

# Cambios organolépticos producidos por el uso de carburo de calcio en la desverdización de la naranja (*citrus sinensis*)

Organoleptic changes produced by the use of calcium carbide in the detendering of orange (*citrus sinensis*)

**Recibido:** 24 de Enero de 2024

**Aprobado:** 18 de Abril de 2024

**Cómo citar:** L. L. Pabón Beltrán and J. F. Domínguez Rangel, "Cambios organolépticos producidos por el uso de carburo de calcio en la desverdización de la naranja (*citrus sinensis*)", *Mundo Fesc*, vol. 14, no. 29, Jul. 2024, doi: 10.61799/2216-0388.1777.

**Leidy Lorena Pabón-Beltrán<sup>1\*</sup>**



Magister en Gestión Integrada Prevención, Medio Ambiente y Calidad,  
leidy.pabon@uniminuto.edu  
<https://orcid.org/0000-0003-2690-6823>  
Corporación Universitaria Minuto de Dios,  
Cúcuta, Colombia

**Jessica Ferley Domínguez-Rangel<sup>2</sup>**



Magister en Ingeniería Industrial,  
jessica.dominguez@uniminuto.edu  
<https://orcid.org/0000-0002-1571-5952>  
Corporación Universitaria Minuto de Dios,  
Cúcuta, Colombia

**\*Autor para correspondencia:**

leidy.pabon@uniminuto.edu



# Cambios organolépticos producidos por el uso de carburo de calcio en la desverdización de la naranja (citrus sinensis)

## Resumen

Este trabajo se fundamentó en determinar los cambios fisicoquímicos y organolépticos que se producen en la naranja (*Citrus sinensis*) por aplicación de un tratamiento de desverdizado con carburo de calcio. Para lograr esto, se evaluaron las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del producto, incluyendo pérdida de peso, acidez, pH, °Brix, color, olor, sabor y dureza. Se utilizó un análisis de varianza multivariable con un nivel de significancia del 95% y se encontró que los factores que influyen significativamente en los resultados son los °Brix, el pH y el porcentaje de acidez. El desverdizado se realizó con carburo de calcio durante 8 días, para ello se emplearon naranjas con un índice de color de -12 y -7.5. Obteniendo como resultados que el desverdizado durante 5 días no afecta las características fisicoquímicas del producto, pero si afecta sus características organolépticas. De lo anterior se puede concluir que el desverdizado con carburo no es adecuado a no ser que se realice algún pre-tratamiento antes de este para así evitar alteraciones en el producto y poder mantener su calidad y frescura.

**Palabras clave:** Cambios, Desverdizado, Carburo De Calcio, Naranja.

## Organoleptic changes produced by the use of calcium carbide in the detendering of orange (*Citrus sinensis*)

### Abstract

This work was based on determining the physicochemical and organoleptic changes that occur in orange (*Citrus sinensis*) by applying a gradening treatment with calcium carbide. To achieve this, the physicochemical and sensory properties of the product were evaluated, including weight loss, acidity, pH, °Brix, color, odor, flavor and hardness. A multivariate analysis of variance was used with a 95% level of significance and it was found that the factors that significantly influence the results are °Brix, pH and percentage of acidity. The degreening was carried out with calcium carbide for 8 days, for this oranges with a color index of -12 and -7.5 were used. Obtaining as results that the degreening for 5 days does not affect the physicochemical characteristics of the product, but it does affect its organoleptic characteristics. From the above it can be concluded that carbide gradening is not suitable unless some pre-treatment is carried out before this in order to avoid alterations in the product and maintain its quality and freshness.

**Keywords:** Changes, Degreening, Calcium Carbide, Orange.

## Introducción

El tratamiento de poscosecha es una técnica aplicada a las frutas para mejorar su color externo, manteniendo intactos otros aspectos de calidad como el sabor y la textura. Este proceso es esencial para asegurar que las frutas cumplan con los estándares de apariencia requeridos por los consumidores y el mercado, sin comprometer su frescura y valor nutricional como lo menciona [1]. Según [2], la técnica de poscosecha se puede aplicar a las variedades tempranas de cítricos, ya que estas presentan un equilibrio ideal entre azúcares y aromas, con una acidez menor, lo que las hace deliciosas incluso antes de que el color externo del fruto alcance su madurez completa [3].

[4] Desarrolló un método para desverdización de cítricos en el epicarpio in vitro utilizando segmentos de la cáscara. Para ello se pelaron rápidamente los segmentos de la fruta y expuestos a una luz en medio agar que contenían una baja y una alta la concentración de sacarosa [5]. Al Pelar los segmentos de la fruta verde se mantuvo verde en los medios de comunicación de baja concentraciones de sacarosa y de los medios de comunicación con altas concentraciones de sacarosa y 60 milimolar de  $\text{KNO}_3$  se desverdizaron en respuesta a las altas concentraciones de sacarosa en la ausencia de nitrógeno. El nitrato de potasio superó los efectos de desverdización de las concentraciones de sacarosa de alta en la luz y oscuro [6].

[7] Menciona que desverdizado es una técnica de poscosecha que acelera la desaparición del color verde en la cáscara de los cítricos, promoviendo la coloración proporcionada por los pigmentos carotenoides, cuya síntesis también se acelera por este proceso. Esta práctica permite comercializar frutas que aún no han alcanzado el grado de coloración deseado por los consumidores pero que internamente cumplen con los requisitos de madurez para el consumo [8]. El desverdizado se lleva a cabo en cámaras con control de temperatura, humedad relativa y dosificación de etileno, un agente hormonal que destruye la clorofila, pero que también acelera la respiración y el envejecimiento prematuro de los frutos. Para minimizar estos efectos negativos, se recomienda mantener la concentración de etileno entre 1 y 3 ppm, con una temperatura de 19 a 21°C y una humedad relativa elevada (90-95%). Asimismo, es crucial asegurar una adecuada circulación de aire y mantener el dióxido de carbono por debajo del 0,2%. La fruta debe ser cosechada en el momento en que comienza a cambiar de color y el desverdizado no debe superar las 72 horas para evitar el envejecimiento de la cáscara. Un mal manejo del proceso puede llevar a diversas alteraciones fisiológicas y patológicas que afectan la calidad de la fruta [9]

[10] Los sistemas de desverdizado funcionan con un control de temperatura para regular el ambiente y promover la maduración de los frutos. El objetivo del desverdizado es adelantar la comercialización de los productos agrícolas, permitiendo que los frutos como el pomelo puedan ser vendidos antes de alcanzar su plena madurez. Esto se logra

mediante la eliminación del exceso de agua para generar aire fresco, lo que ayuda a mantener la calidad y el sabor de los frutos durante su transporte y almacenamiento. Estos sistemas son esenciales, especialmente en zonas donde las temperaturas nocturnas se mantienen altas, asegurando que los pomelos frescos de principios de temporada lleguen al mercado en óptimas condiciones. En estos casos, de 1 a 5 / L de L-1 de etileno por períodos de 12 horas a 3 días se utiliza para causar la destrucción de clorofila en la piel. La temperatura recomendada para el desverdizado es de 28 a 29 ° C en la Florida y 21 a 22 ° C en California, cada uno refleja el estado fisiológico de las frutas cultivadas en diferentes condiciones climáticas. Alta humedad relativa de 90 a 95% se debe mantener para evitar el ablandamiento y la acentuación de las lesiones existentes cáscara o los defectos. Un cambio completo de aire por hora debe entrar en la sala de desverdización para evitar la acumulación innecesaria de CO<sub>2</sub> y ayudar a una temperatura uniforme y la distribución de etileno.

[11] El desarrollo e implementación de productos en el ámbito agrícola, específicamente en la producción y post cosecha de cítricos, se ha centrado en la investigación de patógenos como *Penicillium* spp. y *Geotrichum candidum*, que afectan significativamente la calidad de los frutos. Se llevaron a cabo diversos ensayos para evaluar el control de estos patógenos utilizando tratamientos innovadores. En uno de estos estudios, se emplearon inhibidores de la síntesis de proteínas y clorofilasas solubles para investigar el mecanismo de acción del etileno en el desverdizado de frutos de mandarina Satsuma. La clorofilasa (Chlase, EC 3.1.1.14), una enzima que cataliza la desmetilación de la clorofila a clorofilida, fue parcialmente purificada para este propósito. Los resultados mostraron que los tratamientos de etileno promueven el desverdizado, y que la cicloheximida (CH), un inhibidor de la síntesis de proteínas citoplasmáticas, inhibe los efectos del etileno. Por su parte, el cloranfenicol (CP), un inhibidor de la síntesis de proteínas de plástidos, también inhibe débilmente la actividad de Chlase. Estos hallazgos sugieren que el etileno mejora el desverdizado de la cáscara a través de la síntesis de novo de Chlase, y que tanto la síntesis de proteínas citoplásmicas como de proteínas de plástidos pueden regular la actividad de esta enzima en los frutos tratados con etileno.

[12] El uso del etileno en la desverdización de cítricos es una práctica habitual que acelera los cambios de color natural de los frutos de verde a los tonos naranjas o amarillos característicos del estado de madurez. En este evento se analiza cómo, en un intento de mejorar la apariencia de la fruta, otros atributos de calidad pueden verse alterados. Se ha observado que el proceso es perjudicial para la calidad externa del fruto y también se sospecha que afecta negativamente la calidad de consumo y la vida útil del producto. En un mercado de frutas dinámico y competitivo, cualquier reducción en la calidad del producto y la consiguiente insatisfacción del consumidor puede tener un impacto económico negativo sobre los productores y comerciantes. Aunque se reconoce la necesidad de controlar este proceso mediante investigaciones adicionales y estrategias de marketing, no hay pruebas suficientes para justificar el uso generalizado de la desverdización sin considerar los posibles efectos adversos. Las innovaciones basadas en el manejo y control de las funciones fisiológicas de los productos hortofrutícolas

son necesarias para responder a las demandas del mercado y garantizar la calidad y la sostenibilidad económica de la industria agroalimentaria.

[13] Estudió la respuesta al tratamiento de cuarentena por frío en tránsito de limón. Se evaluó el impacto de este tratamiento en la calidad final del fruto, utilizando diferentes índices de color iniciales y sometiéndolo posteriormente a un proceso de desverdización. Este proceso incluyó variaciones en los tiempos de desverdización (60, 72, 96 y 120 horas) y temperaturas específicas (1-2°C durante 17 días y 7 días a 20°C). Los resultados mostraron que los limones no presentaron sensibilidad a alteraciones fisiológicas significativas, como manchas, picaduras, crecimiento de hongos, caída y ennegrecimiento de cálices. Además, se determinó que los limones podían llegar al consumidor con buenas características de calidad tras el tratamiento de cuarentena. Se recomendó el uso de índices de color mínimos en el momento de la recolección para optimizar los distintos tiempos de tratamiento con etileno

El objetivo del presente trabajo fue determinar los cambios fisicoquímicos y organolépticos que se producen en la naranja (*Citrus sinensis*) por aplicación de un tratamiento de desverdizado con carburo de calcio.

## **Materiales y Métodos**

Este tratamiento se realizó a 9 frutos de naranja criolla en estado verde, de los cuales se emplearon 6 para realizar la técnica de desverdizado con carburo de calcio y 3 como muestra patrón, para observar los resultados obtenidos en el día 0,5 y 8 de tratamiento, realizando análisis fisicoquímicos (por triplicado) y sensoriales.

### ***Desverdizado***

Para el desverdizado, se emplearon 100 gramos de carburo de calcio dispuestos en un recipiente de vidrio, al que se le introdujo un equipo de venoclis (aguja y sonda), el cual estaba conectado a una botella de agua que hidrató el compuesto, produciendo una reacción con desprendimiento de vapores dentro de una cámara de icopor donde se encontraban las 6 muestras que se sometieron a desverdizado y fueron analizadas el día 5 y 8 de tratamiento.

### ***Análisis fisicoquímicos***

Se realizaron evaluaciones que incluyan color externo de la cascara, peso, °Brix, % acidez titulable y pH, análisis de las características sensoriales (olor, sabor y dureza) [14], las cuales se realizarán el día 0, 5 y 8 para determinar el tiempo de tratamiento óptimo al cual se debe someter el producto realizando el análisis estadístico.

**Color:** se midió con una escala de color Cv. "Clemenpons" IC = 1000 a/Lb (parámetros de Hunter-Lab).

**Sólidos solubles:** fueron medidos por refractometría, empleando un refractómetro Brixco Brix 0 – 90 %, donde se colocó la muestra en estado líquido y se procedió con la medición, tomando lectura de la medida; según el método AOAC (1990) 932.12.

**Acidez titulable:** se realizó con la obtención de zumo de fruta con una relación 50:50, agitando para eliminar gas carbónico, tomando 10 ml en un vaso de precipitado y adicionando 3-4 gotas de fenolftaleína como indicador. Valorando en titulación con NaOH al 0.1 N hasta obtener un viraje color rosa tomando lectura del NaOH gastado, mediante el método AOAC (1990) 22.070 (49).

### **Determinado por formula:**

$$\%AC = N \times V1 \times 0,064 / V2 \times 100$$

N = normalidad del NaOH

V1 = volumen del NaOH utilizado en la valoración

V2 = volumen de muestra tomada.

**pH:** se determinó a través de un pHmetro Handylab pH 11, empleando un volumen de 5 ml de zumo, e introduciendo el pHmetro hasta que no varíe, tomando la lectura; de acuerdo con el método AOAC (1990) 981.12.

### **Diseño estadístico**

Para determinar si existe variación en las características fisicoquímicas de la naranja criolla (*Citrus sinensis*) sometida al proceso de desverdizado mediante carburo de calcio, se realizó un análisis de varianza multivariable con un nivel de significancia del 95%. El análisis se hizo con el software SPSS para Windows versión 13.0, siendo el origen los °Brix, el pH y el porcentaje de acidez [15].

## **Resultados y Discusión**

Los valores de acidez y ° Brix presentaron una variación durante los 8 días de tratamiento, a diferencia del pH que no presentó una variación considerable con respecto al tiempo de desverdizado, los cuales se presentan en la Tabla I.

**Tabla I.** Análisis fisicoquímicos de la naranja criolla durante el tratamiento de desverdizado con carburo de calcio

| Tiempo de tratamiento | °Brix      | pH         | % Ácido cítrico |
|-----------------------|------------|------------|-----------------|
| Día 0                 | 5.66±0.57a | 3.01±0.48a | 1.39±0.37a      |
| Día 5                 | 6.33±1.15a | 3.01±0.09a | 2.13±0.06b      |
| Día 8                 | 9.46±0.46b | 3.26±0.21a | 1.60±0.26a,b    |
| p-valor               | 0.002      | 0.545      | 0.036           |

n=3, X ± D.T p- valor ≤ 0.05 existen diferencias significativas

a, b, c... Letras iguales entre columnas existen diferencias mínimas significativas

De la Tabla I, se pueden observar los valores obtenidos de °Brix, pH y acidez. En cuanto a los °Brix estos presentaron diferencias estadísticas significativas ( $p$ -valor 0.002) durante los 8 días de tratamiento. Comparando las muestras de los días 0, 5 y 8, se dice que las muestras del día 0 y del día 5 no difieren entre ellas al presentar una variación muy mínima de 5.66 a 6.33; a diferencia del día 8 que difiere de los días 0 y 5 de tratamiento al obtener un valor de °Brix de 9.46 [16].

El aumento de los sólidos solubles en el tiempo de tratamiento se debe a la respiración, ya que es la responsable de que compuestos de reserva como lo son los ácidos orgánicos se utilicen, bajando la acidez y elevando el dulzor.

Los valores de pH de las muestras en los días de tratamiento no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $p$ -valor 0.545) entre ellos, debido a que su valor no mostró una variación importante obteniendo valores de 3.01, 3.01, 3.26 respectivamente a los días de tratamiento.

El % de ácido cítrico del producto presentó diferencias estadísticamente significativas ( $p$ -valor 0.036) entre las muestras del día 0 con el día 5 con valores de 1.39 y 2.13, esto se debe a que el producto aumentó los °Brix durante los primeros 5 días y por ello conllevó a la reducción de la acidez; a diferencia de la muestra del día 8 la cual no difiere con el tiempo de tratamiento.

La acidez del jugo de los frutos cítricos se debe en su mayor parte al ácido cítrico en naranjas, los ácidos libres aumentan en el fruto durante los primeros estados de desarrollo y permanecen relativamente constantes en su concentración hasta la maduración en que descienden fundamentalmente a causa de la dilución provocada por el aumento del tamaño del fruto [17].

La disminución de la acidez en poscosecha se debería a la degradación de los ácidos que ocurre en la respiración. Es por ello que el tiempo adecuado para desverdizar la naranja criolla con carburo de calcio sin que afecte sus características fisicoquímicas es de 5 días debido a que no se presentan variaciones elevadas de °Brix y pH.

**Tabla II.** Pérdidas de peso de la naranja criolla durante el tratamiento de desverdizado con carburo de calcio.

| Tiempo de tratamiento | Peso (gr) |
|-----------------------|-----------|
| Día 0 para 5 días     | 152.63    |
| Día 0 para 8 días     | 177.3     |
| Día 5                 | 133.7     |
| Día 8                 | 148.3     |

En la Tabla II, se puede observar que las naranjas pierden peso durante los 8 días de almacenamiento. Siendo estos que las naranjas del día 5 en comparación a las del día 0 presentan una pérdida de peso ya que de 152.63 gr disminuyeron a 133.7 gr, es decir, perdieron 18.93 gr, al compararlo con los resultados obtenidos del día 8, el peso disminuyó

de 177.3 a 148.3 siendo esto pérdidas de 29 gr durante los 8 días de desverdizado con carburo de calcio [18].

Es por ello que el tiempo de desverdizado debe ser lo más corto posible para así evitar pérdidas de peso elevadas en el producto.

De la Tabla III, se puede decir que, durante la maduración de los frutos cítricos, el color de la piel varía como resultado de los cambios coordinados entre el contenido y composición de carotenoides y la degradación de las clorofilas [19].

**Tabla III.** Evolución de color de la naranja criolla durante el tratamiento de desverdizado con carburo de calcio.

| Índice de color | Día 0 (5 días) | Día 0 (8 días) | Día 5 | Día 8 |
|-----------------|----------------|----------------|-------|-------|
| -20.0           |                |                |       |       |
| -12.0           | 2              | 1              |       |       |
| -7.5            | 1              | 2              | 3     |       |
| -4.5            |                |                |       | 3     |
| -0.5            |                |                |       |       |
| +4.0            |                |                |       |       |
| +8.5            |                |                |       |       |
| +15.0           |                |                |       |       |

En la Tabla III, se pueden observar los cambios de color de la naranja criolla durante los 8 días de desverdizado con carburo de calcio. Presentándose índices de color iniciales de -12 y -7.5; que al compararlos con los días 5 y 8, se puede decir que el desverdizado de 5 días no permite tener un cambio de color externo considerable ya que presentan un índice de color de -7.5, a diferencia de el día 8 de tratamiento que presentó un índice de color de -4.5.

Por ello el tiempo adecuado de desverdizado con carburo para poder cambiar la coloración externa del producto y así obtener una coloración que cambie de verde a amarillo es de 8 días.

Los cambios organolépticos de los frutos es un factor muy importante a la hora de evaluar la calidad de un producto, es por ello que se deben evaluar antes de que el producto este en el mercado para así presentar al consumidor productos frescos y de buena calidad [20]. Estos datos se presentan en la Tabla IV.

**Tabla IV.** Cambios organolépticos de la naranja criolla durante 8 días de desverdizado con carburo de calcio.

| MUESTRAS    | Día 0 | Día 5 | Día 8 |
|-------------|-------|-------|-------|
| OLOR        |       |       |       |
| Fresco      | 3     |       |       |
| Neutral     |       |       |       |
| Afrutado    |       |       |       |
| Fermentado  |       |       |       |
| Combustible |       | 3     | 3     |
| SABOR       |       |       |       |

|                    |   |   |   |
|--------------------|---|---|---|
| Dulce              | 3 |   |   |
| Acido              |   |   |   |
| Amargo             |   |   |   |
| Fermentado         |   | 3 |   |
| Acido- combustible |   |   | 3 |
| Dulce- combustible |   |   |   |
| DUREZA             |   |   |   |
| Muy blanda         |   |   |   |
| Blanda             |   |   |   |
| Ligeramente blanda |   |   |   |
| Ni blanda ni dura  |   |   |   |
| Ligeramente dura   |   |   | 3 |
| Dura               |   | 3 |   |
| Muy dura           | 3 |   |   |

En la Tabla IV, se pueden observar los cambios organolépticos evaluados, los cuales fueron olor, sabor y firmeza. Observándose que el olor del producto del día 0 era fresco, el sabor acido y la firmeza muy dura, lo cual cambió durante el tiempo de tratamiento.

En cuanto al olor después de los 5 y 8 días de tratamiento el producto presenta un olor a combustible el cual no es característico de la naranja, presentándose así alteraciones en el producto y por tanto afectando la calidad del mismo. El sabor de la naranja criolla también se vio afectado por el desverdizado con carburo de calcio, presentándose sabores acido y dulce, pero con un residuo a combustible durante los 5 y 8 días respectivamente.

Para [21] la dureza del producto disminuye en comparación con la inicial como en este caso, ya que para los 5 días de desverdizado la naranja pasó de muy dura a dura y a los 8 días a ligeramente dura [22]. Debido a esto el desverdizado con carburo de calcio durante 8 días, afecta organolépticamente la calidad del producto lo que termina haciéndolo no apto para el consumo humano.

## Conclusiones

Los resultados del estudio demuestran que el uso de carburo de calcio para desverdizar la naranja (*Citrus sinensis*) produce cambios significativos en las características fisicoquímicas y organolépticas del fruto.

En cuanto a las propiedades fisicoquímicas, se observó que el tratamiento de desverdizado por un periodo de 8 días incrementó notablemente los valores de °Brix, indicando un aumento en los sólidos solubles y, por lo tanto, en la percepción de dulzor del fruto. Sin embargo, el pH no mostró variaciones significativas a lo largo del tratamiento, mientras que la acidez titulable presentó un aumento inicial seguido de una disminución, lo cual puede estar relacionado con la degradación de ácidos orgánicos durante la respiración del fruto.

En términos de peso, se registró una pérdida considerable durante el proceso de desverdizado, siendo más pronunciada a medida que avanzaba el tratamiento, lo que subraya la importancia de limitar el tiempo de exposición al carburo de calcio para minimizar la pérdida de peso y preservar la calidad del fruto.

En lo que respecta a las características organolépticas, el desverdizado por 5 días afectó negativamente el olor y el sabor de las naranjas, generando notas no deseadas de "combustible" y "ácido-combustible", que pueden ser atribuibles a la acción del carburo de calcio. Además, aunque el tratamiento de 8 días fue efectivo para cambiar la coloración externa del fruto de verde a amarillo, este tiempo extendido de exposición también potenció los cambios organolépticos adversos, afectando potencialmente la aceptación del consumidor.

Por lo tanto, se concluye que, aunque el desverdizado con carburo de calcio puede ser efectivo para mejorar la apariencia externa de las naranjas, su aplicación debe ser cuidadosamente controlada y optimizada para evitar deterioros en la calidad sensorial y fisicoquímica del fruto. Sería recomendable considerar la implementación de pre-tratamientos o la reducción del tiempo de exposición para minimizar los efectos negativos y asegurar que el producto final mantenga su frescura y calidad. Estos hallazgos sugieren la necesidad de más investigaciones para encontrar un equilibrio óptimo que permita cumplir con las demandas estéticas del mercado sin comprometer las cualidades organolépticas del fruto.

## Recomendaciones

Después de llevar a cabo el tratamiento de desverdizado con carburo de calcio en naranjas criollas (*Citrus sinensis*) durante un período de 8 días, se observa que dicho método no es recomendable debido a su impacto negativo en las características sensoriales del producto, lo que lo hace inapropiado para el consumo humano.

Por lo tanto, se sugiere continuar investigando alternativas para el desverdizado de las naranjas, centrándose en la aplicación de pre-tratamientos que preserven las características internas del producto mientras logran el efecto deseado de desverdizado. Esto implicaría explorar métodos que aseguren la eliminación del color verde de manera efectiva sin comprometer la calidad ni la seguridad alimentaria del producto final. Es fundamental seguir investigando y desarrollando técnicas que sean tanto eficaces como seguras para garantizar la satisfacción del consumidor y la viabilidad del producto en el mercado.

## Referencias

- [1] L. Ulloa Gómez, M. V. Sáenz Murillo, J. Castro Chinchilla y M. Ramírez Sánchez, «Temperaturas de acondicionamiento, poscosecha sobre el desarrollo de color de la epidermis y calidad interna de frutos de piña,» *Agronomía Costarricense*, vol. 45, n° 1,

pp. 103-114, 2021.

- [2] A. Colombo, Cultivar los cítricos ornamentales y de fruto, Vecchi S.A., 2020.
- [3] E. Murray, Ricardo , A. P. Candan y D. E. Vazquez, «Manual de poscosecha de frutas: manejo integrado de patógenos.,» Ediciones INTA, 2019.
- [4] A. Huff, «Desverdizado en segmentos de Piel Cítrica y Control Alimenticio.,» *Departamento Ciencias, Universidad de Arizona, Tucson. Fisiología vegetal,* pp. 243-249, 1983.
- [5] C. Gavin, D. Barzallo, H. Vera y R. Lazo, «Literature review: Ethylene in post-harvest, technologies for its management and control,» *Ecuadorian Science Journal*, vol. 5, n° 4, pp. 163-178, 2021.
- [6] A. M. Lozano Omeñaca, «El papel endógeno del nitrógeno en el retraso del cambio de color en los frutos cítricos,» 2019.
- [7] Vazquez, D., Almirón, N., Eyman, L. y Bello, F, «Desverdizado: precauciones para su implementación.,» *Revista INTA*, vol. 22, n° 24, 2020.
- [8] . Y. C. Quispe Carhuapuma, «Proyecto de exportación de mandarinas satsuma frescas a Estados Unidos en el 2022.,» 2022.
- [9] J. L. Reyes Moreira y F. G. Intriago Flor, «Alternativas de conservación de los cítricos poscosecha,» *Revista Pertinencia Académica,* vol. 6, n° 3, pp. 1-18, 2022.
- [10] A. P. Ruidíaz Yepes , « Determinación de los parámetros del proceso de desverdizado para la producción de Toronja Star Ruby en la Empresa Tamacal Fruit SAS,» 2022.
- [11] J. Checa Tapia, «Estudio de control de *Penicillium* spp. y *Geotrichum candidum* afectando a cítricos en postcosecha,» *Universitat Politècnica de València*.
- [12] Martínez, S. G., & Mula, M. S, «Actas del II Congreso Universitario en Innovación y Sostenibilidad Agroalimentaria 2021,» 2021.
- [13] M. C. Legarto , Desarrollo de filtro para tratamiento de efluentes agroindustriales (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata), 2023.
- [14] J. Morales, A. Salvador , A. Tarrega, P. Navarro y C. Besada , «Evaluación del efecto del tratamiento de desverdizado sobre la calidad sensorial de mandarinas Oronules.,» *Redivia*, pp. 158-159, 2019.

- [15] A. Duarte Castillo, F. O. Díaz Arango y L. F. Mejía Gutiérrez, *Práctica de operaciones unitarias en ingeniería de alimentos*, Editorial Universidad de Caldas, 2023.
- [16] C. Cornejo Mendoza, «Producción de cítricos en la Pampa de Villacurí,» 2021.
- [17] M. Agustín, C. Mesejo, C. Reig, A. Martínez Fuentes, S. Zaragoza y E. Primo Millo, «El tamaño del fruto en los cítricos,» *Redivia*, pp. 57-67, 2020.
- [18] G. Fernández Velazco, F. Scaparoni, M. Sisquella, P. Pintos, E. Luque, A. I. Moltini y J. Lado, «Effects of different comercial coatings on postharvest citrus fruit quality for export,» *Velazco, G. F., Scaparoni, F., Sisquella, M., Pintos, P., Luque, E., Moltini, A. I., & Lado, J. (2021). Efecto de distintos recubrimientos en la calidad de frutos de cítricos para exportación. Agrociencia Uruguay*, vol. 25, nº 1, pp. 337-337, 2021.
- [19] P. Tarancón y C. Besada, «Efecto de la información sobre la maduración interna de mandarinas en la intención de compra del consumidor,» *Redivia*, 2022.
- [20] S. C. Vega Soto, «Metodología DMAIC y optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa procesadora Torre Blanca SA, Huaral, 2018,» 2021.
- [21] D. F. Sierra Blanco, «Desarrollo de una cámara de atmósfera controlada para la conservación de alimentos en fresco,» 2019.
- [22] P. S. Zambrano Saavedra , «Evaluación del estándar de calidad en el manejo postcosecha de la mandarina (*citrus reticulata*) en el sitio río grande del cantón chone en el año 2019,» 2019.