

Rendimiento y calidad de fruta de lima 'Persa' con nutrición química, estiércol y leguminosa en Martínez de la Torre, Veracruz, México

Performance and quality of 'Persian' lime fruit with chemical nutrition, manure and legume in Martinez de la Torre, Veracruz, Mexico

Raúl Berdeja-Arbeu*✉, Missael Víctor Gómez*, José Méndez-Gómez*,
Ramiro Escobar-Hernández*, Guillermo Jesuita Pérez-Marroquín*

Berdeja-Arbeu, R., Gómez, M. V., Méndez-Gómez, J., Escobar-Hernández, R., & Pérez-Marroquín, G. J. (2019). Rendimiento y calidad de fruta de lima 'Persa' con nutrición química, estiércol y leguminosa en Martínez de la Torre, Veracruz, México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 27(78), 44-50.

RESUMEN

Con el objetivo de aumentar el rendimiento y calidad de fruto de lima 'Persa' injertada en limón 'Volkameriana', se realizó un experimento con fertilización química y nutrición orgánica (estiércol y leguminosa *Pueraria phaseoloides*). El experimento se llevó a cabo en el rancho 'San Antonio', municipio de Martínez de la Torre, Veracruz. Se utilizó un diseño en bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. El número de frutos por rama no presentó diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos, la longitud de rama, número de hojas, peso de fruto, relación diámetro polar/ecuatorial y peso específico de hoja fue igual estadísticamente entre los tratamientos ($P \leq 0.05$), y el menor grosor de cáscara fue con fertilización foliar con diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$). Con base en los resultados obtenidos se concluye que la nutrición orgánica al suelo es una alternativa en rendimiento y calidad de fruto de lima 'Persa'.

Palabras clave: *Citrus latifolia*; *Pueraria phaseoloides*; grosor de cáscara; fruto por rama.

Keywords: *Citrus latifolia*; *Pueraria phaseoloides*; peel thickness; fruit per branch.

Recibido: 25 de septiembre de 2018, aceptado: 1 de julio de 2019

* Facultad de Ingeniería Agrohídrica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. San Juan Acateno, Teziutlán, C. P. 73965, Puebla, México. Correo electrónico: raulberdeja@yahoo.com.mx; optimus_caballero@hotmail.com; jmendezg55@hotmail.com; raeshe_71@hotmail.com; guillermopma@hotmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5753-241X>; <http://orcid.org/0000-0002-0722-2728>; <http://orcid.org/0000-0001-9412-399X>; <http://orcid.org/0000-0002-2950-6908>; <http://orcid.org/0000-0001-9566-5432>.

✉ Autor para correspondencia

ABSTRACT

This experiment looked for increasing the yield and quality of 'Persian' lime fruit grafted on 'Volkamer' lemon by using chemical fertilization and organic nutrition (manure and legume *Pueraria phaseoloides*). Ranch 'San Antonio', municipality of Martínez de la Torre, Veracruz was the selected place to perform the experiment. A completely randomized block design was used with four treatments and five repetitions. The number of fruits per branch did not show statistical differences ($P \leq 0.05$) between treatments, branch length, number of leaves, fruit weight, polar/equatorial diameter ratio and leaf specific weight were statistically equal between treatments ($P \leq 0.05$), and the smallest peel thickness was with foliar fertilization with statistical differences ($P \leq 0.05$). Based on the results obtained, it is concluded that organic nutrition to the soil is an alternative in yield and quality of 'Persian' lime fruit.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el desarrollo de los frutales depende de la nutrición mineral más el manejo agronómico. Existen muchas formas de fertilizar los árboles frutales, entre ellas al suelo, foliar (Berdeja-Arbeu et al., 2016), químicos y abonos orgánicos (Elhassan, El-Tilib, Ibrahim, Hashim, & Awadelkarim, 2011). El rendimiento y calidad de fruto depende del suelo (Anjum, Abid, & Naveed, 2001), portainjerto (Magalhães Machado, Lopes De Siqueira, Chambum Salomao, Cecon, & Pereira Da Silva, 2017), fertilización orgánica (Tapia-Vargas, Larios-Guzmán, Hernández-Pérez, & Guillén-Andrade, 2014), fertilización química (Castricini, Da

Silva, Da Silva, & Vilela Rodrigues, 2017), fertilización foliar (Srivastava & Singh, 2003), entre otros.

En la nutrición vegetal se pueden utilizar abonos de origen animal y vegetal. Los abonos que se emplean en la agricultura se clasifican en turba, estiércoles, abonos verdes, residuos de cosecha, residuos orgánicos, industriales, desechos urbanos, compostas, vermicomposta, bocashi, entre otros; los abonos orgánicos mejoran las características del suelo como la estructura, disminuyen densidad aparente, aumentan porosidad, aireación, infiltración, disminuyen escurrimiento superficial del agua y erosión (Trinidad-Santos & Velasco-Velasco, 2016). Por otra parte, Peters, Franco, Schmidt e Hincapie (2011) mencionan que existen muchas leguminosas que se pueden utilizar como abonos verdes, una de ellas es el kudzu (*Pueraria phaseoloides*).

La nutrición química al suelo y foliar es la aplicación de fertilizantes sintetizados por la industria que contienen macro y micronutrientes, como lo encontraron en el Instituto Internacional de Nutrición de Plantas (IPNI, 2018). En árboles productivos de la zona centro del estado de Veracruz se recomienda la dosis de fertilización por año al suelo de: 1.5 kg de nitrógeno (N), 0.5 kg de fósforo (P) y 0.75 kg de potasio (K) (Curti-Díaz, Loredó-Salazar, Díaz-Zorrilla, Sandoval Rincón, & Hernández-Hernández, 2000).

La producción y calidad de fruto de lima 'Persa' esta condiciona por muchos factores que son difíciles de separar; sin embargo, cuando se estudian de forma independiente se explica mejor el comportamiento de rendimiento de fruto. Sanches Stuchi, Geraldo Martins, Rodas Lemo y Cantuarias-Avilés (2009) mencionan que las características en peso de fruto, diámetro de fruto, grosor de cáscara, porcentaje de jugo, sólidos solubles totales y color de fruto se modifican por el portainjerto utilizado en lima 'Persa'.

El efecto de la fertilización en cítricos en los diferentes trabajos de investigación es heterogénea y contradictoria en cuanto a rendimiento y calidad de fruto, esto como resultado de la localidad de estudio, características del suelo; tipo, dosis y frecuencia de nutrición; portainjerto, variedad, edad de los árboles y manejo agronómico. Elhassan et al. (2011), analizando el efecto de diferentes formas de nutrición en toronja, mencionan que el mayor rendimiento de fruto por ha fue de 7.35 t con 20 kg de estiércol en árbol por año, de 5.64 t de fruto con la aplicación de urea en dosis

de 2.17 kg en árbol por año, de 2.94 t de fruto con fertilización foliar con macro y micronutrientes y 2.59 t de fruto en el testigo sin aplicación; las características de diámetro de fruto, grosor de cáscara, porcentaje de jugo y sólidos solubles totales dependieron del tratamiento utilizado.

Diferentes resultados reportan Berdeja-Arbeu, Martínez-Patricio, Medel-Simón, Méndez-Gómez e Ibáñez-Martínez (2018), al evaluar fertilización química al suelo y orgánica con la leguminosa kudzu en lima 'Persa', mencionan que no se encontraron diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) en características físicas de fruto, número de frutos por rama, área foliar y contenido mineral en hoja, el porcentaje de fruta de exportación fue superior a 89%. Olarte-Ortiz, Almaguer-Vargas y Espinoza-Espinoza (2000) en naranja 'Valencia' late con fertilización química (NPK) al suelo y foliar, mencionan que el número de frutos por árbol fue de 205 con fertilización al suelo y 131 frutos con fertilización foliar. El mayor rendimiento por hectárea fue 15 t·ha⁻¹ con fertilización química al suelo y con fertilización foliar 9.63 t·ha⁻¹.

La nutrición vegetal modifica el crecimiento de los árboles en volumen de copa y tamaño de hoja, lo que puede afectar la fotosíntesis. Reyes, Villegas, Colinas y Calderón (2000) señalan que una forma de estimar la fotosíntesis es con la producción de materia seca por unidad de superficie, con estas variables se obtiene el peso específico de hoja; mencionan que en cítricos el peso específico de hoja se modifica por la variedad utilizada y la época de muestreo.

En la actualidad el costo de fertilizantes químicos es caro, lo que puede desalentar a los productores en la adquisición de estos, además los mercados internacionales están buscando lima 'Persa' con la menor cantidad de fertilizantes químicos, ya que estos pueden ocasionar daños al suelo después de muchos años de aplicación. Se realizó el presente trabajo de investigación con la hipótesis de que la nutrición orgánica en lima 'Persa' aumenta rendimiento y calidad de fruto. El objetivo fue evaluar nutrición química y orgánica en rendimiento y calidad de fruto de lima 'Persa'.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló de diciembre de 2017 y finalizó en junio de 2018, en el municipio de Martínez de la Torre, Veracruz, en el Rancho 'San Antonio' con 120 metros de altitud, entre los paralelos 19° 58' y 20°

17' de latitud norte; los meridianos 96° 56' y 97° 10' de longitud oeste. El lugar presenta un clima clasificado como A (m) W" (e), caracterizado como clima cálido húmedo, con lluvias todo el año, temperatura anual arriba de 26 °C y precipitación media anual de 1626 mm (García, 1987). El material vegetal fueron árboles de lima 'Persa' de 8 años injertados en limón 'Volkameriana'. Las características del suelo al inicio del experimento fueron textura franco arenosa, densidad aparente 1.34 g·cm⁻³, pH 5.80, materia orgánica 1.79%, nitrógeno total 0.097%, P asimilable 48.85 mg·kg⁻¹, K 189.15 mg·kg⁻¹, Ca 319.8 mg·kg⁻¹ y CIC 10.52 cmol·kg⁻¹.

En el mes de julio de 2017 se realizaron análisis foliares de la leguminosa kudzu en la empresa FYPA®: N 3.73%, P 0.189% y K 1.96%. En el mes de septiembre de 2017 se realizaron análisis de estiércol de vaca en la empresa FYPA®: 36.04% humedad, pH 7.52, conductividad eléctrica 8.71 Sdm⁻¹, relación carbono/nitrógeno 24.76, materia orgánica 53.35%, N total 1.25%, P 1.91% y K 2.64%. El manejo agronómico fue el siguiente: el control de plagas y enfermedades se realizó dependiendo la incidencia de las mismas, el control de maleza se hizo con machete y en el mes de diciembre se podaron los árboles. El diseño de tratamientos se presenta en la tabla 1.

Tabla 1
 Diseño de tratamientos en lima 'Persa', México, 2018

Tratamiento	Descripción
T1. Kudzu	En el mes de diciembre de 2017 se aplicaron al suelo 30 kg de materia fresca de kudzu (tallos y hojas) por árbol al suelo.
T2. Químico	En el mes de diciembre de 2017 se aplicaron 2 kg de fertilizante químico (fórmula 12-12-17) por árbol al suelo.
T3. Estiércol	En el mes de diciembre de 2017 se aplicaron al suelo 50 kg de estiércol de vaca por árbol.
T4. Foliar (testigo)	Cada 30 días de diciembre de 2017 a junio de 2018 se asperjó al follaje Bayfolan Forte® a 2%.

Nota: Contenido mineral de Bayfolan Forte®, N 11.47%; P 8%; K 6%; ácido indolacético 0.003%; clorhidrato de tiamina 0.004%; S 0.23%; Ca 0.025%; Mg 0.025%; B 0.036%; Cu 0.04%; Fe 0.05%; Mn 0.036%; Mo 0.005%; Zn 0.08%. Elaboración propia.

En la figura 1 se muestra la zona de donde se cosechó la leguminosa kudzu. Las variables que se evaluaron desde febrero hasta junio de 2018 fueron:

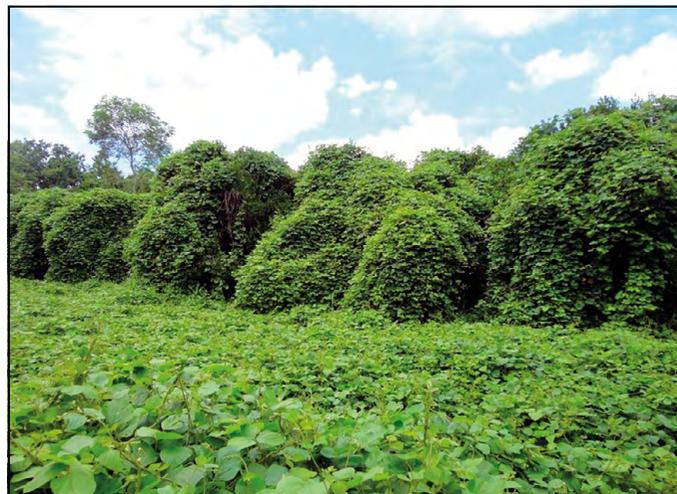


Figura 1. Lugar de cosecha de kudzu, rancho 'San Antonio', Martínez de la Torre, Veracruz. Fotografía de Raúl Berdeja-Arbeu.

Número de frutos por rama. De cada árbol se seleccionaron cuatro ramas maduras que presentaran frutos y se contó el número de frutos por rama.

Largo de rama. Con cinta métrica se midió la longitud de 4 ramas maduras en diferentes fechas de muestro. A las mismas se les contó el número de hojas por rama.

Porcentaje de frutos de exportación por árbol. De cada tratamiento se cosecharon 100 frutos y se obtuvo el porcentaje de frutos de exportación, el cual se basa en la marca oficial México Calidad Selecta en limón 'Persa' (SAGARPA, 2004).

Se tomaron 10 frutos por tratamiento y se evaluaron:

- **Peso de fruto:** Se pesó cada fruto en báscula digital Royal® y el resultado se expresó en g.
- **Relación diámetro polar/diámetro ecuatorial:** Se obtuvieron al dividir diámetro polar entre diámetro ecuatorial con vernier Pretul®.
- **Grosor de cáscara:** El fruto se cortó por la mitad, con vernier Pretul® se midió el grosor de cáscara y el resultado se expresó en mm.
- **Área foliar.** De cada repetición se tomaron 4 hojas de la parte media de la copa y se midió área de hoja con el programa Image J®. A las hojas de las que se obtuvo área foliar se metieron a horno a temperatura de 70 °C durante 72 h y con los datos se obtuvo peso específico de hoja con la fórmula:

$$\text{Peso seco/área foliar}$$

y el resultado se expresó en gramos por centímetros cuadrados ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$). El diseño experimental fue de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Se realizaron análisis de varianza y pruebas de medias por el método de Tukey ($p \leq 0.05$), los datos se analizaron con el paquete de cómputo SAS.

RESULTADOS

El promedio de frutos por rama en lima 'Persa' no mostró diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos, los valores oscilaron de 1.4 a 1.85. El mayor promedio de cuatro fechas fue de 1.6 con fertilización orgánica en kudzu (tabla 2).

El largo de rama y número de hojas en las diferentes fechas de evaluación no mostró diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$). El porcentaje de fruto de exportación en todas las fechas de evaluación fue superior a 80%, y en el promedio acumulado de cuatro fechas de cosecha osciló de 84.5 a 92.25% (tabla 3).

El peso de fruto no mostró diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$) entre tratamientos. El mayor promedio fue cuando se fertilizó con 76.06 g de estiércol y el menor mediante fertilización foliar con 71.02 g (tabla 4).

La relación diámetro polar/diámetro ecuatorial indica la forma redonda u ovalada del fruto de lima 'Persa', valores más cercanos a 1, el fruto es redondo. No se presentaron diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos en esta variable, los frutos más redondos en promedio de cuatro fechas se lograron con la fertilización orgánica de kudzu y foliar con 1.25. El mayor promedio de cuatro fechas en grosor de cáscara fue con fertilización orgánica con kudzu superando estadísticamente ($p \leq 0.05$) solamente a la fertilización foliar (tabla 5).

El peso específico de hoja dependió de la fecha de evaluación y del tratamiento utilizado, los valores oscilaron entre 0.004 y 0.011 $\text{mg}\cdot\text{cm}^{-2}$. El promedio de cuatro fechas de evaluación no mostró diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos.

Tabla 2

Promedio de número de frutos por rama de lima 'Persa' con fertilización química y orgánica en diferentes fechas de evaluación. México, 2018

Tratamiento	08/02/2018	26/03/2018	01/06/2018	29/06/2018	Promedio
T1. Kudzu	1.85 a	1.5 a	1.72 a	1.5 a	1.6 a
T2. Químico	1.55 a	1.5 a	1.69 a	1.5 a	1.5 a
T3. Estiércol	1.7 a	1.4 a	1.61 a	1.4 a	1.5 a
T4. Foliar	1.5 a	1.65 a	1.59 a	1.65 a	1.5 a
CV	44.88	58.13	55.23	58.13	54.0
DMSH	0.61	0.73	0.91	0.73	0.74

Nota: Medidas con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; CV: Coeficiente de variación.

Elaboración propia.

Tabla 3

Promedio de porcentaje de fruta de exportación de lima 'Persa' con fertilización química y orgánica en diferentes fechas de evaluación. México, 2018

Tratamiento	08/02/2018	26/03/2018	01/06/2018	29/06/2018	Promedio
T1. Kudzu	90	92	90	95	91.75
T2. Químico	92	95	90	92	92.25
T3. Estiércol	93	92	91	90	91.5
T4. Foliar	83	88	85	82	84.5

Nota: Elaboración propia.

Tabla 4
 Promedio de peso de fruto de lima 'Persa' con fertilización química y orgánica en diferentes fechas de evaluación, México, 2018

Tratamiento	08/02/2018	26/03/2018	01/06/2018	29/06/2018	Promedio
T1. Kudzu	58.4 a	79.64 a	78.24 a	78.44 a	73.68 a
T2. Químico	62.2 a	76.96 a	77.68 a	79.82 a	74.16 a
T3. Estiércol	68.6 a	77.08 a	78.12 a	80.46 a	76.06 a
T4. Foliar	52.8 a	75.72 a	76.6 a	78.96 a	71.02 a
CV	19.18	14.2	12.54	11.88	14.45
DMSH	21	8.12	7.21	6.98	10.82

Nota: Medidas con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; CV: Coeficiente de variación.
 Nota: Elaboración propia.

Tabla 5
 Promedio de grosor de cáscara de lima 'Persa' con fertilización química y orgánica en diferentes fechas de evaluación, México, 2018

Tratamiento	08/02/2018	26/03/2018	01/06/2018	29/06/2018	Promedio
T1. Kudzu	4.4 a	3.17 a	3.38 a	3.38 a	3.5825 a
T2. Químico	3.92 a	3.06 a	3.16 a	3.44 a	3.395 a
T3. Estiércol	3.76 a	3.38 a	3.34 a	3.4 a	3.47 a
T4. Foliar	3.18 a	3.04 a	2.76 b	2.84 b	2.955 b
CV	18.7	16.48	14.6	10.25	15.0075
DMSH	1.29	0.38	0.34	0.24	0.5625

Medidas con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey (Tukey, $p \leq 0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; CV: Coeficiente de variación.
 Nota: Elaboración propia.

DISCUSIÓN

Una manera de estimar rendimiento es con número de frutos por rama (Ariza-Flores et al., 2015). Posiblemente el rendimiento de fruto no se modificó debido al manejo agronómico de control de plagas, enfermedades, maleza, poda y a las condiciones ambientales que fueron favorables. Berdeja-Arbeu et al. (2018) evaluando fertilización química al suelo y orgánica con la leguminosa kudzu en lima 'Persa' mencionan que no se encontraron diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) en número de frutos por rama y por árbol.

Cabezas-Gutiérrez y Rodríguez (2010) señalan que el rendimiento de fruto se modifica por las técnicas hortícolas aplicadas en naranjo, el mayor rendimiento de fruto por árbol fue con anillado de ramas y el menor con fertilización foliar con diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$). Olarte Ortiz et al.

(2000) en naranja indican que el mayor rendimiento de fruto fue con fertilización química al suelo y el menor con fertilización foliar.

Zuoping et al. (2014), con diferentes tipos de fertilizantes químicos y estiércoles en manzano, mencionan que la fertilización química (NPK) más estiércol después de 5 años consecutivos aumentó 42.5% el rendimiento de fruto, la fertilización química de NPK 36.7% y el estiércol 34.4%.

El tipo de nutrición orgánica y química tiene efecto en el rendimiento de fruto, de manera positiva o negativa, ocasionada por la época de aplicación, dosis, concentración mineral del producto utilizado y ambiente. Tapia-Vargas et al. (2014) estudiando diversas formas de nutrición orgánica en aguacate 'Hass' mencionan que la productividad de fruto por árbol fue de 160 kg con aplicación de fermento orgánico, 66 kg con derivado de pescado, 63 kg

con composta, 107 kg con microorganismos, 104 kg con lombricomposta y 110 con fertilización química con la fórmula 200 N -100 P -100 K.

El largo de rama y número de hojas no se modificó estadísticamente por efecto de los tratamientos. El crecimiento de los árboles frutales se afectó por el portainjerto, la interacción portainjerto-variedad, ambiente y manejo agronómico del cultivo. En cítricos existen trabajos en los que se ha evaluado crecimiento de árbol con las variables altura, diámetro y volumen de copa, en los cuales aun cuando no se menciona, el crecimiento de la rama va de manera implícita (Curti-Díaz, Hernández-Guerra, & Loredó-Salazar, 2012). Tapia-Vargas et al. (2014) indican que en árboles de aguacate 'Hass' el largo de rama se modifica por el tipo de nutrición que se utiliza.

El porcentaje de fruto de exportación disminuye por efecto de plagas, enfermedades, frutos de color verde pálido producto de la sombra de las hojas y la nutrición vegetal. Caamal-Cauich, Jerónimo-Ascencio, Pat-Fernández, Romero-García y Ramos-García (2014) mencionan en la región de Tlapacoyan, Veracruz, porcentaje de frutos de exportación de 67.

El peso de fruto no se afectó debido a que el portainjerto fue limón 'Volkameriana' para todos los tratamientos, el estado de madurez a cosecha de fruto fue homogéneo y la nutrición orgánica y química no tuvo efecto para encontrar diferencias. Milosevic y Milosevic (2015) evaluando fertilización química y nutrición orgánica al suelo en manzano, encontraron que el peso y firmeza de fruto no se modifica estadísticamente por la nutrición empleada. Sin embargo, Obreza y Morgan (2008) señalan que el N tiene influencia en tamaño de fruto, el P reduce el grosor de cáscara y el K aumenta tamaño de fruto y grosor de cáscara.

La relación diámetro polar-ecuatorial no presentó diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$). El diámetro polar en fruto de lima 'Persa' sirve para clasificar el tamaño o calibre de fruto, la clasificación es 250, 230, 200, 175, 150 y 110, estos valores indican

el número de frutos en caja de 40 libras (Curti-Díaz et al., 2012). Las empresas exportadoras de lima 'Persa' en la región de Martínez de la Torre, Veracruz, son las que fijan el calibre de fruto en las diferentes épocas del año.

El menor grosor de cáscara fue con la fertilización foliar, esto ocasionado porque los fertilizantes foliares se aplican en pequeñas concentraciones. Morgan, Rouse, Roka, Futch y Zekri (2005) indican que el grosor de cáscara en toronja aumenta cuando el contenido de potasio en hoja es mayor y también al incrementar el diámetro de fruto. De todas las variables físicas de fruto, posiblemente el grosor de cáscara sea la más importante. En la zona de Martínez de la Torre, Veracruz, se observa que los frutos con mayor grosor de cáscara tienen cáscara más rugosa y estos frutos logran mejor precio.

El peso específico de hoja no mostró diferencias estadísticas, esta variable se utiliza para estimar fotosíntesis (Reyes et al., 2000). Posiblemente no se encontraron diferencias porque se utilizó el mismo portainjerto, se controlaron plagas y enfermedades en el momento oportuno y los tratamientos utilizados no afectaron la relación peso seco de hoja y área foliar. Algunos factores que modifican el peso específico de hoja son la variedad de cítrico y la época de muestreo (Reyes et al., 2000). En lima 'Persa' no se encontraron diferencias estadísticas en peso específico de hoja, por efecto del portainjerto utilizado (Berdeja-Arbeu, Villegas-Monter, Ruíz-Posadas, Sahagún-Castellanos, & Colinas-León, 2010).

CONCLUSIONES

La nutrición química con la fórmula 12-12-17 y orgánica con kudzu y estiércol de vaca no afectó el rendimiento de fruto en lima 'Persa'. El menor porcentaje de frutos de exportación fue con la fertilización foliar. El mayor grosor de cáscara de fruto fue con fertilización con kudzu. El peso específico de hoja no mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos. Por los resultados obtenidos se concluye que la fertilización orgánica puede ser una alternativa en lima 'Persa' en rendimiento y calidad de fruto.

REFERENCIAS

- Anjum, M. A., Abid, M., & Naveed, F. (2001). Evaluation of citrus rootstocks for salinity tolerance at seedling stage. *International Journal of Agriculture & Biology*, 3(1), 1-4.
- Ariza-Flores, R., Barrios-Ayala, A., Herrera-García, M., Barbosa-Moreno, F., Michel-Aceves, A., Otero-Sánchez, M. A., & Alía-Tejacal, I. (2015). Fitohormonas y bioestimulantes para la floración, producción y calidad de lima mexicana de invierno. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(7), 1653-1666.
- Berdeja-Arbeu, R., Hernández-Sayago, K., Salazar-Sandoval, R. I., Vázquez-Cruz, F., Méndez-Gómez, J., & Moreno-Velázquez, D. (2016). Aspersiones foliares con nitratos en lima Persa mejoran el rendimiento y calidad de fruta. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 2(3), 72-77.
- Berdeja-Arbeu, R., Martínez-Patricio, G., Medel-Simón, M., Méndez-Gómez, J., & Ibáñez-Martínez, A. (2018). La fertilización química y orgánica al suelo en lima Persa (*Citrus latifolia* Tan.) mantiene el rendimiento y calidad del fruto. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 4(1), 10-17.
- Berdeja-Arbeu, R., Villegas-Monter, A., Ruiz-Posadas, L. M., Sahagún-Castellanos, J., & Colinas-León, M. T. (2010). Interacción lima Persa-portainjertos. Efecto en características estomáticas de hoja y vigor de árboles. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 16(2), 91-97.
- Caamal-Cauich, I., Jerónimo-Ascencio, F., Pat-Fernández, V. G., Romero-García, E., & Ramos-García, J. G. (2014). Análisis de los canales de exportación del limón Persa del municipio de Tlapacoyan, Veracruz. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 2(3), 183-191.
- Cabezas-Gutiérrez, M., & Rodríguez E., C. A. (2010). Técnicas hortícolas para optimizar el tamaño y la calidad del fruto del naranjo (*Citrus sinensis* L.). *Agronomía Colombiana*, 28(1), 55-62.
- Castricini, A., Da Silva, J. T. A., Da Silva, I. P., & Vilela Rodrigues, M. G. (2017). Quality of Tahiti acid lime fertilized with nitrogen and potassium in the semiarid region of Minas Gerais. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 39(2). doi: 10.1590/0100-29452017288
- Curti-Díaz, S. A., Hernández-Guerra, C., Loredó-Salazar, R. X. (2012). Productividad del limón Persa injertado en cuatro portainjertos en una huerta comercial de Veracruz, México. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 18(3), 291-305.
- Curti-Díaz, S. A., Loredó-Salazar, X., Díaz-Zorrilla, U., Sandoval-Rincón, J. A., & Hernández-Hernández, J. (2000). *Tecnología para producir limón Persa* (Libro Técnico No. 8). México: INIFAP.
- Elhassan, A. A. M., El-Tilib, A. M. A., Ibrahim, H. S., Hashim A. A., & Awadelkarim, A. H. (2011). Response of foster grapefruit (*Citrus paradisi* Macf.) to organic and inorganic fertilization in central Sudan. *Annals of Agricultural Sciences*, 56(1), 37-41.
- García, E. (1987). *Modificación al Sistema de la clasificación de Köppen*. México: UNAM.
- Instituto Internacional de Nutrición de Plantas. (2018). Fuente de nutrientes específicos. Recuperado de <http://nla.ipni.net/article/NLA-3078>
- Magalhães Machado, D., Lopes De Siqueira, D., Chambum Salomao, L. C., Cecon, P. R., & Pereira Da Silva, D. F. (2017). Evaluation of rootstocks for Tahiti acid lime in northern state of Minas Gerais. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 39(1). doi: 10.1590/0100-29452017790
- Milosevic T., & Milosevic, N. (2015). Apple fruit quality, yield and leaf macronutrients content as affected by fertilizer treatment. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 15(1), 76-83.
- Morgan, K. T., Rouse R. E., Roka, F. M., Futch, S. H., & Zekri, M. (2005). Leaf and fruit mineral content and peel thickness of Hamlin orange. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 118, 19-21.
- Obreza, T. A., & Morgan, K. T. (2008). *Nutrition of Florida citrus trees*. US: University of Florida.
- Olarte-Ortiz, O., Almaguer-Vargas, G., & Espinoza-Espinoza, J. R. (2000). Efecto de la fertilización foliar en el estado nutricional, la fotosíntesis, la concentración de carbohidratos y el rendimiento en naranjo 'Valencia Late'. *Terra Latinoamericana*, 18(4), 339-347.
- Peters, M., Franco, L. H., Schmidt, A., & Hincapie, B. (2011). *Especies forrajeras multipropósito: Opciones para productores del trópico americano* (Publicación CIAT No. 374). Colombia: CIAT.
- Reyes, M. I., Villegas, A., Colinas, M. T., & Calderón, G. (2000). Peso específico, contenido de proteína y de clorofila en hojas de naranjo y tangerino. *Agrociencia*, 34(1), 49-55.
- Sanches Stuchi, E., Geraldo Martins, A. B., Rodas Lemo, R., & Cantuarias-Avilés, T. (2009). Fruit quality of 'Tahiti' lime (*Citrus latifolia* Tanak) grafted on twelve different rootstocks. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 31(2), 454-460.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2004). PC-012-2004. Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México calidad selecta en limón Persa. Recuperado de www.mexicocalidadsuprema.org/assets/galeria/PC_012_2004_Limon_persa.pdf
- Srivastava, A. K., & Singh, S. (2003). Foliar fertilization in citrus-A review. *Agricultural Reviews*, 24(4), 250-264.
- Tapia-Vargas, L. M., Larios-Guzmán, A., Hernández-Pérez, A., & Guillén-Andrade, H. (2014). Nutrición orgánica del aguacate cv. 'Hass' y efecto nutricional y agronómico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(3), 463-472.
- Trinidad-Santos A., & Velasco-Velasco, J. (2016). Importancia de la materia orgánica en el suelo. *Agroproductividad*, 9(8), 52-58.
- Zuoping, Z., Sha, Y., Fen, L., Puhui, J., Xiaoying, W., & Yan'an, T. (2014). Effects of chemical fertilizer combined with organic manure on Fuji apple quality, yield and soil fertility in apple orchard on the Loess Plateau of China. *International Journal of Agricultural & Biological Engineering*, 7(2), 45-55.