

Caracterización de un extracto de semilla de aguacate (*Persea americana*) variedad Hass, y medición de la reducción del pardeamiento enzimático y el índice de peróxido en pulpa de aguacate variedad Hass.

María Camila Hernández Sánchez

CC 1.001.131.906

Trabajo de grado en modalidad de investigación para optar al título de Ingeniera Agropecuaria

Asesor

Edwin Alberto Arcila

Magíster en Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias

Universidad de Antioquia

Universidad de Antioquia
Facultad de Ciencias Agrarias
Ingeniería Agropecuaria
Sonsón, Antioquia, Colombia
2023

Cita

(Hernández Sánchez, 2023)

Referencia

Hernández Sánchez, M. (2023) Caracterización de un extracto de semilla de aguacate (Persea americana) variedad Hass, y medición de la reducción del pardeamiento enzimático y el índice de peróxido en pulpa de aguacate variedad Hass. [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Sonsón, Colombia.



Biblioteca Sede Sonsón

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Resumen

El aguacate Hass es una de las frutas más complejas y versátiles por su alto contenido de vitamina E, ácidos grasos y elementos minerales, sin embargo, uno de los principales problemas de comercialización para los productores son los bajos precios en el mercado nacional, lo que conlleva a la necesidad de aprovechar, entre otros, algunos subproductos del aguacate que permitan mejorar el ejercicio económico mediante la aplicación de procesos que puedan retardar la acelerada degradación de su pulpa al exponerse al ambiente. Este trabajo buscó caracterizar un extracto de semilla de aguacate utilizando diferentes concentraciones distribuidas en 4 tratamientos con el fin de medir su capacidad en la reducción del pardeamiento enzimático e índice de peróxidos en la pulpa, así mismo, buscó evaluar su efectividad en términos de poder antioxidante y el impacto en cuanto al cambio de color en el tiempo (Delta de E). Se obtuvieron resultados importantes como la sinergia al usar ácido ascórbico y extracto de semilla, usando concentraciones de 300 mg de AA y 300 mL de extracto de semilla, lo que indicó que se puede obtener buena calidad en el producto final tanto en el índice de peróxidos como en cambios de color mínimos que son perceptibles al ojo humano, por lo que cualitativamente al usar esta concentración las muestras de pulpa se ven aceptables y de un color adecuado, de acuerdo con la calidad comercial. De acuerdo con los resultados, los tratamientos con extracto de semilla mostraron disminuciones notables en el pardeamiento enzimático, por lo que la eficacia puede depender de la concentración utilizada. La capacidad antioxidante de la semilla se atribuye a sus compuestos polifenólicos y al usar un extracto proveniente de los residuos de la misma fruta, se minimizan los costos en cuanto a los métodos de conservación del producto.

Palabras clave: aguacate, pulpa, extracto, semilla, antioxidante.

Abstract

The Hass avocado is one of the most complex and versatile fruits due to its high content of vitamin E, fatty acids, and mineral elements. However, one of the main marketing challenges for producers is the low prices in the national market, leading to the need to take advantage of avocado by-products to improve economic performance. This involves implementing processes that can slow down the rapid degradation of its pulp when exposed to the environment. This study aimed to characterize an avocado seed extract using different concentrations distributed among four treatments to measure its ability to reduce enzymatic browning and peroxide index in the pulp. Additionally, it sought to evaluate its effectiveness in terms of antioxidant power and the impact on color change over time (Delta E). Significant results were obtained, such as the synergy when using ascorbic acid and seed extract at concentrations of 300 mg of AA and 300 mL of seed extract. This indicated that good quality in the final product can be achieved, both in terms of peroxide index and minimal color changes perceptible to the human eye. Qualitatively, using this concentration, the pulp samples appear acceptable and have an appropriate color according to commercial quality. According to the results, treatments with seed extract showed notable reductions in enzymatic browning, indicating that effectiveness may depend on the concentration used. The antioxidant capacity of the seed is attributed to its polyphenolic compounds, and by using an extract from the fruit's residues, costs related to product preservation methods are minimized.

Keywords: avocado, pulp, extract, seed, antioxidant.

1. Introducción

El aguacate (*Persea americana*) variedad Hass es el fruto de un árbol perenne de gran tamaño que crece en climas medianamente templados, es reconocido por ser una de las frutas más completas, beneficiosas y versátiles para el mercado actual (Alvares Barrientos, S, 2021). Se caracteriza por tener un alto contenido de materia grasa, su contenido de aceite se incrementa conforme avanza su estado de maduración y está compuesto principalmente por ácidos grasos monoinsaturados (Feramuz y Ayhan, 2004), de la misma manera, el aguacate también es una fuente de otros componentes como vitaminas, pigmentos, esteroides y compuestos fenólicos.

En la actualidad se viene presentando un aumento en la producción de aguacate y la demanda de este producto, dado principalmente por la modificación de hábitos de vida en las personas, debido a que esta fruta se ha catalogado como un “super alimento” (Duarte et al, 2016), esto ha llevado a que, por ejemplo, en el año 2019, la producción mundial de aguacate llegó a más de 6’200.000 toneladas, con un crecimiento anual entre 2015 y 2019 del 5,3 % (Ministerio de Agricultura de Colombia, 2020).

Durante los últimos 20 años, Colombia ha incrementado los volúmenes de producción de aguacate Hass, en el año 2020 la producción fue de 167.724 toneladas, representando el 26% del aguacate cultivado en el país (Ministerio de agricultura de Colombia, 2020). La ubicación geográfica de Colombia es ideal para realizar el cultivo de aguacate desde los 0 msnm hasta los 2200 metros de altura. Antioquia en el año 2020 fue el segundo departamento con mayor área sembrada (29 454 hectáreas) con una producción de 161 592 toneladas (Cámara de comercio de Antioquia). Este departamento cuenta con aguacates de diversas variedades, sin embargo, existe una mayor tendencia por el cultivo de la variedad Hass, dado que presenta gran adaptabilidad a las zonas de vida del territorio, además de su potencial agroexportador (Cámara de Comercio de Antioquia).

El aguacate al ser cortado sufre un proceso de oxidación acelerado, además su rápido proceso de maduración lleva a que su vida útil sea únicamente de 3 a 4 semanas después de su cosecha, si es almacenado bajo especiales condiciones de temperatura y humedad (González Cuello, Pérez Mendoza, & Gelvez Ordóñez, 2017), de este modo introducir al mercado nuevos subproductos como la pulpa de aguacate puede ser muy beneficioso para la diversificación del portafolio del sector.

Los procesos agroindustriales llevan consigo gran versatilidad y rendimiento en cuanto a su transformación, dado que se aprovecha al máximo la materia prima generando un valor agregado a la fruta y, por tanto, se crea una mejor conservación del producto; además, las cosechas podrían ser mejor aprovechadas; el aguacate por sus características tan especiales presenta una variada posibilidad de usos en productos transformados. El desecho principal de la industria y procesamiento del aguacate es su semilla, que constituye el 15% del contenido del fruto y posee propiedades antioxidantes, que pueden retrasar el pardeamiento enzimático de su pulpa (Olaeta, J. 2023.).

El aguacate presenta una amplia posibilidad de industrialización, gracias a esto existe un rendimiento elevado de los sobrantes de las cosechas, por tanto, la industrialización del aguacate dependerá de la fruta de descarte después de haber pasado por un proceso de selección. Un producto industrializado debe partir por tener una buena calidad, por lo que el remanente de aguacate de bajos calibres o no apto para comercialización en fresco debe contar necesariamente con buena calidad en la pulpa, con características como madurez de la fruta, variedad, producido de manera limpia y trazabilidad en el proceso (Olaeta, J. 2023).

El pardeamiento enzimático (PE) está relacionado principalmente con la enzima polifenol oxidasa (PPO), que cataliza la oxidación de compuestos fenólicos a quinonas y como consecuencia se da una transformación a pigmentos oscuros conocidos como melaninas, no deseables para la calidad industrial (Friedman, 1997). De acuerdo con el color de un producto, un consumidor podría manifestar cierto asertividad hacia los productos que cualitativamente luzcan atractivos, de tal modo que, el color es el primer atributo en ser juzgado.

Esta investigación se enfoca en evaluar la acción de un extracto de semilla de aguacate sobre la inhibición de pardeamiento enzimático en pulpa de aguacate en diferentes concentraciones y también en sinergia con ácido ascórbico con el fin de identificar la efectividad y el comportamiento en varias muestras de pulpa en un rango de tiempo determinado.

3. Materiales y métodos

3.1 Acondicionamiento de la pulpa de aguacate Hass.

Se elaboró pulpa de aguacate variedad Hass a partir de frutos con clasificación de descarte de la Finca Palocoposo, ubicada en la vereda Tasajo, del Municipio de Sonsón, Antioquia con condiciones climáticas de 15°C a una altura de 2200 msnm en zona de vida bosque premontano. Para esto se realizó un acondicionamiento de la fruta teniendo en cuenta la selección, clasificación, lavado y desinfección, para su transformación se usó el procesador de alimentos Hamilton Beach. La pulpa fue empacada al vacío usando el equipo Sammic SE 310 al 99 % durante cinco segundos, en bolsas de 140 g con tratamientos de ácido ascórbico y ácido cítrico (AA+AC) y en condiciones de refrigeración y congelación durante ocho días, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Análisis preliminar

Tratamiento	Tipo
1	Muestra patrón en congelación
2	Muestra patrón en refrigeración
3	AA + AC (1000 ppm) en congelación
4	AA + AC (1000 ppm) en refrigeración

*AA + AC: *Ácido ascórbico + ácido cítrico*

Fuente: Propia

3.2 Extracto de semilla de aguacate

Se realizó acondicionamiento del aguacate y posteriormente se hizo una extracción de la semilla para someterla al proceso de escaldado, este proceso se realizó durante tres minutos en agua a temperatura de ebullición, se tajó manualmente con cuchillo. La semilla tajada fue tratada con ultrasonido Elma Ultrasonics Steam Ultraclean (ELMASONIC, Alemania), en beaker con relación

de carga 1:1 m/v (300 g de semilla /300 mL de agua), durante una hora y 30 minutos y a una temperatura de 50°C.

El extracto obtenido por ultrasonido se llevó a concentración a vacío por roto evaporación, en roto evaporador BUCHI Heating Bath B-100 y con barrera a la luz. Se introdujeron 570,68 mL de la solución con una temperatura de 40 °C y una presión de 72 mbar con rango de \pm cinco mbar durante dos horas. Pasados 11 minutos se cambiaron los parámetros: temperatura a 45 °C y una presión de 60 mbar con rango de \pm cinco mbar. Después de una hora y 15 minutos se modificó nuevamente: temperatura a 50 °C y presión a 55 mbar con rango de \pm cinco mbar.

El extracto de semilla de aguacate obtenido de los procesos anteriores fue envasado con protección a la luz y almacenado en refrigeración (4 °C) durante ocho días para la posterior evaluación de su efecto antioxidante sobre la pulpa de aguacate.

3.3 Evaluación de índice de peróxidos y colorimetría

Pasados ocho días de almacenamiento en refrigeración de la pulpa tratada, se determinó la efectividad del extracto de semilla sobre la misma, así como el índice de peróxidos; igualmente se evaluó la modificación del color en el tiempo

Índice de peróxidos

Este parámetro se evaluó de acuerdo con la resolución 2154 de 2012, norma NTC 2154 con breves modificaciones la cual establece el reglamento técnico sobre los requisitos para evaluar la calidad de las grasas y aceites comestibles. Proporciona información cuantitativa sobre la presencia de peróxidos o hidroperóxidos, que se forman cuando los ácidos grasos insaturados de las grasas y los aceites reaccionan con el oxígeno.

Se pesaron cinco g de cada muestra y se adicionaron 10 mL de cloroformo, se agitó manualmente y luego se adicionaron 15 mL de ácido acético glacial con posterior agitación manual, posteriormente, se adicionó un mL de solución de yoduro de potasio saturado (KI) (75 g / 100 mL) y se agitó durante un minuto. Se dejó en reposo durante cinco minutos en oscuridad y se adicionaron 75 mL de agua destilada; por último, se adicionaron tres gotas de solución de almidón

de papa. Finalmente, se realizó titulación con tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) hasta obtener en todas las muestras un color uniforme (morado claro). De acuerdo con la cantidad de tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) se define si la pulpa tiene una calidad comercial en cuanto al índice de peróxidos (IP) que debe dar como resultado un valor entre 0 y 5, usando la ecuación 1.

Ecuación 1.

$$IP = \frac{V_g * N * 1000}{P}$$

Dónde:

V_g = Volumen requerido de tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)

$N = 0,01\text{N}$ (constante)

P = Peso de la muestra

Colorimetría

Para determinar la variable respuesta Delta de E o cambio de color en el tiempo, se realizó una comparación de cada una de las muestras con la muestra control y se calculó con la siguiente ecuación de la teoría del espacio color LAB, mediante el uso de valores CIELAB propuesto por Richard Hunter en 1940 e implementando la fórmula CIE76 que se muestra en la ecuación 2.

Ecuación 2.

$$\Delta E = \sqrt{(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2}$$

Dónde:

ΔE = Delta de E

L = Luminosidad

a = Rango entre rojo a verde

b = Rango entre amarillo a azul

Diseño estadístico de la evaluación

Se realizó un diseño factorial de mezclas con dos niveles y dos factores; evaluando concentraciones entre 0 y 0,1% con un punto intermedio. Los factores evaluados fueron: concentración del extracto de semilla de aguacate y concentración ácido ascórbico. Las variables respuesta fueron: índice de peróxidos (IP) y colorimetría (Delta de E). Para el análisis se usó el software Design Expert 11. Cada nivel tuvo tres repeticiones para un total de 15 muestras como se evidencia en la tabla 2.

Tabla 2. Diseño experimental

M	ES (mL)	AA (mg)
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	150	150
5	150	150
6	150	150
7	0	300
8	0	300
9	0	300
10	300	300
11	300	300
12	300	300
13	300	0
14	300	0
15	300	0

*N=Número de muestras, ES=Extracto de semilla, AA=Ácido ascórbico,

Fuente: Propia

4. Resultados y discusión

Se obtuvo un rendimiento aproximado de 56 % de pulpa aprovechable, 13,6 % de semilla y 26 % de cáscara y pulpa no aprovechable; el peso total inicial de la fruta fresca fue de 2031 g, de los cuales se aprovecharon 1153 g de pulpa, dentro de los residuos estaba la semilla con un peso total de 278 g, el peso del resto del material, correspondiente a cáscara y pulpa no aprovechable, fue de 600 g.

Los resultados correspondientes a la evaluación del extracto de semilla de aguacate con respecto al índice de peróxidos (IP) y el cambio de color en el tiempo (Delta E) se muestran en la tabla 5; en estos se puede apreciar que la concentración de extracto de 300 mL en sinergia con 300 mg de ácido ascórbico (T3) es el tratamiento que presenta mayor control sobre el índice de peróxidos y resultados prometedores en Delta de E. Considerando investigaciones previas la relación del poder antioxidante de otros extractos vegetales coincide con los resultados por parte de esta investigación: Otalvaro A, Pabon L et al (2016) mencionan que los extractos de *Campomanesia lineatifolia* han resultado adecuados para alargar la vida útil de los productos mínimamente procesados evaluado en este caso en papa, realizando seguimientos periódicos a los valores de color CIELAB.

Para la respuesta índice de peróxidos se obtuvo que la interacción entre el ácido ascórbico y el extracto de semilla presenta una sinergia si son aplicados conjuntamente, lo que genera una respuesta demostrativa para la investigación, a partir de ahí se puede considerar que estadísticamente el modelo es significativo. (ver tabla 3).

Tabla 3. Coeficiente de determinación IP

R2	0,9937
R2 ajustado	0,9918

Fuente: Propia

La ecuación 3 que corresponde al modelo, se puede utilizar para hacer predicciones sobre la respuesta para los niveles de cada factor teniendo en cuenta las dosis que se usaron en la metodología, como se muestra a continuación

Ecuación 3:

$$IP = 12,23 - 46,17(E) - 122,35(AA) + 461,77(E + AA)$$

Dónde:

IP= Índice de peróxidos

E= Extracto

AA = Ácido ascórbico

El gráfico de interacción (gráfico 1) permite observar que a medida que el extracto aumenta, el índice de peróxidos disminuye, además, si se aumenta la concentración de ácido ascórbico el IP disminuye de forma más significativa: También se observa que existe sinergia entre ambos compuestos con consecuente potenciación de la respuesta: Otros autores también han estudiado la acción de la peroxidasa en otras variedades como en nopal fresco, realizando un extracto de espigas de nopal en precipitación con sulfato de amonio $(NH_4)_2SO_4$ para evitar el pardeamiento enzimático en nopales frescos desespinaados, teniendo como resultado un aumento de la actividad enzimática de la peroxidasa conforme se precipitó con sulfato de amonio $(NH_4)_2SO_4$ (Aguilar D, et al, 2005).

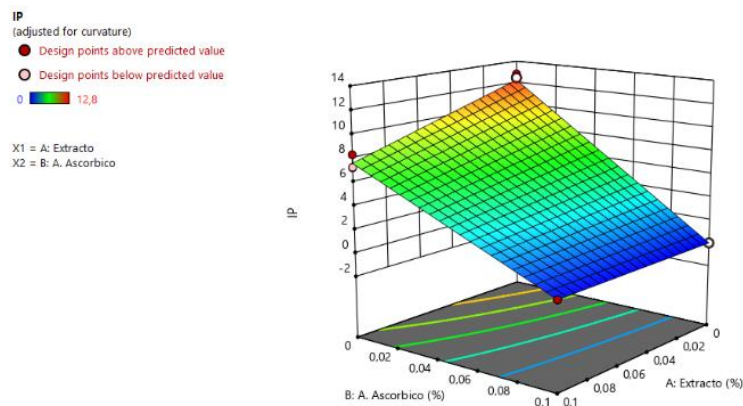


Gráfico 1: Gráfico de interacción de índice de peróxidos

Por roto evaporación, la solución final obtenida fue de 284 mL, teniendo en cuenta que fueron 570,68 mL como cantidad inicial, el nivel de concentración fue de 49,7 %.

CARACTERIZACIÓN DE UN EXTRACTO DE SEMILLA DE AGUACATE VARIEDAD HASS

Como se evidencia en la tabla 4, en el tratamiento 3 se observa que el índice de peróxidos está en el rango de 0 a 5 lo que indica buena calidad del producto, por el contrario, el tratamiento 1 no presenta calidad comercial dado que no está dentro del rango, de igual manera si se usa solo extracto de semilla (tratamiento 2), los valores se exceden, por lo que el extracto de semilla de aguacate por sí solo no tiene efecto.

El color en las muestras sufrió cambios en todos los tratamientos evaluados, debido a que todos los valores de delta de E fueron mayores a cinco, teniendo en cuenta la teoría del espacio color LAB (Hunter R. 1940) y la norma ISO 12647-2 en donde se abordan umbrales de tolerancia para delta E donde 1 es excelente y mayor a 5 es mala. En la tabla 5 se logra evidenciar que ΔE obtuvo en todos los casos valores mayores al umbral de tolerancia, por lo que el cambio de color es visible, sin embargo, cualitativamente las muestras se ven aceptables con calidad comercial, asimismo en investigaciones similares con vegetales, caso específico de la papa mínimamente procesada, también se genera una apariencia cualitativa aceptable al usar extractos de *Campomanesia lineatifolia* donde se afectó la luminosidad (L^*), comportamiento característico de la evolución del pardeamiento enzimático ocasionado por la oxidación del tejido de la papa (Otalvaro A, Pabon L et al. 2016)

Tabla 4. IP y Delta de E en cada muestra de pulpa

M	E (mL)	AA (mg)	IP	ΔE
1	0	0	12,45	10,50
4	0	0	6,8	11,85
9	0	0	11,8	12,99
2	150	150	7,2	12,49
3	150	150	4	8,11
10	150	150	7,6	11,45
5	0	300	0	11,25
11	0	300	0	10,46
15	0	300	0	8,57
6	300	300	0	11,68
13	300	300	0	10,12

CARACTERIZACIÓN DE UN EXTRACTO DE SEMILLA DE AGUACATE VARIEDAD HASS

14	300	300	0	10,77
7	300	0	8,4	10,40
1	300	0	12,45	10,50
4	300	0	6,8	11,85

*N=Número de muestra, E=Extracto de semilla, AA=Ácido ascórbico,

IP= Índice de peróxidos, $\Delta E = DELTA E$

Fuente: Propia

Los resultados del estudio respaldan la hipótesis de que el extracto de semilla de aguacate puede ser utilizado para controlar el pardeamiento enzimático en la pulpa de aguacate, lo cual está acorde a lo mencionado por Avila. F & Guerrero, K. (2019), quienes argumentan que el 7,45% de la semilla es aprovechable para la obtención de conservante natural usando el método de cromatografía líquida.

La capacidad del extracto de semilla de aguacate para inhibir las enzimas polifenol oxidasa y peroxidasa puede atribuirse a su contenido de compuestos antioxidantes, como los polifenoles. Estos compuestos pueden actuar como inhibidores enzimáticos y antioxidantes, bloqueando la actividad de las enzimas y neutralizando los radicales libres involucrados en la oxidación de los compuestos fenólicos, en una investigación presentada por Avila. F & Guerrero, K. (2019) donde se realizó una extracción y caracterización cinética de la enzima polifenol oxidasa del aguacate (*Persea americana miller.*) var. Hass y se concluyó sobre los bioactivos presentes en la semilla y su función como conservante natural.

Conclusión

La capacidad del extracto de semilla de aguacate para inhibir el pardeamiento enzimático en pulpa de aguacate se atribuye a sus propiedades antioxidantes, especialmente a los compuestos polifenólicos presentes en el extracto. El extracto por sí solo no tiene un efecto significativo en las variables respuesta. Se evidencia la necesidad de la adición de ácido ascórbico para lograr que la curva de índice de peróxidos disminuya, sin embargo, al utilizar un extracto proveniente de los residuos de la misma fruta, se genera una minimización de los costos y un aprovechamiento de residuos agroindustriales al generar un efecto sinérgico entre ambos compuestos.

El tratamiento de la pulpa de aguacate con el extracto de semilla de aguacate resultó en una disminución notable en el grado de pardeamiento enzimático teniendo en cuenta los parámetros de la investigación tales como el tiempo de evaluación que fue de 8 días y las condiciones de refrigeración; en comparación con las muestras sin tratar, del mismo modo, la eficacia del extracto de semilla de aguacate en la inhibición del pardeamiento enzimático puede depender de la concentración utilizada, lo que sugiere que se requiere ampliar el estudio para determinar valores de optimización en los tratamientos.

Los resultados sugieren que la eficacia del extracto de semilla de aguacate en la inhibición del pardeamiento enzimático puede depender de la concentración utilizada. Es posible que concentraciones más altas de extracto proporcionen una mayor inhibición enzimática y una reducción más pronunciada en el pardeamiento enzimático. Sin embargo, es importante considerar que dosis demasiado altas pueden afectar negativamente el sabor y la calidad sensorial de la pulpa de aguacate.

Generar una cadena de valor agroindustrial para un sector tan creciente como lo es el aguacate es sumamente importante dado que el incremento progresivo en los volúmenes de fruta exige que nuevas tendencias sean puestas en marcha para minimizar las pérdidas económicas desde la parte agrícola.

Referencias

- Álvarez Barrientos, S. (2021). *Fortalecimiento de la cadena de valor en el eslabón productor del aguacate Hass en el Departamento de Antioquia* (Doctoral dissertation, Universidad EAFIT). Disponible en https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/30912/Sara_AlvarezBarrientos_2022.pdf?sequence=7&isAllowed=y
- AQ Instruments. ¿Conoces el Espacio de COLOR CIEL L*A*B*?. Disponible en <https://www.aquatecnica.com/conoce-el-espacio-de-color-cie-lab/>
- Alzate, L. Artega, D. et al. (2013) Nueva fuente de antioxidante para el control de pardeamiento enzimático: una alternativa para la reducción de pérdidas en poscosecha de frutas. Disponible en <http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1420/1/931-2730-1-PB.pdf>
- Aguilar, D., Gutiérrez, N., & Navarro, A. (2005). Inhibición del pardeamiento enzimático en nopales frescos desespinaados. In Mérida, Yucatán: XI Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería. https://smbb.mx/congresos%20smbb/merida05/TRABAJOS/AREA_III/CIII-29.pdf
- Ávila Rodríguez, F. A., & Guerrero López, K. B. (2019). *Obtención de un conservante natural a partir de la semilla de aguacate variedad hass (Persea Americana Mill)* (Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América). Disponible en <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7627/1/6112706-2019-2-IQ.pdf>
- Barreiro, M. Vera, L (2017) Efecto del ácido ascórbico en el pardeamiento enzimático de la pulpa de pitahaya (*Hylocereus undatus*) almacenada a diferentes temperaturas de congelación. Disponible en <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/634/1/TAI120.pdf>
- Borràs Vallverdú, B. (2018). Inhibición del pardeamiento enzimático en patata utilizando extractos de perejil. Disponible en https://academica-e.unavarra.es/xmlui/bitstream/handle/2454/30288/TFM_DEFINITIVO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CARACTERIZACIÓN DE UN EXTRACTO DE SEMILLA DE AGUACATE VARIEDAD HASS

- Cámara de comercio. Cadena del Aguacate en Antioquia. Disponible en https://www.camaramedellin.com.co/Portals/0/Biblioteca/Estudios-economicos/cadenas-productivas-regionales/1%20Aguacates_Oct19.pdf?ver=2019-03-01-090038-120
- Coy, G. (2019) Elaboración de manual de procedimientos del manejo postcosecha del Aguacate Hass en finca ubicada en el Departamento de Veracruz. Universidad de San Carlos Guatemala. Disponible en <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/Tesis/MAGEL183.pdf>
- Denoya, G. I., Ardanaz, M., Sancho, A. M., Benitez, C. E., González, C., & Guidi, S. (2012). Efecto de la aplicación de tratamientos combinados de aditivos sobre la inhibición del pardeamiento enzimático en manzanas cv. Granny Smith mínimamente procesadas. *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, 38(3), 263-267. Disponible en https://smbb.mx/congresos%20smbb/merida05/TRABAJOS/AREA_III/CIII-29.pdf
- Hernández, P. S. (2009). Pardeamiento enzimático: caracterización fenotípica, bioquímica y molecular en variedades de papa nativas de la Argentina. *Revista Latinoamericana de la papa*, 15(1), 66-72. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/5512034.pdf>
- Hernández, A. Fernández, M (2018) Potencialidades en la producción de aguacate Hass en el Departamento de Antioquia. Universidad Eafit. Disponible en https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/13317/MartinFernandez_Saldarriaga_Alejandro_HernandezRengifo_2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Instituto Colombiano Agropecuario (2012) Manejo fitosanitario del cultivo del aguacate Hass. Disponible en <https://www.ica.gov.co/getattachment/4b5b9b6f-ecfc-46e1-b9ca-b35cc1cef2e2/->
- IDEAM (2020) INSTRUCTIVO DE MANEJO DEL ROTA EVAPORADOR Hei-VAP EXPERT. Disponible en <http://sgi.ideam.gov.co/documents/412030/35488871/M-S-LC-I069+INSTRUCTIVO+DE+MANEJO+DEL+ROTA+EVAPORADOR+Hei-VAP+EXPERT+v2.pdf/9c7d3b46-5822-4a7d-8a84-64c79dcc34bb?version=1.0#:~:text=La%20rota%20Devaporaci%C3%B3n%20es%20un,c ompuestos%20de%20una%20mezcla%20%C3%ADquida>.

CARACTERIZACIÓN DE UN EXTRACTO DE SEMILLA DE AGUACATE VARIEDAD HASS

- Mercado global de aguacate hass: Crecimiento, tendencias, impacto de covid-19 y pronósticos (2023-2028) Disponible en <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/global-hass-avocado-market>
- Millán, F. Roa, V (2001) Uso de la metodología de superficie de respuesta en la evaluación de pardeamiento en cambur procesado por impregnación al vacío. Disponible en http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442001000700004#:~:text=Las%20reacciones%20de%20pardeamiento%20enzim%C3%A1tico.de%20la%20enzima%20polifenol%20oxidasa
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2012). Resolución 2154 de 2012. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-2154-de-2012.pdf>
- Olaeta, J (2003) Industrialización del aguacate: estado actual y perspectivas futuras. Facultad de Agronomía Pontificia Universidad Católica de Chile. Disponible en http://www.avocadosource.com/wac5/papers/wac5_p749.pdf
- Otálvaro-Álvarez, Á. M., Pabón-Baquero, L. C., Rendón-Fernández, M. R., & Chaparro-González, M. P. (2017). Extractos de *Campomanesia lineatifolia* para el control del pardeamiento enzimático en papa mínimamente procesada. *Ciencia y Agricultura*, 14(2), 39-48. Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/5600/560062888007/560062888007.pdf>
- Pereira, J (19 de diciembre de 2010) ¿Cómo sé si mi perfil de color es correcto? Rough Profiler. Disponible en <http://www.jpereira.net/rough-profiler/validar-perfil-color-icc-delta-e>
- Redagricola (2021) Desarrollo de curvas propias de degradación de residuos y periodos de carencia. Disponible en <https://www.redagricola.com/co/desarrollo-de-curvas-propias-de-degradacion-de-residuos-y-periodos-de-carencia/>
- Retting, M et al (2014) El color en los alimentos un criterio de calidad medible. Escuela de graduados, facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. Disponible en <file:///C:/Users/camil/Downloads/Ana%CC%81lisis%20comparativo%20entre%20dos%200me%CC%81todos%20de%20preservacio%CC%81n%20para%20pulpa.pdf>
- Riveros, M. Salamanca, M. (2003) Análisis comparativo entre dos métodos de preservación para pulpa de fruta de camu camu *Myciaria dubia*. Universidad de la Salle. Disponible en https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1299&context=ing_alimentos

Robles-Ozuna, L. E., & Ochoa-Martínez, L. A. (2012). ULTRASONIDO Y SUS APLICACIONES EN EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS. *Revista iberoamericana de tecnología postcosecha*, 13(2), 109-122.

Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/813/81325441002.pdf>

Ruiz Benitez, M. L. (2020). Determinación de la actividad antioxidante. Disponible en

<https://bonga.unisimon.edu.co/bitstream/handle/20.500.12442/7986/Gu%C3%ADa%20de%20Determinaci%C3%B3n%20de%20la%20actividad%20antioxidante.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rosero, J., Hurtado, N., Cruz, S., & Osorio, C. (2016). Extracción, contenido fenólico y actividad antioxidante de los polifenoles aislados de residuos de aguacate, semilla y epicarpio (*Persea americana*). Disponible en <https://sired.udenar.edu.co/3650/>

Tigres, J. A., Londoño, S. P., Girón, J. M., & Santos, L. E. O. (2021). Diferentes métodos de escaldado y su aplicación en frutas y verduras. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 8(1), 50-63. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8739316>

X-RITE (2018) ¿Cuál es la historia de L*a*b*?. Disponible en

<https://www.xrite.com/es/blog/lab-color-space#:~:text=En%20la%20d%C3%A9cada%20de%201940,las%20diferencias%20de%20color%20percibidas.>