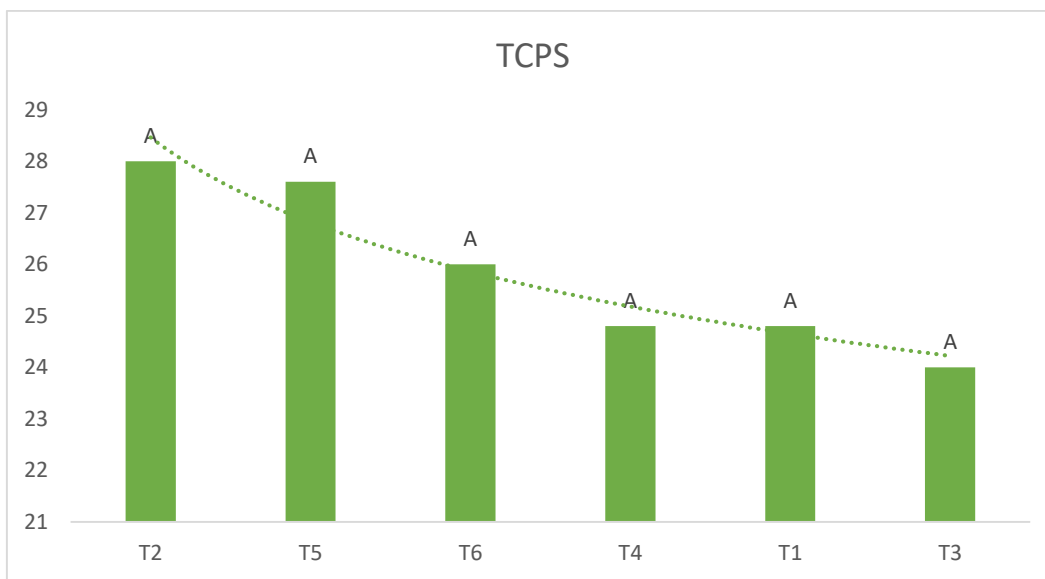


Figura 19. Tercer corte peso seco.

Cuadro 12. Diagnostico nutrimental foliar del peciolo del limón persa en la etapa de prefloración, Por el método Desviación del Optimo Porcentual (DOP), Tercer corte.

	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Zn	Mn	DOP
unidades	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	Ppm	Ppm	
T1	1.65	0.354	2.31	6.22	1.03	0.04	43.2	23.16	15.65	19.17	Cu>Mg>K>Ca>P>Fe>Mn>Zn>N>Na
T2	1.60	0.244	1.57	7.05	0.92	0.13	84.6	12.77	13.85	24.64	Mg>Ca>Cu>K>P>Mn>Fe>Zn>Na>N
T3	1.85	0.206	1.81	6.57	1.00	0.15	80.5	9.74	12.89	28.04	Mg>K>Ca>Cu>P>Fe>Mn>Na>N>Zn
T4	1.88	0.171	1.98	4.72	1.44	0.10	656.3	7.25	11.55	34.03	Fe>Mg>K>Ca>Cu>Mn>P>Na>N>Zn
T5	1.76	0.172	1.88	5.89	1.04	0.40	395.3	6.56	21.16	25.53	Fe>Mg>K>Ca>Na>Cu>P>Mn>Zn>N
T6	1.79	0.132	2.01	5.74	0.75	0.15	403.6	5.04	8.82	29.31	Fe>K>Mg>Ca>Mn>Cu>P>Zn>Na>N

En el cuadro se puede observar que los elementos se presentan en una cantidad suficiente, siendo ordenadas de mayor a menor cantidad, siendo Fe, Mg, K y Ca los elementos que se nos presentan con una cantidad mayor, esto se debe a que la planta al estar en una etapa de prefloración tiende a utilizar los micronutrientes debido a que estos son los encargados directamente de la formación de flores, polen y frutos. Por otra parte, podemos observar que los elementos N, Na y Zn se nos presentan en un orden menor, esto se debe a que la planta tiende a utilizar más estos elementos durante el ciclo de formación de biomasa, es debido a esto que estos elementos se nos presentan en cantidades relativamente deficientes.

Efecto de los portainjertos en el crecimiento de los árboles, el rendimiento, la calidad y la composición mineral de las hojas del limón (*Citrus limon* (L.) Burm.)

El impacto de los portainjertos en las concentraciones de macronutrientes de las hojas de Kagzi Kalan se encontró significativo (cuadro 13). Se encontró un contenido significativamente mayor de N en la hoja (2,42%) en Kagzi Kalan / limón áspero que no fue significativo con las combinaciones Kagzi Kalan / RLC-4 y Kagzi Kalan / Attani-2 scion-stock, sin embargo, fue más bajo en Kagzi Combinación Kalan/Karna Khatta. Por otro lado, El mayor contenido de P de la hoja (0,20%) se midió cuando se utilizó Karna Khatta como portainjerto, que no se difirió significativamente con los árboles de Troyer citrange, RLC-4 y Jatti Khatti. La concentración de P inferior se encontró en limón áspero, Attani-2, naranja agria y Billikichlli. Los limoneros en RLC-4, acumularon la hoja K más alta (1.16%) que no se difirió significativamente con los árboles en limón áspero, mientras que fue más baja (0.49%) en naranja agria. El conducto de ca de hoja se registró como el más alto (3,01%) cuando se utilizó limón áspero como portainjerto, seguido de naranja agria que no fue significativa con árboles en Billikichlli. El contenido más bajo de Ca de hoja estaba allí en el portainjerto Troyer citrange. Además, el mayor contenido de Mg de hoja fue aportado por Jatti Khatti, seguido de tres en portainjertos de naranja agria. Sin embargo, el contenido más bajo de Mg de hoja se encontró en el portainjerto RLC-4, que no fue significativo con árboles en limón áspero y portainjertos Karna Khatta. No obstante, el mayor contenido de Na de la hoja se midió en Jatti Khatti, que no se distribuyó significativamente con ningún otro portainjerto, excepto Troyer citrange, que tenía la concentración más baja de Na de la hoja.

Cuadro 13. Contenido de nutrientes en las hojas de limón Kagzi Kalan como afectado por portainjertos.

Portainjerto	N (%)	P2 O5 (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)
Limón áspero	2.42a	0.17c	1.15a	3.01a	0.24ed	0.027ba
Attani-2	2.37a	0.18bc	0.62dc	2.43ed	0.20g	0.029ba
Jatti Khatti	1.85d	0.19bac	0.61d	2.50cd	0.31a	0.033a
Billikichlli	2.28b	0.18bc	0.65dc	2.70cb	0.27c	0.029ba
Sour orange	1.95c	0.18bc	0.49e	2.77b	0.29b	0.027ba
RLC-4	2.41a	0.19bac	1.16a	2.39ed	0.2ef	0.028ba
Karna Khatta	1.76e	0.20a	0.99b	2.22ef	0.22ef	0.023ba
Troyer citrange	1.79e	0.19ba	0.96b	2.04f	0.24d	0.021b
LSD ($P \leq 0.05$)	0.05	0.02	0.05	0.23	0.02	0.011
	**	*	**	**	**	*

Cada dato representa el valor medio de cuatro muestras. Los valores que representan letras diferentes son significativas a $P \leq 0.05$ (THST).

Indica significativo al 0.05%.

Indicar significativo al 0.01%

La concentración de micronutrientes en las hojas del cultivar de vástago también se vio afectada significativamente por las combinaciones de portainjertos y vástagos (cuadro 14) La combinación Kagzi Kalan/naranja agria acumuló Cu y Zn en hojas de vástago, pero la concentración más baja de estos micronutrientes se registró en Attani-2 y portainjertos de limón áspero, respectivamente, pero sin mostrar diferencias significativas con los árboles en todos los demás portainjertos en el caso de Cu y con los árboles en Troyer. Citrange en el caso de Zn. Hojas El

contenido de Fe se encontró significativamente más alto en el portainjerto karna Khatta, que no era significativo con árboles en limón áspero y RLC-4, mientras que fue más bajo en el portainjerto Troyer citrange. No obstante, se estimó una concentración significativamente mayor de Mn de hoja en portainjertos de limón en bruto, seguido de árboles en RLC-4, que no era significativo con árboles en portainjertos Karna Khatta y Attani-2. Los árboles en Troyer citrange tenían un contenido de Mn de hoja más bajo.

Cuadro 14. Contenido de micronutrientes en las hojas de limón Kagzi Kalan como afectado por portainjertos.

Portainjerto	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)
Limón áspero	12.45b	32.55g	167.34ba	47.98a
Attani-2	11.48b	38.64f	154.23bdc	39.65b
Jatti Khatti	16.38b	55.32d	129.28ef	27.57c
Billikichlli	17.67b	51.85e	148.16dc	27.73c
Sour orange	29.06a	75.15a	141.42ed	26.14c
RLC-4	13.22b	64.19b	160.20bac	41.10b
Karna Khatta	13.44b	60.91c	176.21a	40.38b
Troyer citrange	13.43b	35.06g	118.91f	18.98d
LSD ($P \leq 0.05$)	6.21	2.58	17.89	3.19
	**	**	**	**

Cada dato representa el valor medio de cuatro muestras. Los valores que representan letras diferentes son significativas a $P \leq 0.05$ (THST).

Indicar significativo al 0.01%

La influencia del portainjerto resultó en diferencias bastante significativas en el contenido de nutrientes de la hoja del cultivar de vástago. En el presente estudio, los portainjertos RLC-4, limón en bruto y Attani-2 exhibieron una mayor concentración de N en las hojas del cultivar de vástago. Los árboles en RLC-4, limón en bruto y Attani-2 ocuparon un 34.76%, un 34.76% y un 32.4% más de N en comparación con los árboles de portainjertos de Troyer citrange. Estas tendencias están de acuerdo con (Path *et al.* 1989) y (Araujo *et al.* 1998). Nuestros estudios revelaron que N estaba disponible en cantidad adecuada en todos los árboles en RLC-4, limón áspero, attani-2 y portainjertos Billikichlli. Karna Khatta y Troyer parecían ser el peor acumulador de N. El efecto significativo de los portainjertos sobre la absorción de N también se informó previamente en la mandarina Fairchild (Fallahi y Rodney, 1992).

Se ha demostrado que el tamaño de la hoja se redujo debido a P deficiencia por lo tanto, la disminución de la capacidad fotosintética desencadena así la inhibición del crecimiento (Fredeen *et al.*, 1989). En nuestro estudio, los portainjertos mostraron diferencias significativas con respecto a la concentración de P foliar. Los árboles en Karna Khatta y Troyer citrange ocuparon un 17.6% y un 11.76% más de P, respectivamente, en comparación con los de limón en bruto. La hoja P más alta en Troyer citrange y los niveles bajos en limón áspero es un buen acuerdo con los hallazgos de (Smith *et al.* 2004). (Toplu *et al.* 2012) y (Tsakelidou *et al.* 2002) también informó que Troyer era superior en la captación de P. La ausencia de diferencias significativas entre el contenido medio de P de la mayoría de los portainjertos en el presente estudio confirmó las primeras cifras de (Iyengar *et al.* 1982).

Se cree que el potasio es uno de los nutrientes más importantes que afectan la translocación de carbohidratos y regulan las relaciones planta-agua (Grace *et al.*, 2012). En nuestro experimento, se notaron diferencias significativas en la concentración foliar de K en diferentes portainjertos. Estos hallazgos están de acuerdo con los de (Grace *et al.* 2012) en naranja dulce, (Fallahi y Rodney 1992) en Fairchild mandarina. En el presente trabajo, los portainjertos RLC-4 (*C. jambhiri*) y limón en bruto (*C. jambhiri*) mantuvieron el rango óptimo de concentraciones foliares de K (0.7-1.19%) en el cultivar de vástago, mientras que

fue deficiente en el resto de los portainjertos siendo más bajo en naranja agria. Anteriormente se ha argumentado que la carga de xilema de K se regula por separado de la absorción de K de soluciones externas (Engles y Marschner, 1992), por lo tanto, las variaciones en el contenido foliar de K pueden deberse a la capacidad de absorción de las raíces y / o variaciones en el incorporación de iones K en el xilema y su translocación de la raíz a los brotes (Mpelasoka *et al.*, 2003).

Según (Thomas *et al.* 2015) estándares, el porcentaje de concentraciones foliares de Ca en este estudio, que varía de 2.04 a 2.77% para la mayoría de los portainjertos, estaban en el rango "eficiente" excepto el limón en bruto (3.01%) en el que estaba en el rango óptimo. Sin embargo, los árboles en Billikichlli y naranja agria también exhibieron una mayor concentración de Ca foliar (2.70-2.77%) que estaba muy cerca del rango óptimo (3.0-4.9%). Por lo tanto, se podría argumentar que el limón áspero, la naranja agria y billikichlli son los mejores portainjertos en cuanto a la nutrición de Ca para el cultivar estudiado. La concentración de Mg foliar también estuvo en el rango deficiente (0.20-0.27%) en la mayoría de los portainjertos, excepto en los árboles en Jatti Khatti (0.31%) y naranja agria (0.29%) que estaba en el rango óptimo (0.29-0.49%). En el presente estudio, Troyer citrange, Attani-2 y Karna Khatta parecieron ser los peores acumuladores para las concentraciones foliares de Mg. Aparentemente, el portainjerto también inhibió la absorción de Na. Aunque hay hallazgos contradictorios en la literatura sobre la influencia de los portainjertos en la absorción de Na, (Georgiou 2002) no ha informado de ningún efecto de los portainjertos en la absorción de Na, mientras que (Toplu *et al.* 2012) encontró un aumento significativo en la concentración de Na de portainjertos.

Los micronutrientes esencialmente necesarios para el crecimiento de las plantas, son involucrado en el metabolismo energético, metabolismo primario y secundario, protección celular, regulación génica, percepción hormonal y reproducción (Hancsh y Mendel, 2009). En el presente estudio, la influencia del portainjerto dio lugar a diferencias bastante significativas en el contenido de micronutrientes foliares en el cultivar de vástago. La naranja agria portainjertos exhibió Cu y Zn foliares más altos y ocupó un 131.41% y un 130.88% más de Cu y Zn, respectivamente, en comparación con los árboles en portainjertos de limón ásperos. Nuestros estudios revelaron que Cu estaba disponible en cantidad adecuada en todos los portainjertos, excepto la naranja agria y Billikichlli, donde estaba en un rango más alto. En cuanto al Zn, todos los portainjertos exhibieron niveles óptimos. Se podría suponer que el portainjerto de naranja agria tenía el potencial de absorber el Cu y el Zn de manera más eficiente en comparación con otros portainjertos estudiados.

En nuestro estudio, los árboles en todos los portainjertos excepto Troyer citrange tomaron más Fe, que estaba en un rango más alto en el cultivar de vástago, pero los árboles en Troyer citrange tenían Fe foliar en un rango óptimo (50-129 ppm), pero parecían ser un pobre acumulador de Mn. Contrariamente al Fe foliar, los árboles en la mayor parte del portainjerto, excepto Troyer citrange, tenían Mn foliar en rango óptimo (25–100 ppm). Mn foliar inferior en Troyer citrange reportado por (Iyengar *et al.* 1982) también ha sido apoyado a través de nuestros resultados. Las diferencias en el contenido de micronutrientes foliares también se han reportado anteriormente debido a los portainjertos en diferentes cultivos frutales (Fekete *et al.*, 2012) que varían con las capacidades de absorción de nutrientes a través de las raíces (Marschner *et al.*, 1986; Kayon, 2008).

En nuestro estudio, se observaron correlaciones positivas entre la concentración de Ca en la hoja y el crecimiento del trébol. Esto podría deberse a que el Ca juega como un segundo mensajero en la célula y su participación en un gran número de funciones celulares y como elongación celular, la división celular, las membranas recién sintetizadas y la activación enzimática (Bush, 1995). El presente estudio indicó que la absorción de Ca estaba relacionada con el hábito de crecimiento del cultivar de limón Kagzi Kalan, mientras que la absorción de los otros nutrientes no estaba relacionada con el hábito de crecimiento, por lo tanto, indicaba rasgos inherentes de absorción de nutrientes de un portainjerto en particular. Nuestras cifras están de acuerdo con las de Zarrouk *et al.* (2005) para la hoja Ca.

V CONCLUSIÓN

Tras el análisis de los resultados obtenidos en esta investigación, el tratamiento 4 (3 mL^{-1} de AF) resulto estadísticamente superior en las variables de peso seco y fresco de la primera y segunda evaluación de estas.

Ahora que se ha analizado los resultados anteriores, durante la tercer evaluación, el tratamiento 2 (1 mL^{-1} de AF) resultó superior en las variables de peso seco y fresco, debido a que la cantidad del T2 resulta en un elicitor exógeno o bioestimulante de reacciones químicas como física y su acumulación es lenta a comparación con el T4, por lo que las variables medidas se vieron beneficiadas en un lazo de tiempo superior a los resultados en el T4.

Al emplear el DOP para la interpretación de los valores nutrimentales, se detectaron los órdenes de uso de los elementos, en los que el Fe y Mg en el T4 se muestran de manera suficiente en las tres evaluaciones y el T2 con Mg y P en las evaluaciones uno y dos y Mg y Ca en la tercer evaluación.

VI LITERATURA CITADA

- Araujo, J.R.G., Salibe, A.A., Grassi, F.H., 1998.** Macronutrient concentrations in Bras. de Frutic. 20, 7–14
- Bush, D.S., 1995.** Calcium regulation in plant cells and its role in signalling. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 46, 95–122.
- CAMPOS, V. A. 2,011.** “Usos de los ácidos húmicos y fúlvicos en la nutrición vegetal”. Conferencia presentada en el 1er. Congreso Internacional de Nutrición y Fisiología Vegetal Aplicadas.
- Engles, C., Marschner, H., 1992.** Adaptation of potassium translocation into the shoot of maize (*Zea mays* L.) to shoot demand: evidence for xylem loading as a regulating step. *Physiol. Plant.* 86, 263–268.
- Fallahi, E., Rodney, D.R., 1992.** Tree size, yield, fruit quality, and leaf mineral.
- Fekete, I., Rakonczas, N., Andrasi, D., Bodi, E., Kovacs, B., 2012.** Effects of various grape rootstocks on macro and micro element uptake of ‘Cserszegi fuzseres’ grape cultivar. *Eur. Chem. Bull.* 1, 524–527.
- Fekete, I., Rakonczas, N., Andrasi, D., Bodi, E., Kovacs, B., 2012.** Effects of various grape rootstocks on macro and micro element uptake of ‘Cserszegi fuzseres’ grape cultivar. *Eur. Chem. Bull.* 1, 524–527.
- Georgiou, A., 2002.** Evaluation of rootstocks for Clementine mandarin in Cyprus. *Sci. Hortic.* 93, 29–38.
- Grace, J.K., Sharma, K.L., Seshadri, K.V., Ranganayakulu, C., Subramanyam, K.V., Bhupal Raj, G., Sharma, S.H.K., Ramesh, G., Gajbhiye, P.N., Madhavi, M., 2012.** Evaluation of sweet orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) cv. Sathgudi budded on five rootstocks for differential behavior in relation to nutrient utilization in Alfisol. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 43, 985–1014.

Guardia, M. 2008. Moros, J.; Herbelo-Hermelo, P.; Moreda-Piñeiro, A.; Bermejo-Barrera, P.; Garrigues, S. Screening of humic and fulvic acids in estuarine sediments by near-infrared spectrometry. *Anal. Bioanal. Chem.* 392:541-549.

Hancsh, R., Mendel, R.R., 2009. Physiological functions of mineral micronutrients (Cu, Zn, Mn, Ni, Mo, B, Cl). *Curr. Opin. Plant Biol.* 12, 259–266.

Hortic. Sci. 117, 28–31.

Iyengar, B.R.V., Iyer, C.P.A., Sulladamath, V.V., 1982. Influence of rootstocks on the leaf nutrient composition of two scion cultivars of mandarin. *Sci. Hortic.* 16, 163–169.

leaves of scions of citrus (*Citrus* spp.) as affected by different rootstocks. *Rev.*

Litterick, A. M., L. Harrier, P. Wallace, C. A. Watson and M. Wood. 2004. The role of uncomposted materials, composts, manures, and compost extracts in reducing pest and disease incidence and severity in sustainable temperate agricultural and horticultural crop production. *Critical Reviews in Plant Science*, 23 (6): 453-479.

LÜCK, E. 1981. Conservación química de los Alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza, España.

Marschner, H., Romheld, V., Horst, W.J., Martin, P., 1986. Root induced changes in rhizosphere: Importance for the mineral nutrition of plants. *Z. Pflanzenernahr. Bodenk.* 149 (441), 456.

Moreiras O, 2009. Varela-Moreiras G, Ávila JM, Beltrán B, Cuadrado C, del Pozo S, et al. La alimentación española. Características nutricionales de los principales alimentos de nuestra dieta: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Moreiras O, 2011. Carbajal A, Cabrera L, Cuadrado C. Tablas de composición de alimentos. 15ª ed. Pirámide, editor. Madrid.

Mpelasoka, B.S., Schachtman, D.P., Treely, M.T., Thomas, M.R., 2003. A review of potassium nutrition in grapevines with special emphasis on berry accumulation. *Aus. J. Grape Wine Res.* 9, 154–168. nutrient concentration of 'Fairchild' mandarin on six rootstocks. *J. Am. Soc.*

OIRSA, 2001. Organismo internacional regional de sanidad agropecuaria. Manual Técnico buenas prácticas de cultivo en limón persa. 1999. El Salvador. Consultado el 8 de junio de 2015. Disponible en [http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/bibliotecavirtual/manuallimonpersico.p df](http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/bibliotecavirtual/manuallimonpersico.pdf).

Path, B.S., Hulmani, N.C., Nalowadi, U.G., 1989. Leaf macro-nutrient composition of Tahiti lime as influenced by different rootstocks. J. Maharashtra Agri. Univ. 14, 359–360.

Pereira, M. G. and Zezzi-Arruda, M. A. 2003. Vermicompost as a natural adsorbent material: Characterization and potentialities for cadmium adsorption. Journal of the Brazilian Chemical Society 14 (1): 39-47.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (07 de 11 de 2018). Zumo de limón, zumo de bendición. Recuperado el 25 de 11 de 2020, de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/siap/es/articulos/zumo-de-limonzumo-de-bendicion?idiom=es> 100.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (11 de 04 de 2017). Limón: casi 2.44 millones de toneladas en 2016. Recuperado de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/siap/articulos/limon-casi-2-44-millones-de-toneladas-en-2016>.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (18 de 05 de 2018). Limón mexicano, único en el mundo. Recuperado de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/limon-mexicano-unico-en-el-mundo>.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (28 de 10 de 2020). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Obtenido de Gobierno de México: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.

Servicio de Información de Agroalimentaria y Pesquera (SIAP. 2017) <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.

- Smith, M.W., Shaw, R.G., Chapman, J.C., Owen-Turner, J., Slade Lee, L., Bruce McRae, K., Jorgensen, K.R., Mungomery, W.V., 2004.** Long term performance of 'Ellendale' mandarin on seven commercial rootstocks in sub-tropical Australia. *Sci. Hortic.* 102, 75–89.
- Thomas A. O, Zekri, M., Hanlon, E. A. Morgan, K., Schumann, A., Rouse R., 2015.** Soil and leaf tissue testing for commercial citrus production. <https://edis.ifas.ufl.edu/ss531>.
- Toplu, C., Uygur, V., Kaplankıran, M., Demirkeseer, T.H., Yıldız, E., 2012.** Effect of citrus rootstocks on leaf mineral composition of 'Okitsu', 'Clausellina', and 'Silverhill' mandarin cultivars. *J. Plant Nutr.* 35, 1329–1340.
- Tsakelidou, K., Papanikolaou, X., Protopapadakis, E., 2002.** Rootstock effects on the yields, tree and fruit characteristics of the mandarin cultivar 'Clementine' on the Island of Rhodes. *Exp. Agric.* 38, 351–358.
- Zarrouk, O., Gogorcena, Y., Gomez-Aparisi, J., Betran, J.A., Moreno, M.A., 2005.** Influence of almond x peach hybrids rootstocks on flower and leaf mineral concentration, yield and vigour of two peach cultivars. *Sci. Hortic.* 106, 502–514.