



## **Desarrollo De Una Película De Ácido Poliláctico Con Un Complejo De Cinamaldehído-Betaciclodextrina Para Uchuva (*Physalis peruviana L.*) Empacada.**

### **Development Of A Polylactic Acid (PLA) Film With A Cinnamaldehyde–Beta-Cyclodextrin Complex For Packaged Cape Gooseberry (*Physalis peruviana L.*)**

**Gómez-Suárez Jennifer Alejandra<sup>1</sup>, Méndez-Valencia María Camila<sup>1</sup>, \*Moncayo-Martínez Diana Cristina<sup>3</sup>, Vega-Medina Lizeth<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Universidad El Bosque, Bogotá Colombia. ✉Correo electrónico: [jagomez@unbosque.edu.co](mailto:jagomez@unbosque.edu.co),  
\* ✉Correo electrónico: [mcmendezv@unbosque.edu.co](mailto:mcmendezv@unbosque.edu.co),

<sup>3</sup>Grupo de Investigación Gintecpro. \* ✉Correo electrónico: [dmoncayom@unbosque.edu.co](mailto:dmoncayom@unbosque.edu.co),  [ORCID: 0000-0001-8357-5392](https://orcid.org/0000-0001-8357-5392)

<sup>4</sup>Grupo de Investigación Osiris & Bioaxis. ✉Correo electrónico: [lizvega@ieee.org](mailto:lizvega@ieee.org),  [ORCID: 0000-0002-8583-6127](https://orcid.org/0000-0002-8583-6127)

---

**Recibido: octubre 27 de 2023; Aceptado: diciembre 20 de 2024**

#### **RESUMEN**

---

La uchuva es una fruta climatérica cultivada en Colombia, uno de los principales exportadores del mundo. Las condiciones de temperatura y humedad relativa durante el almacenamiento disminuyen la acidez titulable y el pH del fruto, generando cambios asociados a su maduración. A su vez, esto contribuye a la proliferación fúngica de la enfermedad *Botrytis cinerea*. Los empaques convencionales a base de polímeros se emplean para comercializar y proteger la uchuva fresca de daños mecánicos. Sin embargo, crean una atmósfera adecuada para la propagación de hongos. En este trabajo, se desarrolló una película polimérica activa que incorpora compuestos antimicrobianos, diseñada para inhibir el crecimiento del hongo *Botrytis cinerea*. Se utilizó el método de casting para obtener una película de ácido

65

**Gómez-Suárez Jennifer Alejandra<sup>1</sup>, Méndez-Valencia María Camila<sup>2</sup>, \*Moncayo-Martínez Diana<sup>3</sup> Cristina, Vega-Medina Lizeth<sup>4</sup>**

poliláctico (PLA) que incorporaba el complejo de inclusión beta-ciclodextrina-cinamaldehído ( $\beta$ -CD:CA), lo que permitió la liberación controlada de la sustancia antifúngica. Para la técnica de encapsulación, se trabajaron tres relaciones del complejo de inclusión y de polisorbato 80 para obtener la película de PLA; en ambos casos se determinó la mejor relación, siendo 50:50 para la encapsulación con una eficiencia de 71,41% y 40:60 en la etapa de casting. Se empacaron las frutas frescas en un envase de base rígida, cubierto con una película flexible en la parte superior, junto con las películas poliméricas. El ensayo se realizó a temperatura ambiente durante tres semanas. Se comprobó que la película polimérica tenía una liberación controlada del compuesto activo, retardando la aparición del hongo.

Autor correspondencia: \*Moncayo-Martínez Diana Cristina, ✉ Correo electrónico: [dmoncayom@unbosque.edu.co](mailto:dmoncayom@unbosque.edu.co)

**Palabras clave:** Antifúngico, casting, encapsulación, postcosecha

## ABSTRACT

---

The cape gooseberry is a climacteric fruit harvested in Colombia, one of the leading exporters in the world. The conditions of temperature and relative moisture during storage decrease the titratable acidity and pH of the fruit, generating changes associated with fruit maturation that contribute to the fungal proliferation of the disease *Botrytis cinerea*. Conventional polymer-based packaging is used to commercialize and protect fresh cape gooseberries from mechanical damage. However, they create a suitable atmosphere for the propagation of fungi. In this paper, an active polymeric film with antimicrobial compounds and the capacity to inhibit the growth of *Botrytis cinerea* was

developed. For the encapsulation technique, three ratios of the inclusion complex and polysorbate 80 were tested to obtain the PLA film. In both cases, the best ratio was determined to be 50:50, achieving an encapsulation efficiency of 71.41%. To evaluate the concentration of cinnamaldehyde inside the packaging, fresh fruits were placed in a rigid-base container with a flexible film on top alongside the polymeric films. The test was conducted at room temperature for three weeks. It was confirmed that the polymeric film provided a controlled release of the active compound, which resulted in a delay in the appearance of the fungus.

**Keywords:** antifungal, casting, encapsulation, postharvest

## INTRODUCCIÓN

---

En Colombia, se pierde el 30% de la producción de uchuva durante la postcosecha debido a problemas como la recolección inadecuada y el almacenamiento deficiente (Olarte & Suárez, 2019). El almacenamiento en empaques comerciales provoca pérdidas adicionales del 20% debido a la falta de consideración de factores ambientales como la humedad y la temperatura dentro del empaque, que afectan la vida útil de la uchuva (Olarte & Suárez, 2019).

Además, la baja permeabilidad de los empaques favorece el desarrollo de hongos,

especialmente *Botrytis cinerea* (Rey, 2011). Se han desarrollado métodos como el almacenamiento en frío (Olarte & Suárez, 2019) y las atmósferas controladas (Garavito, 2021; De La Espriella-Angarita et al., 2023; Arango-González, y Casas-Forero, 2024). El uso de recubrimientos para mejorar la conservación de alimentos ha reportado buenos resultados (Peñaloza y Hernández, 2018; Calsada et al., 2022). Sin embargo, estos enfoques se centran en reducir los procesos fisiológicos sin abordar directamente la proliferación de hongos. Esta investigación propone crear una película polimérica que libere un antifúngico

de manera controlada en el empaque de uchuva, utilizando polímeros y tecnologías de encapsulación de antifúngicos que son sustancias fenólicas con propiedades antimicrobianas (Ben Arfa et al., 2006).

La investigación se divide en la elaboración de la metodología, la selección de materiales, el diseño experimental y las pruebas de liberación del antifúngico en condiciones controladas. El objetivo es ofrecer alternativas tecnológicas para promover la agricultura sostenible y mejorar

la eficiencia en la cadena de suministro de alimentos. Es importante destacar que esta investigación no incluye pruebas para validar la prolongación de la vida útil de la uchuva empacada.

Con este desarrollo se pretende incidir en la conservación de alimentos por medio de la liberación controlada de antifúngicos para reducir la afectación de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de la fruta como consecuencia de la contaminación por microorganismos en la fase de postcosecha.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### ***Obtención de encapsulados***

El método de encapsulación es una técnica que involucra cubrir partículas líquidas, sólidas o gaseosas con una membrana porosa polimérica. Esta membrana puede tener propiedades tanto hidrofóbicas como hidrofílicas (Parra, 2010). Dicho proceso ofrece varias ventajas, como la protección del material activo contra la degradación causada por factores ambientales. Además, permite una liberación gradual del compuesto encapsulado y la posibilidad de modificar las características del material, como el olor y el sabor, sin desencadenar reacciones químicas (Parra, 2010).

En el proceso de encapsulación, se utilizó beta ciclodextrina con una pureza igual o superior al 97% y cinamaldehído con una pureza superior al 95%, ambos adquiridos de la marca Sigma Aldrich. El complejo de inclusión de Betaciclodextrina ( $\beta$ -CD) y cinamaldehído (CA) se obtuvo mediante la metodología propuesta por Chimvaree et al. (2020). Se plantearon tres relaciones de material de revestimiento y de núcleo, 25:75 (T1), 40:60 (T2) y 50:50 (T3) de CA: $\beta$ -CD.

### ***Obtención de la película***

La técnica de *casting* implica la creación de

películas activas que contienen sustancias o polímeros añadidos a disolventes adecuados para mejorar diversas características de los productos alimenticios. Estas mejoras pueden incluir la inhibición del crecimiento de microorganismos, la retención de la humedad y la mejora de las cualidades sensoriales del alimento, dependiendo de las necesidades específicas (Ascázubi, 2016).

Para llevar a cabo esta técnica, las sustancias poliméricas se depositaron en placas niveladas, permitiendo la evaporación del disolvente y obteniendo películas delgadas (Ordoñez et al., 2022).

En el caso del *casting*, se estableció el uso de disoluciones de polisorbato 80 (Extra puro, Loba Chemie PVT), agua y ácido poliláctico (PLA) en condición de calentamiento. Posteriormente se moldeó a presión y se obtuvieron las películas poliméricas

#### ***Obtención de la película activa***

Las metodologías anteriormente mencionadas fueron llevadas a cabo en conjunto para la obtención de películas poliméricas circulares.

#### ***Evaluación in vivo de la liberación de la película activa***

Por último, se llevó a cabo un ensayo *in vivo* para evaluar la liberación de la película polimérica en uchuvas almacenadas a temperatura ambiente ( $21,76 \pm 0,92^{\circ}\text{C}$ ) y una humedad relativa de  $65 \pm 0,24\%$  por tres semanas. Dichos frutos fueron adquiridos en la Plaza Distrital de Mercado en Bogotá un día antes de comenzar la prueba. Estos frutos se almacenaron en refrigeración hasta el procesamiento. Los frutos fueron clasificados de acuerdo con su estado de madurez (4 y 5), ausencia de daños mecánicos y fúngicos. Finalmente, se desinfectaron con una solución al 5% de hipoclorito de sodio.

Dentro de las condiciones del estudio, se planteó un diseño factorial de dos factores: la concentración de CA y el tiempo de almacenamiento de 3 semanas. Se examinaron 3 niveles de concentración del complejo de inclusión: 5%, 7% y 10%, y se realizaron mediciones diarias de las siguientes variables de respuesta: el índice de deterioro, de acuerdo con la metodología propuesta por Escobar et al. (2023); el color de la película polimérica y de las uchuvas, según las coordenadas

del espacio de color CIELAB; la acidez titulable, conforme a las normas del Instituto Colombiano de Normas Técnicas (1999); la pérdida de peso, siguiendo la metodología de Martínez et al. (2016); y, por último, la textura de las uchuvas almacenadas, de acuerdo con Escobar et al. (2023).

Los resultados de las pruebas experimentales se analizaron con el software estadístico Statgraphics Centurion XIX, con diferencia significativa mínima de Fisher y un nivel de confianza del 95 %. Esto con el fin de obtener las variables estadísticas que confirmen el análisis de los parámetros estudiados.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ***Obtención de encapsulados***

El proceso de encapsulación registró una eficiencia de  $56,70\% \pm 8,01$ . Se analizaron las variaciones de color de la película polimérica ( $\Delta E$ ), evidenciando un cambio de coloración significativo entre los diferentes tratamientos. Especialmente en la coordenada  $a^*$ , lo que sugiere la presencia de cinamaldehído (CA) dentro del encapsulado. Es decir, existe una relación directamente proporcional entre el  $\Delta E$  y el contenido del compuesto activo presente en la película.

### ***Obtención de la película***

Se evidenciaron diferencias significativas en todas las coordenadas del espacio de color CIELAB correspondientes a la

metodología de *casting*, lo que puede estar asociado a la presencia de polisorbato 80 en las películas. Se concluye que todas las películas muestran cambios de color con respecto a una película de referencia. La relación 40:60 (T2) del complejo de inclusión presenta un aumento en la coordenada  $b^*$ , independientemente de la cantidad de PLA utilizado en la película. Esta relación obtuvo un  $\Delta E$  de  $4,62 \pm 1,83$  con un espesor de película de  $8,44\% \pm 0,52$ . Chimvaree et al., (2020), menciona que a pesar de que la relación 50:50 no presenta la mayor eficiencia de encapsulación, si evidencia un mayor tiempo de liberación llegando a alcanzar las 105 horas aproximadamente. La concentración promedio de cinamaldehído para esta

formulación fue de  $0,0852 \pm 0,0843$  g/mL.

A pesar de que no se evidenció una diferencia significativa en comparación con las otras relaciones, se puede concluir que la relación (50:50) tuvo el mayor contenido de compuesto activo. Esto puede estar relacionado con las leyes de Fick, importantes para el proceso de liberación del antifúngico. En cuanto al espesor de la película, se evidenció que puede afectar la cantidad y el tiempo de liberación del compuesto encapsulado. La proporción de plastificante, agua y material polimérico afectan las características de las películas, modificando propiedades como la elasticidad, transparencia y apariencia visual.

#### ***Evaluación in vivo de la liberación de la película activa***

En cuanto a las pruebas de almacenamiento, es importante mencionar que la uchuva experimenta procesos de oxidación de ácidos durante la respiración y transpiración, lo que conlleva a la pérdida de peso a lo largo del tiempo. Estos procesos se ven favorecidos por daños mecánicos y la contaminación con microorganismos, como *Botrytis cinerea* (Quiroga & Kirschbaum, 2021).

Según Rodríguez (2020), la uchuva tiene una vida útil de aproximadamente 12 a 15 días a temperatura ambiente. Por lo que las pruebas de almacenamiento *in vivo* se llevaron a cabo durante 3 semanas. Se observó que, en las condiciones de almacenamiento del estudio, el hongo *Botrytis cinerea* encontró un entorno propicio para su desarrollo, con temperaturas aproximadas de 23°C y condiciones de almacenamiento con escasa iluminación (Rodríguez, 2020). Además, Armijo (2021) informa que el hongo *Botrytis cinerea* puede desarrollarse incluso a temperaturas de 0 a -3°C durante hasta dos meses de almacenamiento.

La presencia del hongo fue evidente, y se observó que el tratamiento de control (T4) mostró un deterioro más rápido en comparación con T3. Esto sugiere un efecto positivo de la película polimérica activa en el empaque de uchuva, que parece tener un control visual sobre el hongo. Resultados similares fueron reportados por Da Silva (2021), quien menciona que el uso de aceite esencial de canela en un envase activo de zarzamora y frambuesa retrasó el crecimiento de *Botrytis cinerea* en función de la cantidad agregada. Se atribuye la actividad

inhibitoria del hongo al compuesto mayoritario del aceite, el cinamaldehído. Además, se sugiere que la concentración del compuesto podría aumentar a temperaturas más altas, lo que podría prevenir el desarrollo del hongo (Da Silva, 2021).

Por otra parte, los grados Brix indican el contenido de azúcares en los frutos, y pueden variar según la altitud de cultivo. Por ejemplo, en cultivos de uchuva ubicados a 2,300 metros sobre el nivel del mar, como en el departamento de Cundinamarca, se ha observado una disminución en los sólidos solubles y en la concentración de azúcares (grados Brix) del fruto (Guevara Collazos et al., 2019). En este estudio se encontraron resultados similares a dichos autores, ya que, al inicio de la prueba, los grados Brix estaban entre 9,9 y 10,4, pero al final del período de almacenamiento, aumentaron a 14,20.

En cuanto a la acidez expresada como ácido cítrico en todos los tratamientos se observó una tendencia a la disminución de los ácidos, con un valor de más del 80% pasando de un estado de madurez 4 a un estado madurez 6 según la Norma

Técnica Colombiana (Instituto Colombiano de Normas Técnicas, 1999). Aunque el tratamiento de control (T4) mostró una velocidad de degradación de ácidos más alta, estadísticamente no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. En relación con el pH, los valores variaron entre 4,31 y 4,81 para todos los tratamientos, y este rango se encuentra dentro del pH óptimo para la germinación de los conidios de *Botrytis cinerea* (Ramírez, 2017).

En cuanto al análisis del índice de deterioro, el tratamiento 4 tuvo la mayor pérdida, con un porcentaje del 37,30 %. Por el contrario, T1 y T2 presentaron pérdidas menores del 24%. Esto sugiere que el uso del encapsulado ayudó a reducir significativamente la pérdida de uchuvas durante el período de almacenamiento. Asimismo, en todos los tratamientos se observó una disminución en el tiempo en la textura, asociada a la hidrólisis de los polisacáridos presentes en el fruto. En la Tabla 1 se pueden observar los resultados de cada tratamiento de acuerdo con los parámetros asociados.

**Tabla 1.** Resultados de análisis fisicoquímicos de uchuvas empacadas en el sistema de empaque.

Pruebas	Tratamiento			
	T1	T2	T3	T4
Pérdida de peso (%)	2.336 ±1.331	2.021 ± 1.150	1.901 ± 1.001	0.406 ± 0.812
$\Delta E$	19.240 ±4.510	15.790 ± 6.726	15.970 ± 5.144	20.700 ± 3.390
Acidez titulable (%)	1.519 ±0.194	1.447 ± 0.020	1.453 ± 0.117	1.065 ± 0.711
Índice de deterioro (%)	19.390 ± 14.357	23.990 ± 16.243	19.495 ± 13.290	55.950 ± 14.782
Textura (N)	3.772 ±0.641	4.809 ± 1.350	5.093 ± 1.346	2.735 ± 3.165

En resumen, se observa que la uchuva experimenta cambios en su contenido de azúcares, acidez y pH durante el almacenamiento, y estos cambios pueden influir en su calidad y vida útil. Es por esta razón que, en el tratamiento de control, presentó mayor grado de madurez, llegando incluso a considerarse como sobremadura para el consumo. Este comportamiento puede estar relacionado con la presencia del hongo *Botrytis*

## CONCLUSIONES

Se obtuvo una película polimérica activa con cinamaldehído para uchuvas empacadas que permitió reducir la incidencia de *Botrytis cinerea* en los frutos almacenados. Al realizar la prueba *in vivo* se observó que el compuesto activo

*cinerea*, que provoca la degradación del almidón presente en la pared celular en el fruto, lo que lo hace más susceptible a la contaminación por este hongo.

Finalmente, la presencia de *Botrytis cinerea* parece haber influido en la velocidad de maduración y deterioro de las uchuvas en todos los tratamientos, aunque no se observaron diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, en el tercer tratamiento se evidenció un retardo en la aparición del hongo y una menor pérdida de los frutos según los parámetros fisicoquímicos. Esto debido a la cantidad de cinamaldehído presente en el volumen libre del empaque según cada tratamiento de 2,08  $\mu\text{g}/\text{cm}^3$  a 2,45  $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ , siendo esta última una concentración mayor a la reportada como concentración mínima inhibitoria del cinamaldehído en estado gaseoso para *Botrytis cinerea* (Cortes, 2022).

mantiene algunas características fisicoquímicas relacionadas con los procesos de maduración, como lo son: la acidez titulable, el índice de deterioro y la pérdida de peso, reduciendo la maduración acelerada de la fruta y prolongando el

tiempo de desarrollo del hongo. Este trabajo evidencia que el uso de películas poliméricas activas pueden ser una alternativa para la conservación de uchuvas

y que aún existen variables a considerar para lograr una mayor vida útil del producto a condiciones ambientales.

### **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen profundamente el apoyo financiero para este estudio proporcionado por el PCI-11094-2022 de la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad El Bosque.

Asimismo, al laboratorio de Calidad y Postcosecha de Productos Agrícolas de la Universidad Nacional.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Arango-González, y Casas-Forero, (2024). Aplicación de un recubrimiento comestible a base de goma guar para mejorar la tolerancia al frío de tomate chonto (*Solanum Lycopersicum*) durante el almacenamiento. Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria. ISSN Impreso 1692-7125 ISSN Electrónico 2711-3035. Volumen 22 N° 1. Pp: 192 - 210.

Armijo, B. (2021). Caracterización de las propiedades fitosanitarias de complejos de Zn y sus ligandos. Facultad de Ciencias. Universidad de Talca. México. <http://hdl.handle.net/2183/27193>

Ascázubi, P. (2016). Formulación de una película antifúngica a base de almidón de

yuca (*Manihot esculenta*) y natamicina encapsulada en liposomas de fosfatidilcolina, para utilizarlo como film de recubrimiento de pan blanco. Escuela Politécnica Nacional.

Ben Arfa, A., Combes, S., Preziosi-Belloy, L., Gontard, N., and Chalier, P. (2006). Antimicrobial activity of carvacrol related to its chemical structure. Letters in Applied Microbiology, 43(2):149–154.

Calsada Uribe Nataly Jullyet.; Caballero Pérez Luz Alba; Soto Tolosa Erika Paola. (2022). Elaboración de una barra proteica con recubrimiento de un gel energético a base de café. Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria. ISSN Impreso 1692-7125 ISSN Electrónico

2711-3035. Volumen 20 N° 2. Pp: 5 - 23.

DOI:

<https://doi.org/10.24054/limentech.v20i2.2282>.

Chimvaree, C., Tepsorn, R., Supapvanich, S., Wongs-Aree, C., Srilaong, V., and Boonyariththongchai, P.(2020). Encapsulation of Cinnamaldehyde from Cinnamon Essential Oils in Cyclodextrin. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 515(1):012034.

Cortés, Jaimes Lesly Andrea. (2022). Configuración de un sistema de empaque activo antimicrobiano para frutos frescos de uchuva (*Physalis peruviana* L.). Trabajo de Investigación Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional De Colombia. Colombia.

Da Silva, M. (2021). Control del deterioro fúngico en frutas frescas, combinando aceites esenciales en fase vapor con envasado activo. Doctorado en Ciencia de Alimentos. Departamento en Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental. Escuela de Ingeniería, Universidad de las Américas Puebla. Universidad de las Américas Puebla. México.

De La Espriella-Angarita Stephanie, Granados-Conde Clemente, León-Méndez Glicerio, Torrenegra-Alarcon Miladys, Osorio-Fortich María. (2023). Evaluación del impacto de un recubrimiento comestible en la conservación de la guayaba (*Psidium guajava*). Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria. ISSN Impreso 1692-7125 ISSN Electrónico 2711-3035. Volumen 21 N° 2. Pp: 100 – 113.

Escobar, H. J., Garavito, J., and Castellanos, D. A. (2023). Development of an active packaging with an oxygen scavenger and moisture adsorbent for fresh lulo (*Solanum quitoense*). Journal of Food Engineering, 349:111484.

Garavito, J. (2021). Evaluación de sistemas de empaque biodegradables con atmósferas modificadas en equilibrio para frutos de uchuva (*Physalis peruviana* L.). Universidad Nacional de Colombia.

Guevara Collazos, A. J., Villagran Munar, E. A., Velasquez Ayala, F. A., and Gonzalez Velandia, K. D. (2019). Evaluación del comportamiento poscosecha de uchuva provenientes de sistemas de producción convencionales y agroecológicos. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas,

10(6):1273–1285.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas (2022). (NTC 4580). Frutas Frescas. Uchuva. Especificaciones. Establece los requisitos que debe cumplir las uchuvas (*Physalis peruviana* L.), pertenecientes a la familia Solanaceae, que habrán de suministrarse frescas al consumidor, después de su preparación y envasado. Colombia.

Martínez Quirós, José Andrés. (2016). Dinámica de la pérdida de peso en hortalizas de hoja durante el almacenamiento. Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Agrícola. Universidad de Costa Rica.

Olarte, S. and Suárez, M. (2019). Impacto de la perecibilidad de la Uchuva en su proceso de producción y distribución en Cundinamarca, Colombia. Colegio de Estudios Superiores de Administración – CESA.

Ordoñez, R., Atarés, L., and Chiralt, A. (2022). Properties of PLA films with cinnamic acid: Effect of the processing method. *Food and Bioproducts Processing*, 133:25–33.

Parra, R. (2010). Revisión: Microencapsulación de Alimentos. Universidad Nacional Sede Medellín, 63(2):5669–5684.

Peñaloza Ricardo y Hernández O. Mariela. (2018). Conservación de la uchuva (*physalis peruviana* l) mediante la aplicación de recubrimiento comestible a base de gel de aloe *barbadensis miller*. *Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*. ISSN 1692-7125. Volumen 16 N° 2. Pp: 50 - 67. DOI: <https://doi.org/10.24054/limentech.v16i2.340>.

Quiroga, R. and Kirschbaum, D. (2021). *Physalis* (uchuva): especies frutales nativas de las Yungas subandinas con alto potencial de cultivo en Argentina. *Avances en Horticultura*, 40(102):90–114.

Rey, C. (2011). Modelo para el diseño y pruebas de empaques para uchuva en las empresas exportadoras de Bogotá y Cundinamarca. Universidad Nacional de Colombia.

Rodríguez, A. (2020). Caracterización de las propiedades fitosanitarias de complejos de Zn y sus ligandos. Universidad de Coruña.