



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinaria, Ciudad de México, México.

ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), noviembre-diciembre 2024,

Volumen 8, Número 6.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6

FERTILIZACIÓN FOLIAR ORGÁNICA EN LIMA PERSA INJERTADA EN PORTAINJERTOS

**ORGANIC FOLIAR FERTILIZATION ON
PERSIAN LIME GRAFTED ONTO ROOTSTOCKS**

Raul Berdeja Arbeu

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México

Fabián Enríquez García

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México

José Méndez Gómez

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México

Guillermo Jesuita Pérez Marroquín

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México

Ramiro Escobar Hernández

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México

Pablo Zaldívar Martínez

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México

Fertilización Foliar Orgánica en LIMA Persa Injertada en Portainjertos

Raul Berdeja Arbeu¹

raul.berdeja@correo.buap.mx

<https://orcid.org/0000-0001-5753-241X>

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla
México

José Méndez Gómez

Jose.mendezgomez@correo.buap.mx

<https://orcid.org/0000-0001-9412-399X>

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla
México

Ramiro Escobar Hernández

ramiro.escobar@correo.buap.mx

<https://orcid.org/0000-0002-2950-6908>

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla
México

Fabián Enríquez García

fabian.enriquez@correo.buap.mx

<https://orcid.org/0000-0001-9849-9636>

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla
México

Guillermo Jesuita Pérez Marroquín

guillermo.perezm@correo.buap.mx

<https://orcid.org/0000-0001-9566-5432>

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla
México

Pablo Zaldívar Martínez

pablo.zaldivar@correo.buap.mx

<https://orcid.org/0009-0000-1942-6747>

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla
México

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el año 2024, en el municipio de Martínez de la Torre, Veracruz. El objetivo evaluar fertilización foliar con extractos de algas en dosis de 2 % en lima Persa injertada en portainjertos. Se utilizaron árboles de 8 años con distancia de plantación de 6 x 5 m, y en el terreno establecida la leguminosa Kudzu (*Pueraria phaseoloides*) como abono verde. El diseño experimental fue bloques completamente al azar con 5 tratamientos y 5 repeticiones, utilizando un árbol como unidad experimental, se realizaron análisis de varianza y pruebas de Tukey ($P \leq 0.05$). Las características físicas de fruto en peso de fruto, diámetro de fruto y grosor de cáscara se modificaron por la interacción portainjerto-variedad, época de cosecha y fertilización foliar con extracto de alga en dosis de 2 %. En la primera fecha de evaluación el mayor rendimiento de fruto fue en lima Persa injertada en C35 y en la segunda fecha lima Persa en Carrizo. El menor porcentaje de fruta de exportación de primera fue en lima Persa en naranjo Agrio (Testigo). Por los resultados obtenidos se concluye que la fertilización foliar con extracto de alga en dosis de 2 % en lima Persa aumenta rendimiento y calidad de fruta de exportación.

Palabras claves: citrus latifolia, extracto de alga, rendimiento de fruto, fruto de exportación

¹ Autor principal

Correspondencia: raul.berdeja@correo.buap.mx

Organic Foliar Fertilization on Persian Lime Grafted onto Rootstocks

ABSTRACT

The research work was carried out in 2024, in the municipality of Martínez de la Torre, Veracruz. The objective was to evaluate foliar fertilization with seaweed extracts at a dose of 2% in Persian lime grafted on rootstocks. 8-year-old trees were used with a planting distance of 6 x 5 m, and the legume Kudzu (*Pueraria phaseoloides*) was established in the field as green manure. The experimental design was completely randomized blocks with 5 treatments and 5 repetitions, using a tree as an experimental unit. Analysis of variance and Tukey tests were performed ($P \leq 0.05$). The physical characteristics of the fruit in fruit weight, fruit diameter and shell thickness were modified by the rootstock-variety interaction, harvest time and foliar fertilization with seaweed extract at a dose of 2%. On the first evaluation date, the highest fruit yield was in Persian lime grafted in C35 and on the second date, Persian lime in Carrizo. The lowest percentage of first-class export fruit was in Persian lime in Sour orange (Control). Based on the results obtained, it is concluded that foliar fertilization with seaweed extract at a dose of 2% in Persian lime increases the yield and quality of export fruit.

Keywords: citrus latifolia, seaweed extract, fruit yield, export fruit

Artículo recibido 10 octubre 2024
Aceptado para publicación: 15 noviembre 2024



INTRODUCCIÓN

Méjico se cultivan 109,000 ha de lima Persa, el principal estado productor es Veracruz y el municipio con mayor superficie de este cítrico es Martínez de la Torre, Veracruz (SIAP, 2022). Este cítrico es la principal variedad que se exporta, las principales características de exportación de fruto son: frutos libres de plagas, enfermedades, cáscara color verde oscura y rugosa (SAGARPA, 2004).

Los portainjertos en cítricos dan adaptación al ambiente, tolerancia a plagas y enfermedades, calidad y rendimiento de fruto, regulan el volumen de copa y son los responsables de las ganancias económicas (Castle, 1993). Aunado a esto la fertilización foliar puede incrementar el rendimiento y calidad de fruto. Algunos factores que se deben de considerar: pH de la solución, nutrientes aplicados, dosis, época, frecuencia de aplicación, etapa fenológica del cultivo, equipo de aplicación entre otros (Srivastava y Shigh, 2003).

En los últimos años la utilización de los bioestimulantes en frutales ha generado incremento en rendimiento y calidad de fruto. Los bioestimulantes son microorganismos, sustancias que incrementan la absorción y asimilación de los macro y micronutrientes y dan tolerancia de las plantas al estrés. Los bioestimulantes se dividen en ácidos fúlvicos, ácidos húmicos, extracto de algas y plantas, aminoácidos, quitosanos, compuestos inorgánicos, bacterias y hongos (Du Jardín 2015). Los extractos de algas son fertilizantes que contienen compuestos orgánicos, vitaminas, minerales, reguladores del crecimiento, entre otras sustancias, y aplicados al follaje incrementan rendimiento de fruto (Zermeño *et al.*, 2015). Diferentes autores mencionan el efecto de los bioestimulantes en cítricos y otros frutales. Amro (2015) evaluando fertilización foliar con extractos de algas en naranja Valencia reportan que el mayor rendimiento de fruto fue con aplicaciones al 2 % de extracto de algas más 0.4 % de sulfato de Zinc. Por otra parte García *et al.* (2023) analizando el efecto al follaje de extractos de algas en lima Persa indican que aplicaciones de 3 % aumenta rendimiento de fruto y porcentaje de fruto de exportación. Khan *et al.* (2022) señalan que las aplicaciones de extractos de algas en cítricos y la época de aplicación modifican contenido nutrimental en hoja, características físicas de hoja, características físicas y químicas de fruto, y volumen de copa.



Las características físicas de fruto en lima Persa como son: peso de fruto, diámetro de fruto, grosor de cáscara y porcentaje de fruto de exportación dependen de la interacción portainjerto-variedad (De Gante et al., 2022), fertilización foliar (Berdeja *et al.*, 2015), entre otros factores.

En la región de Martínez de la Torre, Veracruz, se cultiva lima Persa injertada en naranjo Agrio, este portainjerto es susceptible al Virus de la Tristeza de los Cítricos, así también en los últimos años por diferentes factores bióticos y abióticos los árboles de lima Persa han disminuido rendimiento y calidad de fruto. Una alternativa para contrarrestar el estrés es la utilización de bioestimulantes. Por lo antes mencionado se realizó el presente trabajo de investigación en lima Persa injertada en portainjertos con aplicación de 2 % de extractos de algas marinas al follaje. Con la hipótesis: el rendimiento y calidad de lima Persa depende de la interacción portainjerto-variedad más la aplicación al follaje de 2 % extractos de algas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en el municipio de Martínez de la Torre, Veracruz, en el Rancho San Antonio, ubicado en las coordenadas 20° 05' 38.53" N y 97° 03' 25.42" O, con 88 msnm. El clima clasificado como A(m)W"(e), caracterizado como clima cálido húmedo, con lluvias todo el año, temperatura media anual arriba de 26 °C y precipitación media anual de 1,626 mm (García, 1987).

Las características del suelo franco arenoso con pH de 5.8, materia orgánica 1.79% y CIC de 10.52 cmol·kg⁻¹.

Los árboles de lima Persa (*Citrus latifolia* Tan.) injertada en limón Volkameriana (*Citrus Volkameriana* Pasq.), C35 (*Poncirus trifoliata* (L.) Raf. x *C. sinensis* (L.)), Carrizo (*Poncirus trifoliata* (L.) Raf. x *C. sinensis* (L.)), Citrumelo Swingle (*C. paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.) y naranjo Agrío (*C. sinensis* (L.) de 8 años, sanos (sin plagas y enfermedades), homogéneos en altura y volumen de copa, la distancia de plantación de 6 x 5 m.

El manejo del experimento en el año 2024 fue: se utilizó como abono verde la leguminosa kudzu (*Pueraria phaseoloides*), el control se realizó con machete en los meses de enero, abril, julio y septiembre, en el mes de febrero se realizó poda de descentrado, el control de plagas y enfermedades dependió de la incidencia de las mismas y se utilizaron los ingredientes activos Bifentrina (2 g·L⁻¹) y Benomilo (2 g·L⁻¹). En la Figura 1 se muestra la asociación de lima Persa con la leguminosa kudzu.



Figura 1. Leguminosa kudzu asociada con lima Persa



La aplicación de los tratamientos fue cada 45 días con mochila manual marca Jacto® de 20 litros. En el Cuadro 1, se presenta el diseño de tratamientos.

Tabla 1. Diseño de tratamientos.

| Tratamiento | Descripción |
|------------------------------------|---|
| 1. Lima Persa en Volkameriana | Aplicación 2 % de extracto de alga cada 45 días a |
| 2. Lima Persa en C35 | partir del 1 de febrero al 30 de septiembre |
| 3. Lima Persa en Carrizo | |
| 4. Lima Persa en Citrumelo Swingle | |
| 5. Lima Persa en naranjo Agrio | Sin aplicación de extracto de alga |

Basfoliar Algae SL: 6 % N, 3 % P, 5 % K, 0.56 % Mg, 0.06 % Mn, 0.06 % Zn, 0.08 % B, 1.15 % aminoácidos.

Variables que evaluar

Las variables evaluadas fueron:

Número de frutos cosechados por metro cuadrado de copa. Con un cuadrado de madera de 1 m x 1 m cuadrado se contó el número de frutos en la parte media de la copa.

De cada tratamiento se tomaron al azar 20 frutos y se midieron.

Peso de fruto. Se pesó el fruto con báscula digital Scout Pro (Ohaus) en gramos.

Diámetro polar. Se midió el alto de fruto con un vernier en centímetros.

Diámetro ecuatorial. En la parte media del fruto se midió el diámetro con un vernier en centímetros.

Relación diámetro polar/ diámetro ecuatorial. Se dividió el diámetro polar entre el diámetro ecuatorial.

Grosor de cáscara. El fruto se secciono por la parte media ecuatorial y se midió con vernier en centímetros.

Cálculo de rendimiento. El número de frutos cosechados por metro cuadrado se multiplico por el peso promedio de fruto.

Porcentaje de frutos de exportación. De cada tratamiento se tomaron al azar 100 frutos y se contó el número de frutos de primera de exportación (fruto verde oscuro y cascara sin daño de plagas y enfermedades) (SAGARPA, 2004).

Peso específico de hoja. De acuerdo con Berdeja *et al.* (2010) de cada árbol se tomaron al azar 4 hojas sanas y maduras de la mitad de la copa, posteriormente se escanearon con ayuda del programa Image J, donde se obtuvo el área foliar. Posteriormente las hojas se metieron a una estufa de secado por cuatro días a 70 °C. Con los datos de área foliar y peso de materia seca se determinó el específico de hoja (PEH) según la fórmula siguiente:

PEH= Peso de materia seca de hoja (g)/área foliar (cm²).

Diseño experimental y Análisis estadístico. Se empleó un diseño experimental en bloques completamente al azar con 5 tratamientos y 5 repeticiones. Se realizaron análisis de varianza y pruebas de comparaciones múltiples de medias por el método de Tukey ($P \leq 0.05$) mediante el paquete estadístico SAS 9.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El 25 de mayo de 2024 el mayor peso de fruto fue 77.83 g en lima Persa injertada en Carrizo con aplicación de 2 % de extracto de alga y menor en naranjo Agrio (Testigo) sin aplicación con diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$). El diámetro polar osciló de 44.87 mm en lima Persa en Volkameriana con aplicación de 2 % de extracto de alga a 49.95 mm en lima Persa en Carrizo con aplicación de 2 % de extracto de alga con diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$). El diámetro ecuatorial de fruto mayor fue de 58.32 en lima Persa en C35 con aplicación de 2 % de extracto de alga y menor de 50.41 en lima Persa en Volkameriana con aplicación de 2 % de extracto de alga y diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$).



La relación diámetro polar-diámetro ecuatorial de fruto no presentó diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$).

El grosor de cáscara máximo fue de 2.22 mm en lima Persa en Carrizo con 2 % de extracto de alga y menor de 1.87 mm en lima Persa en naranjo Agrio (Testigo) con diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) (Cuadro 2).

Tabla 2. Promedio de peso de fruto (PF), diámetro polar (DP), diámetro ecuatorial (DE), relación diámetro polar/diámetro ecuatorial (DP/DE) y grosor de cáscara en lima Persa con aplicación de 2 % de extractos de algas al follaje. Martínez de la Torre, Veracruz, 25 de mayo de 2024.

| Lima Persa injertada | PF (g) | DP (mm) | DE (mm) | DP/DE | GC (mm) |
|----------------------|---------|---------|---------|--------|---------|
| Volkameriana | 54.78 b | 44.87 b | 50.41 b | 0.89 a | 2.05 ab |
| C35 | 77.36 a | 49.51 a | 58.32 a | 0.84 a | 1.91 b |
| Carrizo | 77.83 a | 49.95 a | 58.15 a | 0.86 a | 2.22 a |
| Swingle | 74.06 a | 48.77 a | 57.79 a | 0.84 a | 1.91 b |
| Agrio (Testigo) | 73.68 a | 48.62 a | 57.80 a | 0.84 a | 1.87 b |
| CV | 11.33 | 4.46 | 6.16 | 5.41 | 13.33 |
| DMSH | 8.30 | 2.21 | 3.56 | 0.047 | 0.27 |

Medias con las mismas letras en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$. DSMH: diferencia mínima significativa honesta. CV: coeficiente de variación.

El mayor número de frutos por metro cuadrado fue 26 en lima Persa injertada en C35 con 2 % de extracto de algas y menor en lima Persa injertada en Agrio (Testigo) con diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos. El mayor rendimiento de fruto por metro cuadrado de copa fue de 2,011.36 g en lima Persa en C35 con 2 % de extracto de alga y menor en el testigo con 781. El máximo porcentaje de fruto de exportación fue de 91 en lima Persa en Swingle con 2 % de extracto de algas y menor en el testigo con 70 (Cuadro 3).

Tabla 3. Promedio de frutos por metro cuadrado de copa (FMCC), rendimiento calculado de fruto y Porcentaje de fruto de exportación en lima Persa con aplicación de 2 % de extractos de algas al follaje. Martínez de la Torre, Veracruz, 24 de mayo de 2024.

| Lima Persa injertada | FMCC | Peso de fruto (g) | Rendimiento (g) | % de fruto de exportación |
|----------------------|----------|-------------------|-----------------|---------------------------|
| Volkameriana | 21.20 ab | 54.78 | 1,161.33 | 85 |
| C35 | 26 a | 77.36 | 2,011.36 | 90 |
| Carrizo | 14.60 bc | 77.83 | 1,136.31 | 88 |
| Swingle | 14.20 bc | 74.06 | 1,051.65 | 91 |
| Agrio (Testigo) | 10.60 c | 73.68 | 781 | 70 |
| CV | 28.22 | | | |
| DMSH | 9.53 | | | |

Medias con las mismas letras en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$. DSMH: diferencia mínima significativa honesta. CV: coeficiente de variación.



En la segunda fecha de evaluación el 28 de septiembre de 2024, el peso de fruto osciló de 79.45 g en lima Persa en Carrizo con 2 % de extracto de alga a 91.68 g en lima Persa en Volkameriana con 2 % de extracto de alga sin presentar diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$).

El diámetro ecuatorial, polar y relación diámetro polar-ecuatorial de fruto no mostraron diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$). E

El máximo grosor de cáscara fue de 3.29 mm en lima Persa en C35 con 2 % de extracto de alga y menor de 2.69 mm en lima Persa en Volkameriana con 2 % de extracto de alga sin presentar diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) (Cuadro 4).

Tabla 4. Promedio de peso de fruto (PF), diámetro polar (DP), diámetro ecuatorial (DE), relación diámetro polar/diámetro ecuatorial (DP/DE) y grosor de cáscara en lima Persa con aplicación de 2 % de extractos de algas al follaje. Martínez de la Torre, Veracruz, 28 de septiembre de 2024.

| Lima Persa injertada | PF (g) | DP (mm) | DE (mm) | DP/DE | GC (mm) |
|----------------------|---------|---------|---------|--------|---------|
| Volkameriana | 91.68 a | 53.07 a | 64.29 a | 0.82 a | 2.69 a |
| C35 | 88.76 a | 52.66 a | 61.79 a | 0.85 a | 3.29 a |
| Carrizo | 79.45 a | 51.65 a | 60.94 a | 0.84 a | 3.25 a |
| Swingle | 88.33 a | 52.21 a | 63.72 a | 0.82 a | 3.17 a |
| Agrio (Testigo) | 88.04 a | 52 a | 63.19 a | 0.82 a | 2.73 a |
| CV | 25.39 | 9.25 | 14.49 | 6.63 | 24.40 |
| DMSH | 22.68 | 4.95 | 6.49 | 0.05 | 0.75 |

Medias con las mismas letras en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$. DMSH: diferencia mínima significativa honesta. CV: coeficiente de variación.

El mayor número de frutos por metro cuadrado de copa fue de 13.2 en lima Persa en Carrizo con 2 % de extracto de alga y menor en el testigo con diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$).

El mayor rendimiento de fruto fue 1,048.74 g en lima Persa en Carrizo con 2 % de extracto de alga y menor en el testigo con 158.47.

El porcentaje de fruta de exportación fue de 91 en lima Persa en Carrizo con 2 % de extracto de alga y menor en el testigo con 77 (Cuadro 5).



Tabla 5. Promedio de frutos por metro cuadrado de copa (FMCC), rendimiento calculado de fruto y porcentaje de fruto de exportación en lima Persa con aplicación de 2 % de extractos de algas al follaje. Martínez de la Torre, Veracruz, 28 de septiembre de 2024.

| Lima Persa injertada | FMCC | Peso de fruto (g) | Rendimiento (g) | % de fruto de exportación |
|----------------------|--------|-------------------|-----------------|---------------------------|
| Volkameriana | 11 a | 91.68 | 1,008.48 | 88 |
| C35 | 11.6 a | 88.76 | 1029.61 | 90 |
| Carrizo | 13.2 a | 79.45 | 1,048.74 | 91 |
| Swingle | 10.8 a | 88.33 | 953.96 | 89 |
| Agrio (Testigo) | 1.8 b | 88.04 | 158.47 | 77 |
| CV | 44.65 | | | |
| DMSH | 8.37 | | | |

Medias con las mismas letras en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$. DSMH: diferencia mínima significativa honesta. CV: coeficiente de variación.

El área foliar osciló de 196 cm² en Swingle a 265 cm² en lima Persa en Volkameriana sin presentar diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$). El peso específico de hoja no mostró diferencia estadística entre los tratamientos ($P \leq 0.05$) (Cuadro 6).

Tabla 6. Promedio de área foliar (AF) y peso específico de hoja (PEH) en lima Persa con aplicación de 2 % de extractos de algas al follaje. Martínez de la Torre, Veracruz, 28 de septiembre de 2024.

| Lima Persa injertada | AF (cm ²) | PEH (g·cm ⁻²) |
|----------------------|-----------------------|---------------------------|
| Volkameriana | 265 a | 0.007 a |
| C35 | 238 a | 0.008 a |
| Carrizo | 220 a | 0.007 a |
| Swingle | 189 a | 0.007 a |
| Agrio (Testigo) | 196 a | 0.008 a |
| CV | 29.66 | 21.84 |
| DMSH | 127 | 0.0035 |

Medias con las mismas letras en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$. DSMH: diferencia mínima significativa honesta. CV: coeficiente de variación.

Las características físicas de fruto se modifican por el portainjerto, fertilización foliar y época de cosecha en lima Persa. Resultados similares reportan Curti *et al.* (2012) evaluando lima Persa en diferentes portainjertos, el peso de fruto fue de 79.47 g a 93.20 g. Berdeja *et al.* (2015) indican que la fertilización foliar con nitrato de potasio en lima Persa injertada en limón Volkameriana el diámetro polar de fruto fue de 60.74 mm a 62.76 mm, diámetro ecuatorial de 52.16 mm 53.45 mm, relación de diámetros de 1.11 a 1.17, grosor de cáscara de 2.52 mm a 2.89 mm y peso de fruto de 88.26 g a 99.12g.



Cantuarias *et al.* (2012) en lima Persa injertada en diferentes portainjertos, el porcentaje de fruta de exportación osciló de 12.1 a 51.1, peso de fruto de 80.6 g a 89.4 g, diámetro ecuatorial de 5.15 cm a 5.33 cm y diámetro polar de 5.79 cm a 6.05 cm. Ambriz *et al.* (2018) indican que las características físicas de fruto de lima Persa se modifican por efecto de anillado, poda y fertilización foliar. Y Amro (2015) evaluando fertilización foliar con extractos de algas en naranja Valencia indican que aplicaciones de 2 % de extracto de alga más 0.4 % de sulfato de zinc lograron 326 frutos por árbol, otras variables que se modifican son características físicas de fruto y contenido nutrimental en hoja.

En la región de Martínez de la Torre, Veracruz, los empaques que exportan la fruta son los que definen el tamaño de fruto que se requiere, la fruta con mayor grosor de cáscara, libre de plagas, enfermedades y de color verde oscuro es la que se exporta.

En diferentes trabajos de investigación se demuestra que la aplicación de bioestimulantes aumenta rendimiento y calidad de frutos en cítricos. García *et al.* (2023) evaluando aplicaciones al follaje de extracto de alga en lima Persa mencionan que el porcentaje de fruta de exportación depende de la dosis aplicada y la fecha de cosecha, los valores oscilaron de 56 % en el testigo sin aplicación a 92 % con 3 % de extracto de alga, el mayor rendimiento acumulado de fruto por árbol fue de 6.77 kg en el testigo a 21.70 con 3 % de extracto de alga. Khan *et al.* (2022) analizando el efecto de extracto de alga en cítricos mencionan que el crecimiento del árbol, contenido nutrimental en hoja, rendimiento y calidad de fruto dependen del producto utilizado y la época de aplicación. Y Caamal *et al.* (2014) reportan valores de fruta de primera de exportación de 17 % en la región de Tlapacoyan, Veracruz.

El peso específico de hoja es un indicador de la fotosíntesis y es la relación entre peso seco de hoja y área foliar. Berdeja *et al.* (2010) mencionan que el peso específico de hoja se modifica por la interacción portainjerto-variedad. Por otra parte, Reyes *et al.* (2000) mencionan que esta variable se modifica por la época de muestreo y la especie de cítrico.

CONCLUSIONES

Las características físicas de fruto dependieron del portainjerto utilizado, fecha de cosecha y la fertilización foliar con extracto de alga al 2 %.

El mayor rendimiento de fruto por metro cuadrado de copa fue en C35 en la primera fecha de cosecha y Carrizo en la segunda fecha de cosecha.



El menor porcentaje de fruta de exportación fue en lima Persa injertada en naranjo Agrio.

El área foliar y peso específico de hoja se modificó por la interacción portainjerto-variedad y la fertilización foliar con extracto de alga al 2 %.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ambriz Cervantes, R.; Ariza Flores, R.; Alia Tejacal, I.; Michel Aceves, A. C.; Barrios Ayala, A.; Otero Sánchez, M. A. (2018). Efecto del anillado y bioestimulantes en la floración, producción y calidad de lima Persa (*Citrus latifolia* Tan.) en invierno. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 9 (4): 711- 722. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i4.1389>
- Amro, S. M. S. (2015). Effect of algae extract and zinc sulfate foliar spray on production and fruit quality of orange tree cv. Valencia. IOSR Journal of Agriculturae and Veterinary Science 8 (9): 51-62. DOI: 10.9790/2380-08925162
- Berdeja Arbeu. R.; Martínez, A. O.; Escobar, H. R.; Reyes, A. J. C.; Vázquez H. G.; Moreno, V. D. (2015). Nitrato de potasio foliar mejora calidad y rendimiento de fruto en lima Persa para exportación. Ciencias Agrícolas Informa 2: 33-38.
- Berdeja Arbeu. R.; Villegas Monter. A.; Ruiz-Posadas, L. M.; Sahagún Castellanos, J. (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 Tlapacoyán, Veracruz. Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan 2 (3): 183-191. <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v2i1.238>
- Cantuarias Avíles, T.; De Assis, A. M. F. F.; Stuchi, E. S.; Da Silva, S. R.; Espinoza, E.; Bremer, N. H. (2012). Rootstocks for high fruit yield and quality of Tahiti lime under rain fed conditions. Scientia Horticulturae 142: 105-111. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.05.008>
- Castle, W.S.; Tuckey, D.P.H.; Krezdom, A.H.; Youtsey, C.O. (1993). Rootstocks for Florida citrus. USA. University of Florida.



- Curti Díaz, S.; Hernández Guerra, C A.; Loredo Salazar, R. (2012). Productividad del limón 'Persa' injertado en cuatro portainjertos en una huerta comercial de Veracruz, México. Chapingo Serie Horticultura 18 (3): 291-305.
- De Gante García, M. J.; Berdeja Arbeu, R.; Méndez Gómez, J.; Escobar Hernández, R.; Pérez Marroquín, G. J. (2022). Uso de etefón en lima Persa. Agro-Divulgación 2 (2): 9-12.
- Du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196: 3-14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- García E. 1987. Modificación al sistema de la clasificación de Koppen. México.
- García Olarte. J. F.; Berdeja Arbeu, R.; Escobar Hernández, R.; Pérez Marroquín, G. J.; Zaldívar Martínez, P. (2023). Las aplicaciones de extractos de algas en lima Persa aumentan rendimiento y calidad de fruto de exportación. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinaria.7 (4): 10092-10105. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7696
- Khan, A.S.; Munir, M.; Shaheen, T.; Tassawar, T.; Rafiq, M. A.; Ali, S.; Anwar, R.; Rehman, R.N.U.; Hasan, M. U.; Malik, A. U. (2022). Supplemental foliar applied mixture of amino acids and seaweed extract improved vegetative growth, yield and quality of citrus fruit. *Scientia Horticulturae* 296:1-11. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.110903>
- 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: 49-55.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2004. PC-012-2004. Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México calidad selecta en limón Persa. Consultado en: <https://es.scribd.com/document/372669296/PC-012-2004-Limon-Persa>
- SIAP. (2022). Base de datos agrícolas. Recuperado de: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Srivastava, A. K.; Singh, S. (2003). Foliar fertilization in citrus-a review. Agric. Rev. 24 (4): 250-264,
- Zermeño González, A.; López Rodríguez, B. R.; Meléndez Alvares, A. I.; Ramírez Rodríguez, H.; Cárdenas Palomo, J. O.; Munguía López, J. P. (2015). Extracto de alga marina y su relación con la fotosíntesis y rendimiento de una plantación de vid. Revista Mexicana de Ciencias Agrícola 12:2437-2446. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i12.773>

