

EFECTO DE LA TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO SOBRE LA ESTABILIDAD DEL COLOR EN PURÉ DE BANANO

Marlon Geovanny Yupangui Tenesaca¹

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, vía a San Mateo s/n, Manta, Ecuador

Email: marlon.yupangui@pg.ulead.edu.ec

Información del artículo

Tipo de artículo:

Artículo original

Recibido:

dd/mm/aaaa

Aceptado:

dd/mm/aaaa

Licencia:

CC BY-NC-SA

4.0

Revista

ESPAMCIENCI

A 11(1):1-11

Resumen

Se conoce que los minerales presentes en la fruta y su sabor característico aporta beneficios a la salud, sin embargo, puede ser afectado el color hasta llegar al consumidor final por efectos de la temperatura y tiempo de almacenaje. En el presente trabajo se investigó el efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la estabilidad del color en puré de banano el cual tiene una gran aceptación, pero sin embargo uno de los problemas que este presenta es la inestabilidad en su coloración, evaluándose tres concentraciones de ácido ascórbico de un mismo tipo de puré. Las muestras fueron sometidas a diferente temperatura de almacenamientos 20 °C, 30 °C y refrigeración de 10 °C durante 60 días. Mediante análisis de colorimetría (equipo Hunterlab) se midió el color de las muestras almacenadas. Los resultados mostraron variación significativa de color del puré de banano en la muestra almacenada a 30 °C en comparación con las muestras. La muestra que mantuvo el color característico durante los 60 días fue la almacenada a 10°C.

Palabras clave: Puré, color, almacenamiento.

Abstract

It is known that the minerals present in the fruit and its characteristic flavor provide health benefits; however, the color can be affected until it reaches the final consumer due to the effects of temperature and storage time. In the present work, the effect of storage temperature on the color stability of banana puree was investigated, which has a great acceptance, but nevertheless one of the problems it presents is the instability in its color, evaluating three concentrations of ascorbic acid of the same type of puree. The samples were subjected to different storage temperatures of 20 °C, 30 °C and 10 °C refrigeration for 60 days. The color of the stored samples was measured by colorimetric analysis (Hunterlab equipment). The results showed significant color variation of the banana puree in the sample stored at 30 °C compared to the samples. The sample that maintained the characteristic color during the 60 days was the one stored at 10°C.

Key words: Puree, color, storage.

INTRODUCCIÓN

La producción mundial de banano está representada en los cinco continentes con los siguientes datos: Asia 54.1%, América 25.5%, África 18.4%, Oceanía 1.5% y Europa con el 0.5% con una producción anual de 115 millones de toneladas de frutos al año (FAOSTAT, 2019). A nivel Nacional la producción de banano es de 6.023.390 toneladas anuales, mientras que en la provincia de El Oro es de 1.481.452 toneladas anuales (MAG, 2020).

En Ecuador se lo exporta el banano sin dar ningún valor agregado, esto se debe a la falta de planificación, conocimientos técnicos y tecnología de producción en comparación como lo hacen en Europa y Asia. Tomando como referencia la provincia de El Oro catalogada como la capital bananera del mundo, su mejor producción se exporta y las que no pasaron los parámetros de calidad se los segrega para transformarlo en puré, las empresas presentes en la provincia son; Industrias Borja Inborja, S.A y Diana-Food S.A.

El puré se lo obtiene de bananos que han pasado por un proceso de maduración controlada y que se encuentra en el estado de madurez óptima, a los cuales se le añaden ácido cítrico para disminuir el pH como método de conservación y ácido ascórbico para conservar su color característico, posteriormente se somete al proceso térmico el cual garantiza que sea un producto aséptico (Garay, 2017).

En el procesamiento de los alimentos presentan varias reacciones que influyen sobre las características fisicoquímicas de los alimentos, el color es uno de los más afectados y el primero que se percibe en un alimento. Los cambios de color en los alimentos pueden ser deseados en algunas ocasiones e indeseables en otras (Garay, 2017).

El ácido ascórbico o vitamina C es un agente antioxidante fundamental para la formación y mantenimiento adecuado del material intercelular; pudiendo reducir la acción perjudicial de los radicales libres y coadyuva al mejoramiento de la absorción del hierro no hemínico. La carencia de esta vitamina, en los seres humanos, puede provocar hemorragias acompañada de una pobre cicatrización y lento proceso de curación de las heridas así como anemia; su poder vitamínico radica en la prevención del escorbuto (Bastías Montes & Cepero B., 2016).

El color se define como la percepción humana de la luz reflejada por un objeto (Heredia, 2009). Es un fenómeno que se genera cuando el cerebro procesa la luz captada a través de los ojos, y se ve afectado por variables como el objeto, el observador, el iluminante, la geometría óptica, el área, el fondo, la superficie, el brillo y la temperatura (Delmoro et al., 2010).

Los alimentos, tanto en su forma natural como procesada, presentan un color característico y bien definido mediante el cual el consumidor los identifica (Mathias-Rettig & Ah-Hen, 2014).

Es un atributo de apariencia de los productos; su observación permite detectar ciertas anomalías y defectos (Abdullah et al., 2004).

Cuando el color de un alimento cambia sin alterar su forma, aroma u otros atributos de textura, se obtienen una respuesta de rechazo por parte de los consumidores. Esto se debe a que los consumidores tienen preferencia a los productos de apariencia atractiva y el color es el primer atributo que se juzga de los productos.

La importancia del color en los alimentos radica en que es el primer atributo que valoran los consumidores en la elección de un producto. Asimismo, se relaciona con la determinación de

la calidad e idoneidad de forma rápida, precisa y objetiva (Mathias-Rettig & Ah-Hen, 2014).

La evaluación del color se realiza con sistemas visuales, en los cuales se analizan comparaciones con referencias de color bajo iluminación controlada o con colores estándar, implicando una inspección especializada y el entrenamiento de los observadores (Garzón-García et al., 2018). También se mide con instrumentos como el colorímetro, el espectrofotómetro, el espectrocolorímetro y la visión computarizada (Pathare et al., 2013).

Con la evaluación del color a diferentes temperaturas y empleando modelos cinéticos, es posible describir la degradación térmica del color a partir de la pérdida de luminosidad (Zhu et al., 2016).

Con base en lo expuesto anteriormente, el objetivo del presente trabajo fue demostrar la temperatura optima de almacenaje para que no exista variación en el color del puré de banano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de puré de banano fueron tomadas de la empresa Industrias Borja INBORJA S.A., Barbones, EL Guabo, El Oro. El puré de banano pasa por los siguientes procesos: Maduración, pelado, des aireado, homogenizado, esterilizado, enfriado y llenado aséptico. Las muestras fueron tomadas en fundas asépticos de capacidad de 1000 ml, seguidamente fueron almacenadas a 10, 20 y 30 °C por un periodo de dos meses. Cada quince días se analizó las muestras para obtener datos y comprobar su variación de color en las diferentes temperaturas de almacenamiento. El equipo utilizado para medir el color es el Colorímetro D25LT de la empresa HunterLab.

Los parámetros de color se evaluaron en el espacio CIEL*a*b*, en términos de luminosidad (L*) y cromaticidad a* y b*(Cortés R et al.,

2011), color (L*, L=0 para el negro y L*=100 para el blanco), su posición entre el rojo y el verde (a*, valores negativos indican verde, mientras valores positivos indican rojo) y su posición entre amarillo y azul (b*, valores negativos indican azul y valores positivos indican amarillo)(Rodríguez-Pulido et al., 2021).

DISEÑO EXPERIMENTAL

El tipo de diseño empleado fue trifactorial, en los cuales se evaluó la temperatura de almacenamiento, concentración de ácido ascórbico y tiempo de almacenamiento.

FACTOR A: Temperatura de almacenaje.

- A1: 10 °C
- A2: 20 °C
- A3: 30 °C

FACTOR B: Concentración de ácido ascórbico en ppm.

- B1: 400 ppm.
- B2: 600 ppm.
- B3: 800 ppm.

FACTOR C: Tiempo de almacenamiento.

- C1: 0
- C2: 15 días
- C3: 30 días
- C4: 45 días
- C5: 60 días

Tabla 1: Combinación de los tratamientos.

Tratamiento	Código	Descripción
1	A1B1C1	10°C+400ppm+Día0
2	A1B1C2	10°C+400ppm+Día15
3	A1B1C3	10°C+400ppm+Día30
4	A1B1C4	10°C+400ppm+Día45
5	A1B1C5	10°C+400ppm+Día60
6	A1B2C1	10°C+600ppm+Día0
7	A1B2C2	10°C+600ppm+Día15
8	A1B2C3	10°C+600ppm+Día30
9	A1B2C4	10°C+600ppm+Día45

10	A1B2C5	10°C+600ppm+Día60
11	A1B3C1	10°C+800ppm+Día0
12	A1B3C2	10°C+800ppm+Día15
13	A1B3C3	10°C+800ppm+Día30
14	A1B3C4	10°C+800ppm+Día45
15	A1B3C5	10°C+800ppm+Día60
16	A2B1C1	20°C+400ppm+Día0
17	A2B1C2	20°C+400ppm+Día15
18	A2B1C3	20°C+400ppm+Día30
19	A2B1C4	20°C+400ppm+Día45
20	A2B1C5	20°C+400ppm+Día60
21	A2B2C1	20°C+600ppm+Día0
22	A2B2C2	20°C+600ppm+Día15
23	A2B2C3	20°C+600ppm+Día30
24	A2B2C4	20°C+600ppm+Día45
25	A2B2C5	20°C+600ppm+Día60
26	A2B3C1	20°C+800ppm+Día0
27	A2B3C2	20°C+800ppm+Día15
28	A2B3C3	20°C+800ppm+Día30
29	A2B3C4	20°C+800ppm+Día45
30	A2B3C5	20°C+800ppm+Día60
31	A3B1C1	30°C+400ppm+Día0
32	A3B1C2	30°C+400ppm+Día15
33	A3B1C3	30°C+400ppm+Día30
34	A3B1C4	30°C+400ppm+Día45
35	A3B1C5	30°C+400ppm+Día60
36	A3B2C1	30°C+600ppm+Día0
37	A3B2C2	30°C+600ppm+Día15
38	A3B2C3	30°C+600ppm+Día30
39	A3B2C4	30°C+600ppm+Día45
40	A3B2C5	30°C+600ppm+Día60
41	A3B3C1	30°C+800ppm+Día0
42	A3B3C2	30°C+800ppm+Día15
43	A3B3C3	30°C+800ppm+Día30
44	A3B3C4	30°C+800ppm+Día45
45	A3B3C5	30°C+800ppm+Día60

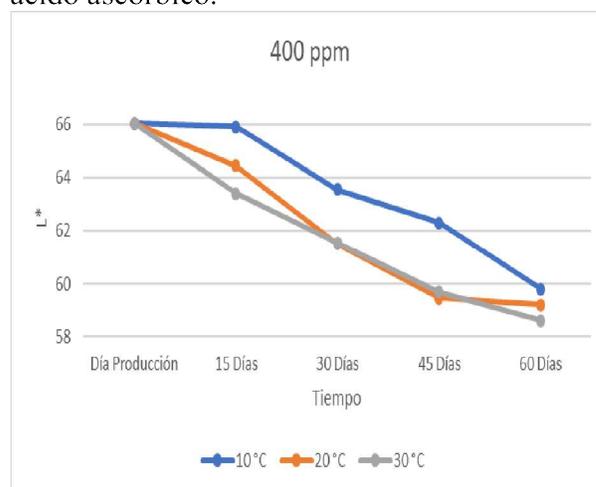
Análisis estadísticos

El análisis de los resultados se realizó mediante análisis de varianza y prueba de medias de Tukey con un nivel de significancia del 5% mediante el programa estadístico Infostat Versión 2020.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

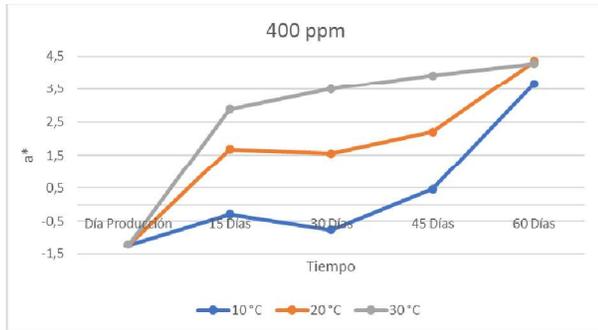
En el gráfico 1 se observar que hay diferencia significativa en cuanto al parámetro de luminosidad (L^*) donde se aprecia que la variación de color es progresiva mientras pasan los días, la muestra almacenada a 30 °C es la que más cambió su color con el pasar de los días en comparación con la almacenada a 10 °C. El parámetro L^* indica que, si es un número igual a cero o cercano a este, el color para la vista humana será oscuro, mientras que con valores iguales a 100 o cercanos indican que el color es blanco.

Gráfico 1. Evaluación de color con 400 ppm de ácido ascórbico.



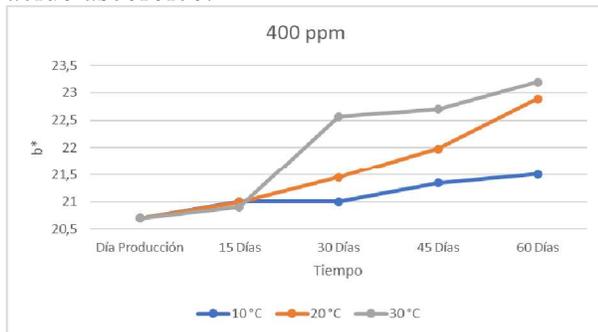
En cuanto al gráfico 2 que corresponde al parámetro (a^*) las muestras almacenadas a 20 y 30 °C son las que obtuvieron un valor más elevado en comparación con la almacenada a 10 °C. Existió diferencia significativa entre los tratamientos a medida que aumentaba los días de almacenaje. El parámetro a^* indica su posición entre el rojo y el verde (a^* , valores negativos indican verde, mientras valores positivos indican rojo).

Gráfico 2. Evaluación de color con 400 ppm de ácido ascórbico.



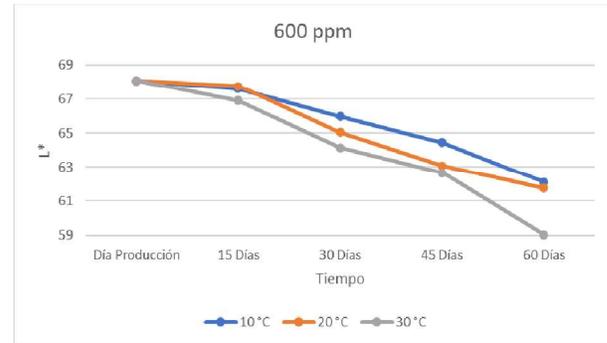
Por otro lado, el parámetro b^* en la muestra almacenada a 30 °C es la que su variación de color fue mayor en comparación con la almacenada a 10 °C, a medida que aumenta los días de almacenaje, esta se fue tornando oscuro existiendo diferencia significativa en todos los tratamientos. El color b^* en su posición entre amarillo y azul (b^* , valores negativos indican azul y valores positivos indican amarillo).

Gráfico 3. Evaluación de color con 400 ppm de ácido ascórbico.



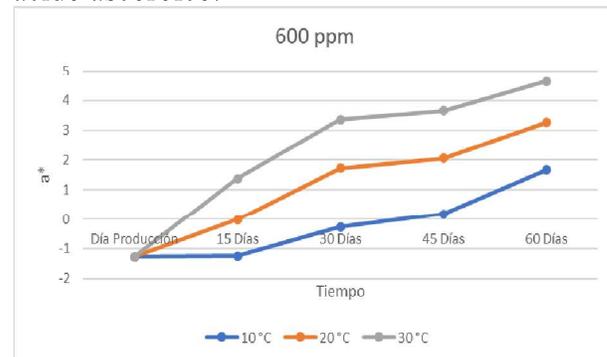
En el gráfico 4 se observar que a partir de los 15 días de almacenaje hay diferencia significativa en cuanto al parámetro de luminosidad (L^*) donde se observa que la variación de color es progresiva mientras pasan los días en almacenaje, la muestra almacenada a 30 °C es la que obtiene un mayor cambio en comparación con la almacenada a 10 y 20 °C. Mientras más se acerca a 0 es oscuro y si es cercano a 100 es blanco.

Gráfico 4. Evaluación de color con 600 ppm de ácido ascórbico.



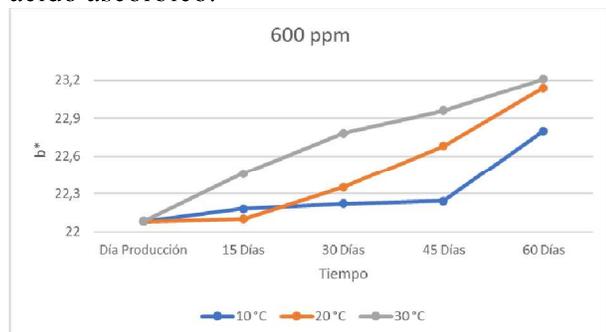
En cuanto al gráfico 5 que corresponde al parámetro (a^*) la muestra almacenada a 30 °C es la que obtuvo un valor más elevado en comparación con la almacenada a 10 °C. Existió diferencia significativa entre los tratamientos desde el primer día de almacenamiento. El parámetro a^* indica (valores negativos indican verde, y valores positivos indican rojo).

Gráfico 5. Evaluación de color con 600 ppm de ácido ascórbico.



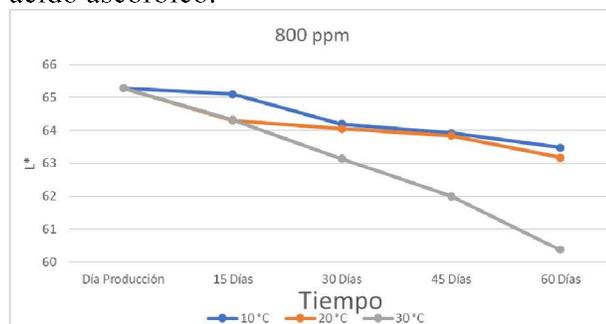
Por otro lado, el parámetro b^* en la muestra almacenada a 30 °C tuvo una mayor diferencia desde el primer día de almacenaje en comparación con la almacenada a 10 °C que no tuvo una diferencia significativa. El parámetro b^* (valores negativos indican azul y valores positivos indican amarillo).

Gráfico 6. Evaluación de color con 600 ppm de ácido ascórbico.



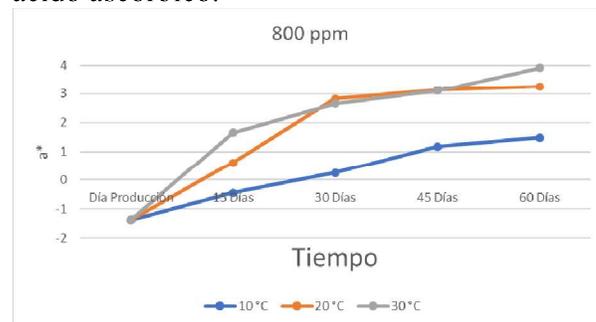
En el gráfico 7 se observar las muestras almacenadas a 20 y 30 °C a partir de los 15 días de almacenaje hay cambios en cuanto al parámetro de luminosidad (L^*) donde se observa que la variación de color es progresiva mientras pasan los días en almacenaje, la muestra almacenada a 30 °C es la que obtiene una diferencia significativa mayor en comparación con la almacenada a 10 y 20 °C. Mientras más se acerca a 0 es oscuro y si es cercano a 100 es blanco.

Gráfico 7. Evaluación de color con 800 ppm de ácido ascórbico.



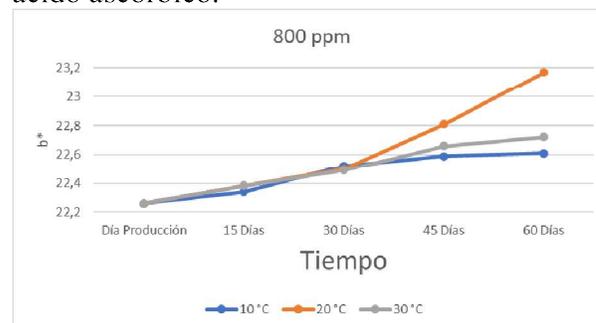
En cuanto al gráfico 8 correspondiente al parámetro (a^*) la muestra almacenada a 20 y 30 °C es la que obtuvo una mayor variación de color en comparación con la almacenada a 10 °C. Existió diferencia significativa entre los tratamientos desde el primer día de almacenamiento. El parámetro a^* (valores negativos indican verde, y valores positivos indican rojo).

Gráfico 8. Evaluación de color con 800 ppm de ácido ascórbico.



Por otro lado, el parámetro b^* la muestra almacenada a 20 °C obtuvo el valor más elevado en comparación con la almacenada a 10 y 20 °C que no tuvo una diferencia significativa. El parámetro b^* (valores negativos indican azul y valores positivos indican amarillo).

Gráfico 9. Evaluación de color con 600 ppm de ácido ascórbico.



Según Garay (2019), el oscurecimiento del puré de banano es ocasionado por no controlar de manera adecuada los parámetros en las diferentes etapas de su procesamiento. El pardeamiento enzimático es el que más afecta a este producto, en la etapa de pelado al dejar expuesto el banano al ambiente por mucho tiempo; en la dosificación de ácidos el problema puede ser un pH elevado, por esto para puré de baja acidez éste debe estar entre 4,6 – 5,1 y para el acidificado 4,2 – 4,5, además la concentración de ácido ascórbico del producto baja acidez debe ser de 400 – 600 ppm, mientras que el acidificado es de 600 - 1000 ppm.

Por otro lado, la utilización de acidulantes como el ácido cítrico y ácido ascórbico. El punto óptimo para que se dé la actividad enzimática es de un pH cercano a la neutralidad 5-7, por ende, se puede controlar el pardeamiento enzimático adicionando ácido cítrico y ácido ascórbico lo cual hace bajar su pH y se debe mantener a valores de 4.2 - 4.4. El pardeamiento enzimático se controla eficazmente aplicando los métodos químicos y físicos combinados porque es más efectivo (Yupangui 2016).

Trakulnaleumsai et al., (2006) han estudiado el efecto de la temperatura en la generación de manchas oscuras (pardeamiento enzimático) en la corteza del banano bocadillo ('sucrier', *Musa acuminata* AA) encontrando que una temperatura de 12 °C en el almacenamiento es suficiente para anular la aparición de manchas en la corteza del banano resultando en una reducción del nivel de fenoles libres totales, aunque no se observa un efecto en la actividad de las enzimas Fenil Analina Liasa (PAL) y Polifenol Oxidasa (PPO). La prevención en la aparición de manchas solo se mantiene mientras el fruto se conserva a 12 °C acelerándose el proceso de pardeamiento una vez que el fruto se deja a temperatura más elevada. La influencia de la temperatura ha sido modelada en el almacenamiento de banano para determinar su influencia en la tasa de respiración del fruto.

CONCLUSIÓN

El color del puré de banano cambió significativamente mientras transcurría los días de almacenamiento. Los valores de luminosidad (L*) disminuyeron al pasar los días de almacenamiento, el valor de rojo-verde (a*) aumentó drásticamente en comparación con los valores del día de producción y el valor azul-amarillo (b*) aumento opacando al color amarillo.

La mejor temperatura para el almacenamiento fue de 10°C en la cual conserva su color

característico del puré de banano y no existe una diferencia significativa respecto a los parámetros L*, a* y b* comparados con los valores del día de producción.

LITERATURA CITADA

- Abdullah, M. Z., Guan, L. C., Lim, K. C., & Karim, A. A. (2004). The applications of computer vision system and tomographic radar imaging for assessing physical properties of food. *Journal of Food Engineering*, 61(1 SPEC.), 125-135. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(03\)00194-8](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(03)00194-8)
- Bastías Montes, J. M., & Cepero B., Y. (2016). La vitamina C como un eficaz micronutriente en la fortificación de alimentos. En *Revista Chilena de Nutricion* (Vol. 43, Número 1, pp. 81-86). <https://doi.org/10.4067/S0717-75182016000100012>
- Cortés R, M., Pinto A, L. M., & Giraldo G, G. A. (2011). Evaluación del color durante el almacenamiento de la pulpa de banano verde impregnada al vacío con soluciones antipardeantes. En *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* (Vol. 9, pp. 8-22). scieloco.
- Delmoro, J., Muñoz, D., Nadal, V., & Pranzetti, V. (2010). El Color En Los Alimentos: Determinación De Color En Mielés. *Invenio*, 13(25), 145-152.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations 2019. <https://www.fao.org/faostat/es/#home>
- Garay, A. M. G. (2017). Reacciones de pardeamiento presentes durante el procesamiento de puré de banano que afectan su calidad y sus posibles soluciones. *Revista cubana de Enfermería*, 27(3), 20-29. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/13908%0Ahttp://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/10790/1/CHU>

- CHUCA CAIMINAGUA MARITZA
JACQUELINE.pdf
- 12(8), 729-737.
<https://doi.org/doi:10.1515/ijfe-2016-0144>
- Garzón-García, A. M., Dussán-Sarria, S., & Melo-Sevilla, R. E. (2018). Estudio de la Variación de Parámetros de Color del Yacón utilizando un Prototipo de Medición de Color y Temperatura. *Información tecnológica*, 29(6), 75-82. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642018000600075>
- Heredia F.J. Apunte del Curso El color: fundamentos y Aplicaciones, dictado en UNS, Bahía Blanca, noviembre 2009
- Mathias-Rettig, K., & Ah-Hen, K. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Agro Sur*, 42(2), 57-66. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2014.v42n2-07>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería MAG 2020. <https://www.agricultura.gob.ec/>
- Pathare, P. B., Opara, U. L., & Al-Said, F. A.-J. (2013). Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. *Food and Bioprocess Technology*, 6(1), 36-60. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0867-9>
- Rodríguez-Pulido, F. J., Gordillo, B., Heredia, F. J., & González-Miret, M. L. (2021). CIELAB – Spectral image MATCHING: An app for merging colorimetric and spectral images for grapes and derivatives. *Food Control*, 125, 108038. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2021.108038>
- Yupangui, M. (2016). Métodos utilizados para evitar el pardeamiento enzimático y no enzimático en el puré de banano en la industria alimenticia. Universidad Técnica de Machala
- Zhu, S., Hu, F., Zhang, Q., Yu, Y., & Ramaswamy, H. S. (2016). A Novel Color Parametric Technique for Kinetic Evaluation of Thermal Degradation and Stability of Fresh-Cut Yacón Slices. *International Journal of Food Engineering*,