

## Las Aplicaciones de Extractos de Algas en Lima Persa Aumentan Rendimiento y Calidad de Fruto de Exportación

**José Francisco García Olarte<sup>1</sup>**

[paco1027@outlook.com](mailto:paco1027@outlook.com)

<https://orcid.org/0009-0003-3846-5241>

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

**Raul Berdeja Arbeu**

[raulberdeja@yahoo.com.mx](mailto:raulberdeja@yahoo.com.mx)

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

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

**Ramiro Escobar Hernández**

[raeshe\\_71@hotmail.com](mailto:raeshe_71@hotmail.com)

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

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

**Guillermo Jesuita Pérez Marroquín**

[guillermopma@hotmail.com](mailto:guillermopma@hotmail.com)

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

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

**Pablo Zaldívar Martínez**

[pablo.zaldivar@correo.buap.mx](mailto:pablo.zaldivar@correo.buap.mx)

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

### RESUMEN

Con el objetivo de evaluar calidad y rendimiento de fruto de exportación en lima Persa se realizó un experimento con aplicaciones al follaje de extractos de algas en el municipio de Martínez de la Torre, Veracruz, México. El diseño de tratamientos fue en bloques al azar con 4 tratamientos y 7 repeticiones. El mayor grosor de cáscara de fruto fue con el tratamiento 3 %. El máximo número de frutos por árbol con calidad de primera de exportación fue con 3 % de extracto de alga y superó estadísticamente ( $P \leq 0.05$ ) al testigo. El porcentaje de fruto de exportación de primera osciló de 56 % en el testigo a 92 % con extracto de alga. Por los resultados obtenidos se concluye que las aplicaciones foliares con extractos de algas en dosis de 3 % aumentan rendimiento de fruto de primera de exportación en lima Persa.

**Palabras claves:** *citrus latifolia*; Veracruz; cáscara; peso; primera.

---

<sup>1</sup> Autor principal.

Correspondencia: [paco1027@outlook.com](mailto:paco1027@outlook.com)

## **Seaweed extract applications in Persian lime increase yield and quality of export fruit**

### **ABSTRACT**

With the objective of evaluating the quality and yield of export fruit in Persian lime, an experiment was carried out with applications of algae extracts to the foliage in the municipality of Martínez de la Torre, Veracruz, Mexico. The treatment design was randomized blocks with 4 treatments and 7 repetitions. The greatest thickness of the fruit shell was with the 3 % treatment. The maximum number of fruits per tree with first-class export quality was with 3 % algae extract and was statistically higher ( $P \leq 0.05$ ) than the control. The percentage of first export fruit ranged from 56 % in the control to 92 % with seaweed extract. From the results obtained, it is concluded that foliar applications with algae extracts in doses of 3 % increase the yield of the first export fruit in Persian lime.

**Keywords:** *citrus latifolia*; Veracruz; peel; weight; first.

Artículo recibido 17 julio 2023

Aceptado para publicación: 25 agosto 2023

## INTRODUCCIÓN

En México se cultivan 100,724 ha de lima Persa, el principal estado productor es Veracruz y Martínez de la Torre Veracruz el mayor productor de este cítrico (SIAP, 2021).

Existen muchos factores que modifican calidad y rendimiento de fruto en cítricos como son: anillado, poda (Ariza et al., 2004), manejo convencional y orgánico (Noriega et al., 2012), reguladores de crecimiento (Berdeja et al., 2022), bioestimulantes (Ambriz et al., 2018), portainjertos (Aguilar et al., 2020), entre otros.

Los nutrientes se encuentran en forma orgánica e inorgánica y se dividen en macroelementos y microelementos, estos minerales se aplican al suelo y al follaje (Obreza y Morgan, 2008). Una alternativa para realizar la nutrición al cultivo es la fertilización foliar, estas se emplea para corregir las deficiencias de nutrimentos en los cultivos, aumenta el vigor, rendimiento y calidad de los frutos (Trinidad y Aguilar, 1999).

Los bioestimulantes son sustancias o microorganismos que mejoran la absorción y asimilación de minerales y dan tolerancia a las plantas a estrés. Los bioestimulantes se clasifican en ácidos húmicos, fúlvicos, aminoácidos, extractos de plantas y algas, quitosanos, compuestos inorgánicos (elementos beneficiosos), hongos y bacterias (Du Jardin, 2015).

Los extractos de algas marinas son biofertilizantes que ayudan en el aumento del rendimiento de los cultivos (Andreotti et al., 2022), se aplican de manera líquida y en polvo al suelo y al follaje, estos fertilizantes contienen vitaminas, reguladoras del crecimiento, minerales, compuestos orgánicos entre otras sustancias (Zermeño et al., 2015).

Khan et al. (2022) evaluando aminoácidos y extractos de algas en cítricos mencionan que los efectos dependen de la variedad, la especie, la época de aplicación y dosis de productos. Las variables que se modifican son: contenido nutrimental en hoja, crecimiento vegetativo, rendimiento y calidad de fruto.

Khan et al. (2022) en naranja Blood Red indican que el peso de fruto por árbol osciló de 28.7 kg en el testigo a 49.9 kg con aplicación de aminoácidos más extractos de algas en brotación y amarre de fruto, este tratamiento logró mayor peso de fruto.

Ariza et al. (2015) analizando el efecto de fitohormonas y bioestimulantes en limón mexicano indican que el mayor número de flores se logró en el testigo sin aplicación con 51.25 y menor con aplicación

thidiazuron con 0.81. El mayor rendimiento de kilos por hectárea fue biofol y los menores valores en el testigo sin aplicación. El peso, diámetro de fruto, porcentaje de jugo y sólidos solubles totales dependieron del tratamiento utilizado.

Al-Musawi (2018) analizando el efecto de fertilizaciones foliares con extractos de algas en naranjo menciona que la calidad de fruto se modifica por el producto utilizado y dosis. El peso de fruto fue de 90.3 g en el testigo sin aplicación a 99.61 g con 3 % de fucox extract, el grosor de cáscara de 3.39 mm en el testigo a 4.11 mm con 3 % de fucox extract.

Morgado et al. (2018) evaluando aplicaciones de bioestimulantes y nutrimentos en higo indican que la aspersión de citocininas, ácido giberélico, nitrato de calcio y fosforo-potasio no modifica diámetro de tronco, de rama y número de nudos por rama. El mayor diámetro de fruto fue de 3.38 cm con nitrato de calcio y menor de 3.17 cm en el testigo sin aplicación. El máximo peso de 5 frutos de 104 g con nitrato de calcio y menor en el testigo sin aplicación 89 g.

Zermeño et al. (2015) analizando el efecto de aplicación al suelo y al follaje de algas marinas en vid mencionan que el contenido de clorofila en hoja aumenta cuando se aplican los tratamientos, sin embargo, las algas marinas no superaron el testigo sin aplicación (10.32 kg por planta) en rendimiento de fruto.

En diferentes trabajos de investigación se reportan resultados en características físicas de fruto en lima Persa. Ambriz et al. (2018) en lima Persa reportan peso de fruto de 77.7 g a 125.7 gramos, diámetro polar de fruto de 59.2 mm a 68.5mm y diámetro ecuatorial de fruto de 50.5 mm a 59.8 mm. Berdeja et al. (2022) mencionan peso de fruto en lima Persa de 126.22 g a 142.02 g y grosor de cáscara de 0.47 cm a 0.51 cm. De Gante et al. (2022) en lima Persa indican calidad de fruta de exportación de 88 % a 96 %. En el cultivo de la lima Persa, actualmente se tienen bajos rendimientos de fruta de exportación. Caamal et al. (2014) mencionan valores de fruta de exportación de 17 % de primera, empaque 50 % y mercado nacional de 33 %.

En este cultivo se requieren de productos que aumenten el rendimiento y calidad de fruto, la utilización de bioestimulantes a base de extractos de algas marinas pueden contribuir a mejorar el rendimiento y calidad de fruto, además que dan tolerancia a estrés biótico y abiótico (Du Jardin, 2015). Diferentes

trabajos de investigación muestran los efectos positivos de la fertilización foliar a base de algas marinas en frutales (Al-Musawi, 2018).

Por lo antes mencionado se realizó el presente trabajo en lima Persa con el objetivo: de evaluar extractos de algas marinas al follaje y la hipótesis: le fertilización foliar en concentración de 3 % aumenta rendimiento y calidad de fruto de exportación.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El experimento se estableció en la localidad de Plan de Limón, municipio de Martínez de la Torre, Veracruz, México, en el Rancho 'El cedro' con 40 metros de altitud, ubicado en las siguientes coordenadas: 19° 58' y 20° 17' de latitud norte y 96° 56' y 97° 10' de longitud occidental (Google Earth, 2022). Con temperatura media anual de 24.4 °C y precipitación anual de 1,658 mm (CONAGUA, 2022). Se utilizaron árboles de lima Persa de 2.5 años injertados en naranjo Agrio, con distancia de plantación de 6 x 5 m, el suelo franco-arenoso, el experimento se desarrolló durante los meses de mayo a noviembre de 2022.

El manejo del experimento fue el siguiente: en el mes de enero y septiembre a cada árbol se le aplicó al suelo 500 gramos de fertilizante de la fórmula 18-9-18, el control de maleza con machete, el control de plagas y enfermedades se realizó dependiendo la incidencia de las mismas con los ingredientes activos Abamectina 0.5 mL por litro de agua y Oxiclورو de cobre 4 g por litro de agua.

La aplicación de los tratamientos se realizó con mochila manual de 20 Litros marca Jacto<sup>®</sup> a punto de goteo al follaje. En la Tabla 1 se muestra el diseño de tratamientos.

**Cuadro 1.** Diseño de tratamientos en lima Persa.

<b>Tratamiento</b>	<b>Aplicación</b>	<b>Fechas de aplicación</b>
<b>Testigo</b>	Sin aplicación	Sin aplicación
<b>1 %</b>	Algas marinas	1 de mayo, junio, julio
<b>2 %</b>	Algas marinas	1 de mayo, junio, julio
<b>3 %</b>	Algas marinas	1 de mayo, junio, julio

Algas marinas: Nitrógeno total (N) 0.75%, Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 0.5%, Potasio (K<sub>2</sub>O) 1.2%, Calcio (Ca) 0.09%, Magnesio (Mg) 0.07%, Hierro (Fe) 0.002%, Zinc (Zn) 0.001%, Manganeso (Mn) 0.0001%, Boro (B) 0.001%, Cobre (Cu) 0.0009%, Azufre (S) 0.19%, Carbohidratos 4.9% y Aminoácidos totales 0.41%.

## **Variables a evaluar**

Se realizaron cuatro cosechas de fruto. De cada tratamiento por cosecha se tomaron 30 frutos al azar y se evaluó:

**Peso de fruto.** Se pesó con báscula digital Scout Pro (Ohaus).

**Diámetro polar de fruto.** Con vernier se midió la altura de fruto.

**Diámetro ecuatorial de fruto.** Con vernier se midió el ancho de fruto.

**Grosor de cáscara.** El fruto se cortó por mitad en la zona ecuatorial y se midió con vernier el grosor de cáscara.

**Número de fruto de primera de exportación, empaque o segunda de exportación y nacional.** De cada árbol se cosecharon los frutos y se clasificaron en primera de exportación, segunda de exportación y nacional, de acuerdo a la clasificación que se realiza en la zona por los productores.

**Porcentaje de frutos de primera de exportación.** El número de frutos por cosecha se calculó con el número de frutos de primera de exportación.

**Cálculo de cosecha de calidad primera de exportación.** Se sumó el número de frutos verdes de exportación de las cuatro cosechas y se multiplicará por el peso promedio de fruto de las cuatro fechas.

**Diseño experimental.** El diseño experimental fue en bloques completamente al azar con 4 tratamientos y 7 repeticiones, se realizaron análisis de varianza y pruebas de medias por el método de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) se empleó el paquete de cómputo SAS.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

EL 15 de mayo del 2022 se evaluaron características físicas de fruto. En el Cuadro 2 se observa que el peso de fruto osciló de 80.03 g en el testigo a 84.32 g en el tratamiento 3 % sin diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ). El diámetro polar de fruto no mostró diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ) entre los tratamientos.

El diámetro ecuatorial de fruto no mostró diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamiento.

El menor grosor de cáscara fue de 0.27 cm en el tratamiento 2% y no presentó diferencia estadística ( $P \leq 0.05$ ) con los demás tratamientos.

**Cuadro 2.** Promedio en peso de fruto (PF), diámetro ecuatorial (DE), diámetro polar (DP) y grosor de cáscara (GC) en árboles de lima Persa con fertilización foliar con extractos de algas, 15 de mayo del 2022, Plan de Limón, Martínez de la Torre, Veracruz.

<b>Tratamiento</b>	<b>PF</b>	<b>DP</b>	<b>DE</b>	<b>GC</b>
<b>Testigo</b>	83.03 a	5.96 a	5.14 a	0.30 a
<b>1% Extractos de algas</b>	80.85 a	6.01 a	5.15 a	0.31 a
<b>2% Extractos de algas</b>	83.17 a	5.87 a	5.23 a	0.27 a
<b>3% Extractos de algas</b>	84.32 a	5.91 a	5.19 a	0.31 a
<b>CV</b>	14.63	7.05	5.45	20.72
<b>DMSH</b>	8.46	0.29	0.19	0.04

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.

El 15 de Agosto del 2022 se evaluaron características de fruto. El peso de fruto osciló de 81.39 g en el testigo a 87.78 g en el tratamiento 3% sin presentar diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ). El diámetro polar de fruto no presentó diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ). El diámetro ecuatorial de fruto mayor fue de 5.35 cm en el tratamiento 3% y menor en el testigo con diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ). El tratamiento 3% mostró el mayor grosor de cascara con 0.335 cm y menor en el testigo con diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ) (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Promedio en peso de fruto (PF), diámetro ecuatorial (DE), diámetro polar (DP) y grosor de cascara (GC) en árboles de lima Persa con fertilización foliar con extractos de algas, 15 de Agosto del 2022, Plan de Limón, Martínez de la Torre, Veracruz.

<b>Tratamiento</b>	<b>PF</b>	<b>DP</b>	<b>DE</b>	<b>GC</b>
<b>Testigo</b>	81.39 a	5.90 a	5.10 b	0.278 b
<b>1% Extractos de algas marinas</b>	82.85 a	6.16 a	5.20 ab	0.317 a
<b>2% Extractos de algas marinas</b>	85.78 a	5.97 a	5.29 a	0.303 ab
<b>3% Extractos de algas marinas</b>	87.78 a	6.09 a	5.35 a	0.335 a
<b>CV</b>	13.62	6.93	4.80	16.37
<b>DMSH</b>	8.03	0.29	0.17	0.035

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.

El fruto de lima Persa de primera de exportación es el que obtiene el mejor precio al venderse a las emparadoras, normalmente se compra el kilo a lo doble con respecto al fruto con calidad de empaque de exportación.

En la Figura 1, se muestran los frutos con calidad de primera de exportación.

**Figura 1.**

Fruto de lima Persa de primera de exportación, color verde intenso, cáscara libre de plagas y enfermedades



**Fotografía De** Raul Berdeja Arbeu

El 15 de mayo del 2022 el número de fruto por árbol de exportación mayor fue de 65 en el tratamiento 3% y menor en el testigo con diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ). El tratamiento 3% mostro mayor número de frutos de empaque con 12 y no presento diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ) con los demás tratamientos. El número de fruto para mercado nacional no mostró diferencias entre tratamientos. El mayor porcentaje de fruto de exportación de primera fue de 81 en los tratamientos 1 % y 2 % de extractos de algas (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Promedio en número de frutos por árbol de exportación primera, exportación empaque, mercado nacional y porcentaje de primera de exportación con fertilización foliar con extractos de algas, 15 de mayo del 2022, Plan de limón, Martínez de la Torre, Veracruz.

<b>Tratamiento</b>	<b>Primera</b>	<b>Empaque</b>	<b>Nacional</b>	<b>% Primera</b>
<b>Testigo</b>	24 b	4 a	5 a	72
<b>1% Extractos de algas</b>	30 b	4 a	3 a	81
<b>2% Extractos de algas</b>	40 ab	4 a	5 a	81
<b>3% Extractos de algas</b>	65 a	12 a	9 a	75
<b>CV</b>	51.25	110.32	72.54	
<b>DMSH</b>	31.10	11.01	6.41	

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.

El 15 de Junio del 2022 el mayor número de frutos de exportación de primera fue en el tratamiento 3% con 61 frutos por árbol y menor el testigo con diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ). El número de fruto con calidad de empaque y mercado nacional no presenta diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ) (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Promedio en número de frutos por árbol de exportación primera, exportación empaque, mercado nacional y porcentaje de primera de exportación con fertilización foliar con extractos de algas, 15 de Junio del 2022, Plan de limón, Martínez de la Torre, Veracruz.

<b>Tratamiento</b>	<b>Primera</b>	<b>Empaque</b>	<b>Nacional</b>	<b>% Primera</b>
<b>Testigo</b>	22 b	5 a	6 a	66
<b>1% Extractos de algas</b>	26 b	5 a	3 b	76
<b>2% Extractos de algas</b>	38 b	4 a	3 b	84
<b>3% Extractos de algas</b>	61 a	5 a	3 b	88
<b>CV</b>	35.51	52.88	40.33	
<b>DMSH</b>	19.92	4.16	2.56	

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.

El 15 de Julio del 2022 el tratamiento con 3% mostro el mayor número de frutos por árbol con 66 y menor en el testigo con 19 y con diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ). La calidad de lima Persa de empaque no mostró diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ) entre los tratamientos. El testigo mostro el máximo número de fruto para mercado nacional con 7 y menor en el tratamiento 3% con 1 fruto por árbol presentando diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ) (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Promedio en número de frutos por árbol de exportación primera, exportación empaque, mercado nacional y porcentaje de primera de exportación con fertilización foliar con extractos de algas, 15 de Julio del 2022, Plan de limón, Martínez de la Torre, Veracruz.

<b>Tratamiento</b>	<b>Primera</b>	<b>Empaque</b>	<b>Nacional</b>	<b>% Primera</b>
<b>Testigo</b>	19 c	5 a	7 a	61
<b>1% Extractos de algas</b>	26 bc	5 a	3 ab	76
<b>2% Extractos de algas</b>	40 b	5 a	2 b	85
<b>3% Extractos de algas</b>	66 a	5 a	1 b	91
<b>CV</b>	30.23	58.41	71.02	
<b>DMSH</b>	17.40	4.79	3.90	

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

El 15 de Agosto del 2022 el mayor número de frutos por árbol fue de 60 en el tratamiento 3% y menor en el testigo con diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ). El número de frutos con calidad de empaque no presentó diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ) entre los tratamientos. El mayor número de frutos para mercado nacional fue de 7 en el testigo y menor en el tratamiento 3% con diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamientos. El mayor porcentaje de fruto verde de exportación fue de 91 en el tratamiento 3 % de extracto de alga (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** Promedio en número de frutos por árbol de exportación primera, exportación empaque, mercado nacional y porcentaje de primera de exportación con fertilización foliar con extractos de algas, 15 de Agosto del 2022, Plan de Limón, Martínez de la Torre, Veracruz.

Tratamiento	Primera	Empaque	Nacional	% Primera
Testigo	17 d	6 a	7 a	56
1% Extractos de algas	27 c	6 a	3 b	75
2% Extractos de algas	40 b	5 a	2 b	85
3% Extractos de algas	60 a	4 a	1 b	92
CV	15.65	33.99	48.11	
DMSH	8.64	2.93	2.59	

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.

El mayor rendimiento de fruto de primera acumulado en las cuatro fechas de cosecha fue en el tratamiento 3% de extracto de algas marinas con 21.7 kilos y menor en el testigo con 6.77 kg (Cuadro 8).

**Cuadro 8.** Cálculo de cosecha por árbol con calidad verde de exportación con aplicaciones al follaje de extractos de algas. Plan de Limón, Martínez de la Torre, Veracruz.

Tratamiento	No. de frutos por cosecha				Total de frutos	Peso promedio de fruto	Kilos/árbol
	1ra	2da	3ra	4ta			
Testigo	24	22	19	17	82	82.59	6.77
1%	30	26	26	27	109	81.78	8.91
2%	40	38	40	40	158	85.40	13.49
3%	65	61	66	60	252	86.13	21.70

## DISCUSIÓN

Las características físicas de fruto dependieron de la época de cosecha y tratamiento. El mayor peso de fruto en la cosecha 1, 3 y 4 fue con el tratamiento 3 % de extracto de alga. Y el mayor grosor de cáscara en todas las fechas de cosecha con el tratamiento 3 % de extracto de algas marinas. El peso de fruto y grosor de cáscara se pueden modificar por diferentes factores. Khan et al. (2022) estudiando el efecto de aminoácidos y extractos de algas en variedades de cítricos indican que la respuesta en contenido nutrimental en hoja, crecimiento vegetativo, rendimiento y calidad de fruto depende de la especie, época de aplicación y dosis de productos.

Al-Musawi (2018) comparando fertilizaciones foliares con extractos de algas en naranjo reportan que las características de fruto varían por el producto utilizado y dosis. El peso de fruto de 90.3 g en el testigo sin aplicación a 99.61 g con 3 % de fucox extract, el grosor de cáscara de 3.39 mm en el testigo a 4.11 mm con 3 % de fucox extract.

Rivera et al. (2022) encontraron grosor de cáscara en lima Persa de 2.73 mm a 3.11 y peso de fruto de 70.23 g a 89.52 g por efecto de frecuencias de riego.

Cantuarias et al. (2012) evaluando lima 'Persa' en diferentes portainjertos reportan eficiencia productiva por árbol de  $0.79 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  en tangelo 'Orlando' y de  $3.18 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  en 'Dragón Volador'. Peso de fruto fue de 80.6 g a 87.3 g, diámetro ecuatorial de fruto de 5.15 a 5.33 cm y diámetro polar de fruto de 5.81 cm a 6.05 cm.

De Gante García et al. (2022) comparando lima Persa injertada en diferentes portainjertos con aplicación de etefón al follaje indican que el rendimiento y calidad de fruto dependen del portainjerto utilizado. Y Berdeja et al. (2022) encontraron valores similares en peso de fruto, diámetro polar y ecuatorial de fruto en lima Persa.

El porcentaje de fruto de primera de exportación en el testigo osciló de 72 en la primera fecha de cosecha a 56 en la cuarta fecha de cosecha. El tratamiento 1 % de extracto de alga de 81 % en la primera fecha de cosecha a 75 % en la cuarta cosecha. El tratamiento 2 % de extracto de alga de 81 % en la primera cosecha a 85 % en la cuarta cosecha. El tratamiento 3 % de extracto de alga de 75 % en la primera fecha a 92 % en la última cosecha. La variable más importante en lima Persa de exportación es el porcentaje

de fruta de exportación de primera, este fruto es el que logra los mejores precios cuando el productor vende a las empacadoras que exportan.

Caamal et al. (2014) mencionan valores de 17 % de fruto de primera, 50 % de empaque o segunda y 33 % para mercado nacional. Por otra parte De Gante et al. (2022) valores de 88 % a 96 % de fruto de primera de exportación.

El mayor rendimiento acumulado de fruto de calidad verde de exportación se logró con el tratamiento 3 % de extracto de algas. Esto debido por la frecuencia de aplicación y dosis de producto.

En diferentes trabajos de investigación se reporta el rendimiento de fruto en toneladas por hectáreas (Ariza et al., 2015) sin embargo este resultado no es confiable porque en una hectárea de lima Persa no se tienen todos los árboles de la misma edad, sanos y productivos.

## **CONCLUSIONES**

Las características de peso, diámetro polar y diámetro ecuatorial de fruto se modifican por la dosis de fertilización foliar y la época de cosecha. El grosor de cáscara máximo fue con la aplicación de 3 % de fertilización con extracto de alga. El mayor porcentaje de frutos de primera de exportación fue con el tratamiento 3 % de fertilización con extracto de alga. Por los resultados obtenidos se concluye que las aplicaciones foliares a base de extractos de algas en dosis de 3 % cada 30 días aumenta rendimiento y calidad de fruto de exportación.

## **LITERATURA CITADA**

- Aguilar Hernandez, M. G.; Sánchez Rodriguez; L.; Hernández, F.; Forner Giner, M. A.; Pastor Pérez, J. J.; Legua P. (2020). Influence of new citrus rootstocks on lemon quality. *Agronomy* 10 (7): 1-14. <https://doi.org/10.3390/agronomy10070974>
- Al – Musawi Md. A. H. M. (2018). Effect of foliar application with algae extracts on fruit quality of source orange (*Citrus aurantium*, L). *Journal of environmental science and pollution Research* 4 (1): 250 – 252. <https://doi.org/10.30799/jespr.122.18040104>
- 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>

- Andreotti, C.; Roupael, Y.; Collas, G.; Basile, B. (2022). Rate and timing of application of biostimulants substances to enhance fruit tree tolerance toward environmental stresses and fruit quality. *Agronomy* 12 (3): 1-26. <https://doi.org/10.3390/agronomy12030603>
- Ariza Flores, R.; Cruzaley Sarabia, R.; Vazquez Garcia, E.; Barrios Ayala, A.; Alarcón Cruz, N. (2004). Efecto de las labores culturales en la producción y calidad del limón mexicano de invierno. *Revista fitotecnia mexicana* 27 (1): 73-76.
- Ariza Flores, R.; Barrios Ayala, A.; Herrera García, M.; Barbosa Moreno, F.; Aceves, A. M.; Otero Sánchez, M. A.; Alia Tejacal, I. (2015). Fitohormonas y bioestimulantes para la floración, producción y calidad de lima mexicana de invierno. *Revista mexicana de ciencias agrícola* 6(7): 1653-1666.
- Berdeja Arbeu, R.; Moreno López, C.; Méndez Gómez, J.; Pérez Marroquín, G. J.; Hernández Dominguez, C. (2022). Las aplicaciones de etefón aumentan rendimiento de fruto de lima Persa de exportación. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan* 10 (1): 128-140. <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v10i1.411>
- 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.
- CONAGUA. (2022). Normales climatológicas del municipio de Martínez de la Torre, Veracruz. Recuperado de: <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=ver>
- 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>
- 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>
- Morgado González, A.; Becerril Román, A. E.; Calderón Zavala, G.; García Villanueva, E.; Velazco Cruz, C.; Alberto Villa, L. (2018). Bioestimulantes y nutrimentos foliares en la producción de higo (*Ficus carica* L.) café de Turquía. *Agroproductividad* 11 (9): 15-19.
- Noriega, D.; Gonzales Mateos, R.; Garrido Ramírez, E. R.; Pereyda Hernández, J.; Domínguez Marquez, V. M.; López Estrada, M. E. (2012). Evaluación de dos sistemas de producción de limón mexicano (*Citrus aurantifolia*, Swingle) en guerrero, México. *Tropical and Sub Tropical Agroecosystems* 15: 415-425.
- SIAP. (2021). Base de datos agrícolas. Recuperado de: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Rivera Hernández, B.; González Jiménez, V.; Carrillo Ávila, E.; Garruña Hernández, R.; J. Luis Andrade, J.; Quej Chi, V.; Arreola Enriquez, J. 2022. Yield, physiology, fruit quality and footprint in Persian lime (*Citrus latifolia* Tan.) in response to soil moisture tension in two phonological stages in Campeche, México. *Water* 14:1-23. <https://doi.org/10.3390/w14071011>
- Obreza, T. A y Morgan, K. T. (2008). Nutrition of florida citrus tres. USA. University of Florida.
- Trinidad Santos, A.; Aguilar Márquez, D. (1999) Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. *Terra*, 17(3), 274-255.
- Zermeño González, A.; López Rodríguez, B. R.; Meléndes 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>