





ESTUDIO DEL EFECTO DEL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO EN LA CALIDAD NUTRICIONAL DEL BANANO (*Musa paradisiaca* L.).

STUDY OF THE EFFECT OF ENZYMATIC BROWNING ON THE NUTRITIONAL QUALITY OF BANANA (*Musa paradisiaca* L.).

| | | |
|---|---|-------------------------------|
|  | ¹ Luis Fernando Arboleda Alvarez* | luisf.arboleda@esPOCH.edu.ec |
|  | ² Elizabeth Telli Tacuri Troya | elizabeth.tacuri@uleam.edu.ec |
|  | ³ Cesar Fernando Hernández Maya | chernandez@uagraria.edu.ec |
|  | ⁴ Sebastian Alberto Guerrero Luzuriaga | saguerrero@unach.edu.ec |

¹Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad de Ciencias Pecuarias Riobamaba-Ecuador

²Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Ecuador

³Universidad Agraria del Ecuador Facultad de Ciencias Agrarias

⁴Universidad Nacional de Chimborazo Facultad de Ingeniería Riobamaba-Ecuador

E-mail: * luisf.arboleda@esPOCH.edu.ec

RESUMEN

Resumen: Esta investigación estudió el efecto del pardeamiento enzimático en la calidad nutricional del banano, para lo cual se analizó la composición nutricional antes y después de los cambios que sufrió el fruto por efecto del pardeamiento. También se evaluó el contenido de antioxidantes y la actividad enzimática para comprender cómo influye el pardeamiento y su impacto en la calidad nutricional. Además, se investigaron métodos para inhibir o retrasar la reacción buscando así preservar la calidad nutricional y prolongar la vida útil del banano, para lo cual se aplicó una investigación y contrastación de información bibliográfica con un universo magnánimo aplicando técnicas e instrumentos de búsqueda, luego de un análisis detallado y riguroso de las causas del fenómeno se determinó que la actividad de la enzima polifenol oxidasa es un factor clave en el proceso de pardeamiento enzimático, los estudios revisados han demostrado consistentemente que el proceso de pardeamiento enzimático tiene un impacto significativo en la composición afectando la calidad nutricional y organoléptica del banano, el uso de antioxidantes, como el ácido ascórbico (vitamina C), y tratamientos térmicos se han mostrado como opciones efectivas para preservar la calidad nutricional y apariencia de la fruta.

Palabras clave: pardeamiento enzimático, polifenoles, nutrientes, antioxidantes.

ABSTRACT:

Summary: This research studied the effect of enzymatic browning on the nutritional quality of banana, for which the nutritional composition was analyzed before and after the changes that the fruit suffered due to the effect of browning. Antioxidant content and enzymatic activity were also evaluated to understand how browning influences and its impact on nutritional quality. In addition, methods were investigated to inhibit or delay the reaction, thus seeking to preserve the nutritional quality and prolong the useful life of the banana, for which an investigation and contrast of bibliographic information with a magnanimous universe was applied, applying search techniques and instruments, after a detailed and rigorous analysis of the causes of the phenomenon determined that the activity of the enzyme polyphenol oxidase is a key factor in the enzymatic browning process. The studies reviewed have consistently shown that the enzymatic browning process has a significant impact on the composition. affecting the nutritional and organoleptic quality of banana, the use of antioxidants, such as ascorbic acid (vitamin C), and heat treatments have been shown to be effective options to preserve the nutritional quality and appearance of the fruit.

Keywords: enzymatic browning, polyphenols, nutrients, antioxidants

1. INTRODUCCIÓN

El banano (*Musa paradisiaca* L.) es una de las frutas más consumidas y apreciadas en todo el mundo debido a su sabor agradable, textura suave y alto valor nutricional (1). (Oberto García-Mata^{1*}, 2013). Sin embargo, esta fruta tropical es susceptible a un proceso natural conocido como pardeamiento enzimático, que puede tener un impacto significativo en su calidad nutricional y apariencia, según Piedra (2) menciona que el pardeamiento enzimático es un fenómeno catalizado principalmente por la enzima polifenol oxidasa, que ocurre cuando los compuestos fenólicos presentes en el banano entran en contacto con el oxígeno del aire.

A medida que el banano madura y se expone al aire, la enzima polifenol oxidasa se activa y comienza a oxidar los fenoles, lo que conduce a cambios en el color y la textura de la fruta. Estos cambios pueden ser perceptibles visualmente, ya que el banano pasa de un tono amarillo brillante a un color marrón oscuro (3), (Ordóñez-Santos, 2020), lo que a menudo hace que los consumidores perciban que la fruta está en mal estado.

El pardeamiento enzimático también tiene consecuencias en la calidad nutricional del banano. Durante este proceso, algunos nutrientes esenciales, como las vitaminas y los antioxidantes, pueden degradarse, lo que puede disminuir el valor nutricional de la fruta. Además, la apariencia desfavorable causada por el pardeamiento puede llevar a una disminución en la demanda y el consumo de bananos, lo que a su vez podría afectar la ingesta de nutrientes valiosos en la dieta de las personas (4). (Claudia L. GARCÍA W.1*, 2006).

En este contexto, es crucial comprender el efecto del pardeamiento enzimático en la calidad nutricional del banano y explorar estrategias para preservar su valor nutricional y prolongar su vida útil. Este estudio pretende analizar los cambios en la composición nutricional del banano durante el proceso de pardeamiento enzimático, así como evaluar métodos para inhibir o retrasar este proceso en aras de mantener la calidad y el valor nutricional de esta fruta tan importante para la alimentación humana.

El pardeamiento enzimático es una de las reacciones más importantes que tienen lugar en la mayoría de las frutas y verduras, así como en los mariscos. Estos procesos afectan el sabor, el color y el valor de dichos alimentos.

Generalmente, es una reacción química que involucra polifenol oxidasa (PPO), catecol oxidasa y otras

enzimas que crean melaninas y benzoquinona a partir de fenoles naturales. El pardeamiento enzimático (también llamado oxidación de los alimentos) requiere exposición al oxígeno. Comienza con la oxidación de los fenoles por el polifenol oxidasa a quinonas, cuyo fuerte estado electrofílico provoca una alta susceptibilidad al ataque nucleofílico de otras proteínas. Estas quinonas luego se polimerizan en una serie de reacciones, lo que finalmente da como resultado la formación de pigmentos marrones (melanosis) en la superficie de los alimentos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo una exhaustiva indagación bibliográfica en bases de datos científicas en plataformas como Google académico, revistas especializadas en bases de datos y otras fuentes relevantes para recopilar los estudios más relevantes y actualizados, utilizando métodos de búsqueda avanzada relacionadas con el pardeamiento enzimático, banano y calidad nutricional. Se seleccionó la información más relevante y pertinente, se analizaron los casos de estudios de mayor interés seleccionando una población específica del total del universo de información relevante sobre los cambios en la composición nutricional del banano durante el proceso de pardeamiento y los posibles métodos de inhibición de este.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rodríguez (5) nos habla que los bananos son susceptibles de daño mecánico durante la cosecha, transporte, almacenamiento o procesamiento; dichos cambios causan estrés físico que afecta los tejidos de la planta y altera el metabolismo fenólico. Yupanvgui (6) las enzimas son activadas al momento de la cosecha, por lo tanto, durante la maduración se producen cambios en la actividad enzimática que alteran las estructuras subcelulares.

ICBF (7) El banano común es una especie frutal, el fruto puede tener entre 80 a 120 gramos de peso. Este fruto se caracteriza por ser de forma curvilínea, color amarillo, sabor dulce, textura dura. Nutricionalmente es considerado un alimento altamente energético, con hidratos de carbono fácilmente asimilables, pero pobre en proteínas y lípidos. Los bananos tienen un considerable valor nutricional. Son conocidos por su alto contenido en carbohidratos, potasio y fósforo. El potasio, se encuentra en gran cantidad en este alimento, es un mineral importante para controlar el equilibrio electrolítico del cuerpo, también es esencial para la función muscular, la transmisión de impulsos

nerviosos y el buen funcionamiento del corazón y los riñones (8).

| alimento | cenizas | calorías | agua (g) | proteína | grasa | carbohidratos |
|----------------------------|---------|----------|----------|----------|-------|---------------|
| Banano común (pulpa) 100 g | 0,90 | 101 | 74,50 | 3,05 | 0,10 | 20,45 |

Tabla 1. Composición química del banano por 100 g de peso neto.

En el banano, como en la mayoría de las frutas y vegetales, el oscurecimiento enzimático es el resultado de la acción de la polifenoloxidasa (PPO). Un ejemplo son las o-quinonas producidas por la oxidación de compuestos fenólicos catalizados por esta enzima (9) (García C. , 2009).

Varios trabajos se han realizado sobre pardeamiento enzimático. Según, Gallegos (10) de tratamientos térmicos para controlar las reacciones de pardeamiento enzimático en productos de frutas y vegetales, debe estar acompañada por otros factores efectivos en el control de la actividad enzimática. Estos factores incluyen blanqueo, actividad de agua (Aw), pH, adición de aditivos durante el procesamiento y/o almacenamiento. (INIAP, 2014) (11) Usando presiones de 110Mpa, temperaturas de 70°C y tiempos de calentamiento de 25 minutos, se ha conseguido reducir significativamente la actividad de dos enzimas polifenoloxidasa y peroxidasa en preparados de pulpa de banano.

ACTIVIDAD ENZIMÁTICA.

La polifenol oxidasa (PPO) es una metaloenzima cuya actividad durante el procesamiento y envejecimiento de frutas y verduras, dos tipos de reacción con oxígeno molecular como oxidante: ortohidroxilación de monofenoles a orto-difenoles y posterior oxidación desde orto-difenoles a orto quinonas, estas especies son altamente reactivas e inestables, reaccionan con grupos aminos y tiol de aminoácidos libres y proteínas mediante mecanismo no enzimáticos o su reacción es covalente a otros compuestos fenólicos así forman varios pigmentos.

El plátano es un producto que contiene enzimas se expone rápidamente al pardeamiento enzimático durante la manipulación de este, lo que afecta y disminuye la calidad de comercio de la fruta. Este pardeamiento está causado por la actividad del polifenol oxidasa (PFO), una enzima que oxida y polimeriza los compuestos fenólicos, lo que conlleva al desarrollo de un color

El oscurecimiento o dorado es esencialmente la oxidación de sustratos fenólicos a quinonas y

puede catalizar dos tipos diferentes de reacciones: ortohidroxilación de monofenoles para producir odifenoles y oxidación de odifenoles para producir quinonas, siendo estas últimas moléculas de condensación muy reactivas, combinadas con amino o grupos de proteínas sulfhídrico y con azúcares reductores, por reacción no enzimática, dando lugar a polímeros marrones, rojizos y negros con gran peso molecular y de estructura desconocida, denominados melaninas.

El pardeamiento enzimático (Yupangui, 2016) (12) nos habla que es una reacción que provoca el deterioro de las características organolépticas de los productos, afecta su valor proteico e influye en las propiedades beneficiosas asociadas a los compuestos fenólicos, provocando grandes pérdidas económicas en la industria hortofrutícola. Esta enzima disminuye su actividad a valores de pH menores a 7, aumentando la acidez

La enzima polifenol oxidasa causa el deterioro en las características organolépticas de los productos, disminuye su valor proteico y afecta las propiedades benéficas asociadas a los compuestos fenólicos, causando grandes pérdidas económicas en la industria de frutas y vegetales.

Pérdida de nutrientes

Plátanos recién cosechados, aún verdes, contienen hasta un 80% de almidón. A medida que va madurando, el almidón se va convirtiendo en azúcar. En plátanos muy maduros puede llegar a contener tan solo un 1% de almidón, siendo el resto azúcares. El contenido de carbohidrato es predominante en el fruto verde, esta se encuentra entre 78,9% y 85.9%, muy superior a 40,67%. Es decir que los plátanos verdes recién recogidos tienen mayor a 80% de almidón que es un carbohidrato complejo bueno para la dieta y para plátanos maduros más azúcar y menos almidón, esto según (García & Lilia, 2022) (13).

(Ponce , 2018) (14) menciona el contenido de fibra que existe una amplia diferencia entre dos variedades de plátano, encontrándose en un rango de 1,6 a 3%, un valor superior a lo encontrado de 0.58%. Menciona

además que su ingesta diaria recomendada es de 25 g al día; esto incluye fibra soluble e insoluble.

El pH encontrado fue de 5,9 (García & Lilia, 2022) (13). (Ponce, 2018) (14) menciona que el incremento progresivo del pH está relacionado a la actividad bioquímica del fruto, esto debido a la respiración y la conversión de los azúcares más simples, perdiendo así su acidez y siendo más dulce.

(García & Lilia, 2022) (13) obtuvieron una acidez titulable de 0,20% entre 0,5 % a 1 % en plátano verde fresco, quien afirma que esto se incrementa durante la maduración del fruto, los ácidos orgánicos son respirados o convertidos en azúcares; por lo tanto, se incrementan los niveles de ácidos orgánicos. Además, el incremento de este ácido ocurre aceleradamente en el cambio de verde claro a amarillo intenso, proceso que está altamente relacionado con el sabor que toma el fruto durante la maduración (Quiceno, 2016) (15).

Pruebas fisicoquímicas a los 5 días de almacenamiento

Humedad: (García & Lilia, 2022) (13) observan que el empacado al vacío tiene menor humedad (60,28 %) que el empacado a la atmósfera (62,28%), lo que indica que la absorción de agua del medio circundante es mínima por lo tanto es posible su 22 conservación. Estos valores están dentro de los rangos establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana que establece un rango de humedad para tubérculos procesados es de 50 a 60 %.

Los datos de humedad obtenidos en los análisis del banano de deshidratado se obtuvo 0,1885% lo que hizo que el producto fuera microbiológicamente estable durante los 30 días que se lo analizó. En este tiempo no se encontró crecimiento de mohos y levaduras ni de *E. coli* tal como lo establece la norma INEN 2996 en los requisitos microbiológicos. El análisis de humedad en ANOVA determinó que existen diferencias significativas entre el banano deshidratado y el banano fresco siendo estadísticamente diferentes.

pH: (García & Lilia, 2022) (13) obtuvieron datos estadística significativa en el tipo de empacado siendo el que tiene mayor pH el empacado al vacío y espesor de 10 mm con un valor de 6,03 y 5,94 que se asemeja a cero días de almacenamiento respectivamente con respecto a los tipos de antioxidante no existe diferencia significativa con las mezclas 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio (2) que no varía estadísticamente de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,2 g bisulfito de sodio (1) pero sí varían significativamente con el tratamiento sin antioxidante.

Prueba sensorial del plátano verde después de 5 días de almacenamiento

La norma INEN 2996 en los requisitos establece que las frutas deshidratadas deben tener un olor y color característico de la variedad además deben estar libres de olores extraños y trazas de olores procedentes del producto. Para verificar esto se procedió a realizar un análisis organoléptico del banano deshidratado con 500 ppm de ácido ascórbico como mejor tratamiento y el banano deshidratado sin tratamiento los cuales se codificaron con los números 6458 y 1430 respectivamente (Guamangallo, 2018) (16).

Sabor:

El sabor es la sensación recibida en estímulo provocado por sustancias químicas solubles sobre las papilas gustativas, estas nos informan sobre la magnitud y cualidad del producto evaluado es la característica que identifica y diferencia a un alimento y no el gusto, debido a que se requiere de olfato, vista y gusto para describir el alimento, puesto que si se presenta alguna anomalía en vista u olfato el evaluador podrá describir si el alimento es dulce, salado, ácido o amargo, más no podrá determinar correctamente de que alimento se trata (Flores, 2017) (17).

El que tiene mayor sabor el empacado al vacío con un valor de 4,36 puntos que corresponden según la escala hedónica a la calificación de gusta regular a gusta mucho, en lo que respecta al espesor el que tiene mayor puntaje es el de 10 mm con un valor de 4,01 puntos que corresponde a gusta regularmente y en los antioxidantes no hubo diferencia significativa entre las mezclas (1) y (2) pero sí con el tratamiento sin antioxidantes. sí varían con el tratamiento sin antioxidante, con valores de 3,98, 3,92 y 3,75 puntos respectivamente con un calificativo gustan regularmente, esto para (García & Lilia, 2022) (13).

Olor:

El olor son las sensaciones que se producen en el epitelio olfativo, localizado en la parte superior de la cavidad nasal, cuando es estimulado por determinadas sustancias químicas volátiles. El olor como atributo del producto tuvo resultados adecuados que están dentro de los parámetros normales para bocaditos de productos vegetales, demostrando así que el producto es apto para el consumo humano y que contó con la asepsia necesaria durante su preparación (Flores, 2017) (17).

El que tiene mejor olor el empacado al vacío con un

valor de 4,26 puntos que corresponden según la escala hedónica del a la calificación regular y mucho a plátano verde, en lo que respecta al espesor el que tiene mayor puntaje es el de 10 mm con un valor de 4,15 puntos que corresponde a regular a plátano verde, en los tipos de antioxidante hubo diferencia significativa entre las mezclas de antioxidantes con valores de 4,10, 3,95 y 3,84 puntos respectivamente con un calificativo que equivale a regular a plátano verde (García & Lilia, 2022) (13).

Color:

Según (Gallegos, 2013) (10), el color del fruto es un indicador del estado de maduración a lo largo de la postcosecha, durante la fritura el color de los productos es uno de los parámetros de calidad que más influyen en la aceptación de estos productos por el consumidor y se ve afectado por las condiciones del proceso, en especial por el tiempo, la temperatura del aceite, así como por las características del producto, tamaño y variedad.

(García & Lilia, 2022) (13) mencionan que el que tiene mejor color el empacado al vacío con un valor de 4,4 puntos que corresponden según la escala hedónica a la calificación comprendido entre blanco hueso débil y blanco hueso intenso, en lo que respecta al espesor el que tiene mayor puntaje es el de 10 mm con un valor de 4,25 puntos que corresponde a la calificación comprendida entre blanco hueso débil y blanco hueso intenso. Con la mezcla de los antioxidantes el mejor lo constituye en que corresponde a 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio (2) que varía estadísticamente de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,2 g bisulfito de sodio (1) y varía también con el tratamiento sin antioxidante con valores de 4,08, 3,98 y 3,86 puntos respectivamente con un calificativo que equivale a blanco hueso débil.

AGENTES ANTIOXIDANTES

Según (Quinceno & Giraldo, 2014) (18) El pardeamiento enzimático también se puede controlar mediante el uso de antioxidantes y agentes complejos capaces de formar complejos con sustratos de PPO o interactuar con los productos de reacción. La principal acción de los antioxidantes químicos es prevenir el pardeamiento reduciendo las o-quinonas a sus precursores los o-difenoles. Las investigaciones citan como principales antioxidantes al ácido ascórbico, ácido cítrico, ácido eritórbito, ácido elálgico, nacetilcisteína, clorhidrato de cisteína y glutatión (Ponce, 2018) (14).

La solución 0,25% de ácido cítrico (Romero, 2008) (19)

controla de mejor manera el pardeamiento enzimático de la materia prima con relación a los otros inhibidores, el tiempo de inmersión de 10 minutos, resultado que tiene relación con experiencias en investigaciones anteriores de plátano.

El plátano durante el proceso de maduración tiene grandes cambios fisicoquímicos, como aumento en los sólidos solubles totales y la acidez titulable (ácido málico), aumentando el contenido de azúcares en el fruto, la concentración de almidones disminuye debido a la hidrólisis que sufren estos en el proceso de maduración, además de reducir el pH por la presencia de mayores concentraciones de ácido málico en la fruta.

El banano maduro (Flores, 2017) (18) tiene gran acogida en el mercado internacional por su aroma y sabor, cuyo peso aproximado es de 100 a 20 gramos según la variedad y que contiene del 60 ó 5% de pulpa comestible, constituyendo un alimento altamente energético, es bien tolerado por el organismo y ejerce una favorable acción sobre la flora intestinal, Cuando el valor de ángulo de matiz tiene un movimiento de amarillo-verde a anaranjado-rojo se puede atribuir al pardeamiento enzimático que ocurre en las rodajas de plátano, así como a la degradación de la clorofila y el incremento en el contenido de carotenoides (Yupanvgui, 2016) (6).

4. CONCLUSIONES

El pardeamiento enzimático del banano afecta la calidad nutricional, los estudios revisados han demostrado consistentemente que el proceso de pardeamiento enzimático tiene un impacto significativo en la composición nutricional del banano. Durante este proceso, se degradan nutrientes esenciales, como antioxidantes, los compuestos fenólicos, lo que disminuye el valor nutricional de la fruta.

El pardeamiento enzimático también se asocia con cambios en la apariencia y textura del banano. La fruta pasa de un color amarillo brillante a un tono marrón oscuro, lo que puede hacerla menos atractiva para los consumidores y, en última instancia, afectar su consumo.

La actividad de la enzima polifenol oxidasa es un factor clave en el proceso de pardeamiento enzimático del banano. Su presencia y actividad están fuertemente relacionadas con los cambios en la calidad nutricional y apariencia de la fruta.

Los estudios revisados también han explorado diferentes métodos para inhibir o retrasar el

pardeamiento enzimático en el banano. El uso de antioxidantes, como el ácido ascórbico (vitamina C), y tratamientos térmicos se han mostrado como opciones efectivas para preservar la calidad nutricional y apariencia de la fruta.

Importancia de futuras investigaciones: Aunque los estudios revisados proporcionan información valiosa, es evidente que se requiere una mayor investigación para comprender completamente los efectos del pardeamiento enzimático en la calidad nutricional del banano y su impacto en la dieta humana. Se necesita continuar investigando para desarrollar estrategias más efectivas de inhibición del pardeamiento y preservación de los nutrientes en el banano.

5. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Oberto García-Mata^{1*}, M. F.-M.-S.-F.-E.-D. (2013). El mercado del plátano (*Musa paradisiaca*) en México, 1971-2017. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952013000400008#:~:text=El%20pl%C3%A1tano%20\(Musa%20paradisiaca\)%20es%20uno%20de%20los%20cultivos%20m%C3%A1s,la%20preparaci%C3%B3n%20de%20alimentos%2C%20genera](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952013000400008#:~:text=El%20pl%C3%A1tano%20(Musa%20paradisiaca)%20es%20uno%20de%20los%20cultivos%20m%C3%A1s,la%20preparaci%C3%B3n%20de%20alimentos%2C%20genera)
- Piedra, F. J. (2017). Control del pardeamiento enzimático en manzanas cortadas (Red delicious) mediante un sistema de envasado activo. Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422017000200066
- Ordóñez-Santos, L. E. (2020). Caracterización por colorimetría de accesiones de plátano del Sistema de Bancos de Germoplasma en Colombia. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/1699/169965185001/html/#:~:text=El%20pardeamiento%20enzim%C3%A1tico%20es%20causado,Ullrich%20y%20Baik%2C%202004>
- Claudia L. GARCÍA W.1*, G. A. (2006). CINÉTICA ENZIMÁTICA DE LA POLIFENOL OXIDASA. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v13n2/v13n2a02.pdf>
- Rodríguez, G. (JUNIO de 2018). SCiELO. Obtenido de evaluación de parámetros fisicoquímicos en el proceso de fritura de banano osmodeshidratado: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612013000100015
- Yupanvgui, M. (agosto de 2016). UTMACH. Obtenido de Métodos utilizados para evitar el pardeamiento: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7588/1/yupangui.pdf>
- ICBF. (2010). potencia la vida. Obtenido de Tabla de Composición de Alimentos. Alimento: Banano común (*musa sapientum*): <https://www.icbf.gov.co/tablas-retencion-documental-trd-2005>
- Romero, J. (2008). Pontificia Universidad Javeriana. Obtenido de Efecto antagónico de *C. rugosa* sobre microorganismos contaminantes: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8650/tesis605.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García, C. (OCTUBRE de 2009). Universidad de Antioquia. Obtenido de CINÉTICA ENZIMÁTICA DE LA POLIFENOL OXIDASA DEL BANANO: <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v13n2/v13n2a02.pdf>
- Gallegos, S. (2013). Determinación de pruebas sensoriales a pardeamientos enzimáticos. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-04552011000100009&script=sci_arttext
- INIAP. (octubre de 2014). nutrición y calidad. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3916/1/iniapscP.S159i2002.pdf>
- Yupanvgui, M. (Agosto de 2016). UTMACH. Obtenido de MÉTODOS UTILIZADOS PARA EVITAR EL PARDEAMIENTO: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7588/1/yupangui.pdf>
- García, P., & Lilia, E. (2022). CAMBIOS FÍSICO-QUÍMICOS Y SENSORIALES DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE PLÁTANO INGUIRI (*Musa paradisiaca*) EN RODAJAS IMPREGNADAS CON SOLUCIONES. Obtenido de http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/2311/TS_LEPG_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ponce, E. (2018). Investigación y desarrollo de nuevas alternativas alimenticias para el consumo humano, basadas en quinua, banano, plátano y maíz. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3916/1/iniapscP.S159i2002.pdf>
- Quiceno, J. (2016). EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL MÉTODO QUÍMICO (ERITORBATO DE SODIO), FÍSICO (ESCALDADO) Y EL PROCESO DE SECADO SOBRE EL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO Y NO ENZIMÁTICO DE ORITOS. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6537/2/ARTICULO.pdf>
- Guamangallo, J. (2018). Trabajo de titulación. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51>

17. Flores, J. (2017). Revistas UTE. Obtenido de <https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/cyt/article/view/135>
18. Quinceno, M., & Giraldo, G. (septiembre de 2014). CORE. Obtenido de Caracterización fisicoquímica del plátano (Musa: <https://core.ac.uk/download/pdf/268087837.pdf>)
19. Romero, J. (2008). Pontificia Universidad Javeriana. Obtenido de Efecto antagónico de *C. rugosa* sobre microorganismos contaminantes: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8650/tesis605.pdf?sequence=1&isAllowed=y>