

Effects of two packing methods on the postharvest quality of papaya Maradol

Efectos de dos métodos de empacados sobre la calidad postcosecha de papaya Maradol

Miryan Urbano^{1*}; Silvia Ureña¹; Rodolfo López¹; Deisy Quintuña¹

ABSTRACT

This research evaluated the effect of two types of packaging (paper and sponge) on papaya quality to reduce postharvest losses due to mechanical and chemical damage. A laboratory experiment was conducted during 10 days of storage at ripening stages 3 and 4, analyzing physicochemical and sensory characteristics. The results indicated that the best visual quality, aroma and general impression was reached on the fifth day at ripening stage 4, although a decrease in fruit firmness was observed. No significant changes in weight, pH, acidity and Brix degrees were detected, but by day 10 a reduction in acidity and an increase in Brix degrees were observed at ripening stage 4. Both methods were effective for preserving papaya, and it is recommended that the least expensive method be selected, although alternatives should be sought to improve fruit firmness, since losses begin on day 5.

Keywords: storage, quality, food safety, losses, health

RESUMEN

Esta investigación evaluó el efecto de dos empaques (papel y esponjas) sobre la calidad de la papaya para reducir pérdidas postcosecha por daños mecánicos y químicos. Se realizó un experimento en laboratorio durante 10 días de almacenamiento en los estados de maduración 3 y 4, analizando características físico-químicas y sensoriales. Los resultados indicaron que la mejor calidad visual, aroma e impresión general se alcanzó al quinto día en el estado de maduración 4, aunque se observó una disminución en la firmeza de la fruta. No se detectaron cambios significativos en peso, pH, acidez y grados Brix, pero al día 10 se observó una reducción de acidez y aumento de grados Brix en maduración 4. Ambos métodos fueron efectivos para preservar la papaya, recomendándose seleccionar el de menor costo, aunque se deben buscar alternativas para mejorar la firmeza de la fruta, ya que las pérdidas comienzan a partir del día 5.

Palabras clave: almacenamiento, calidad, inocuidad alimentaria, perdidas, salud



1. INTRODUCCIÓN

La papaya es una planta cuyo su origen se ubica en las tierras bajas de Mesoamérica o la región que va desde el sureste de México hasta Costa Rica. Esta fruta se cultiva en todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo (Kung et al., 2021), siendo los mayores productores India y Brasil y México (Rodríguez-Alvarado et al., 2020).

Es conocida en todo el mundo por su agradable sabor y por sus diferentes propiedades, en especial por su efecto digestivo (Corozo & Zúñiga, 2021), el cual se debe a una poderosa enzima conocida como papaína, la cual degrada rápidamente las proteínas, pectinas, ciertos azúcares y grasas, favoreciendo la digestión y disminuyendo afecciones como gastritis, colitis y estreñimiento crónico (Flores, 2018).

Además la fruta posee un alto valor nutricional, dado que la pulpa contiene 223 mg/100g de potasio y cantidades considerables de sodio, calcio, hierro, fósforo, zinc, cobre, magnesio y manganeso (Corozo & Zúñiga, 2021), así mismo esta fruta ha sido empleada con propósitos industriales como ablandadora de carnes y clarificadora de cerveza, así como en las industrias, cosmética, textil, manufacturera de papel, de adhesivos y otras (Murillo et al, 2019).

A nivel mundial el papayo es un cultivo que ha cobrado importancia. Se estima que la producción mundial de papaya ascienda a 13,3 millones de toneladas en 2017, un 2,7 % más que en 2016 y va encamino de igualar la tasa de crecimiento promedio anual de 3,3 % registrada en los últimos diez años (Altendorf, 2017). En cuanto a la distribución regional, las estimaciones indican que el 55 % de la producción mundial de papaya en 2017 proviene de Asia, el 34 % de América Latina y el 11 % de África.

En Ecuador, el cultivo se establece en las regiones de la costa y amazonia, y en el año 2018 el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2018) reportó que a nivel nacional existían 83.897 árboles dispersos de papaya, con una producción de 3.893 toneladas, estos datos reflejan la importancia de Ecuador para la producción de esta fruta debido a su excelente condición edafoclimática, convirtiéndose en una zona con potencial para la exportación hacia el mercado europeo y estadounidense.

Para lograr una óptima producción de la papaya es necesario un adecuado manejo agronómico, especialmente en lo referente al riego y a fertilización, así como un óptimo control de plagas y enfermedades, las cuales amenazan con la reducción de la producción de esta fruta, sin embargo, uno de los aspectos donde más debe cuidarse la calidad de la lechosa es en la etapa postcosecha, donde se pueden producir un importante número de pérdidas.

El manejo postcosecha es fundamental para garantizar la calidad de la fruta y reducir las pérdidas por daños mecánicos ocasionados durante el transporte y almacenamiento de las mismas, también debe considerarse que para la exportación de papaya, se deben cumplir con una serie de características físicas y sensoriales como el color, aroma, sabor e impresión global hacia el consumidor, si mismo se debe garantizar que la fruta se conserve el mayor tiempo posible en los anaqueles.

Dada la preocupación por las pérdidas postcosecha se han desarrollado diversos métodos de conservación de frutas muchos de los cuales se han basado en el uso de productos químicos, especialmente para el control de patógenos, sin embargo el uso de los mismos amenazan con afectar la inocuidad de la fruta, representando un riesgo para la salud de los consumidores (Guijarro-Fuertes et al., 2020), además se han evaluado el uso de técnicas de empaque como el uso de papel y esponja cuyo propósito fundamental es proteger a lechosa de daños físicos y evitar con ello la vía para el ingreso de patógenos, teniendo al ventaja adicional que no deja efecto residual, por lo que se garantiza la inocuidad de la papaya.

En este sentido y dado la importancia de la papaya en la agricultura ecuatoriana con el propósito de reducir los daños postcosecha, aumentar la vida útil y la calidad de la fruta, manteniendo la inocuidad de la misma, se evaluaron dos alternativas de empaque, uno mediante el uso de papel y el otro con esponja en dos estados maduración determinando su efecto sobre las propiedades físicas, químicas y sensoriales de la fruta.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Recolección de las muestras:

El trabajo de campo se realizó en el cantón Santo Domingo de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, donde se obtuvo la materia prima (papaya), para la realización del experimento, la cual fue cosechada en estado de madurez 3 y 4, acorde a la tabla de color de la norma INEN 2427:2010 (INEN, 2010), que establece los requisitos de calidad para esta fruta.

2.2. Investigación experimental

La investigación se realizó en la planta de procesos del Instituto Superior tecnológico Tsa'chila se evaluó el efecto de los tipos de envases sobre las variables físico químicas y sensoriales que permiten cuantificar cambios en la calidad postcosecha de la papaya.

2.3. Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con arreglo de tratamiento de tipo factorial, siendo los factores métodos de empaque a 2 niveles (papel y esponja) los cuales fueron denominados B1 y B2 y estado de maduración (estado 3 y 4), los cuales fueron denominados A1 y A2; con un control para cada estado de maduración denominados EM3 y EM4 para 6 tratamientos (B1A1; B1A2; B2A1; B2A2; EM3 y EM4), cada uno fue replicado 3 veces y las variables evaluadas fueron determinadas a los días 1,5 y 10 después de la cosecha, para 54 unidades experimentales, como unidad experimental se consideró cada envase PET conteniendo 200 ± 10 g de fruta.

2.4. Análisis físico-químicos

Pérdida de peso: Diariamente se registró el peso de cada tratamiento y se calculó mediante la siguiente ecuación: $\% \text{ Pérdida de peso} = (P_i - P_f) / P_i \times 100$. Donde P_i : Peso inicial (g); P_f : Peso en cada día de evaluación (g).

Color: Se midió el color externo de la fruta, usando un colorímetro Hunter Lab EZ, expresado en °Hue y cuantificado mediante la siguiente ecuación: $^{\circ}\text{Hue} = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ Donde: a: coordenada rojo/verde b: coordenada amarilla/azul.

Grados brix. Se determinó por refractometría, de acuerdo a la norma INEN-ISO 2173 (INEN-ISO, 2013).

pH y acidez titulable.: La acidez titulable fue determinada en el jugo de la fruta por medio de un titulador (METTLER TOLEDO, T50) y siguiendo el método 942.15 de la AOAC (AOAC, 2017).

2.5. Análisis sensorial

Se efectuó mediante un panel de 10 catadores que evaluaron las características organolépticas de la fruta (calidad visual, color, aroma, firmeza e impresión global). A cada panelista se le presentaron tres muestras de cada tratamiento, codificadas con números al azar de 3 dígitos. Para el color se utilizó la carta de color de la norma INEN 2427 (INEN, 2010). Para el resto de los atributos se utilizó una escala de 1 a 7, en la que la mayor puntuación correspondió a la mejor calidad.

2.6. Análisis de los datos

Los datos fueron procesados y analizados con el programa estadístico IBM SPSS Statistics Versión 21, empleando la prueba ANOVA de un solo factor para verificar la hipótesis y la comparación de medias fue realizada mediante el test de Tukey ($\alpha = 0,05$), para las variables físico-química, para las variables sensoriales se realizó un ANOVA no paramétrico y se realizaron pruebas de media de Kruskal-Wallis con un valor de probabilidad menor a 0,05.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tratamiento con diferentes métodos de empacados cambios en las propiedades físico-químicas y sensoriales de la papaya, en primer lugar, se describen los cambios en las principales propiedades físico-químicas evaluadas.

Pérdida de peso (%)

Las pérdidas de peso de las papayas fueron controladas y tratadas con diferentes métodos de empacado durante el almacenamiento de la papaya se muestra en la figura 1.

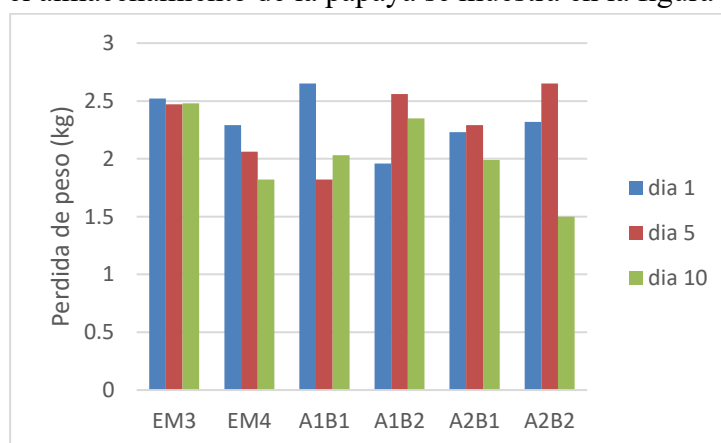


Figura 1. Pérdida de peso de la papaya bajo de métodos de empacada durante 10 días de periodo de postcosecha.

Los resultados de la figura 1, que para la variable pérdida de peso no existieron diferencias

significativas ($P < 0,05$) al realizar el ANOVA, sin embargo, la tendencia observada muestra que las mayores pérdidas de peso ocurrieron en el día 1 y 5, y que los tratamientos donde se observaron las menores pérdidas de peso fueron el tratamiento donde se usó papel como protección independientemente del estado de maduración.

Los resultados son contrarios a los reportados por Petit et al., (2010) y Batista et al. (2019), quienes encontraron que las pérdidas de peso de la papaya fueron menores cuando se usaron bioplásticos en comparación al control, estos autores señalan que bioplásticos retardan la maduración natural de la papaya, resultando que las frutas recubiertas con los bioplásticos prototipos maduraron más lentamente que las papayas sin recubrimiento. El uso de barreras protectoras impide la penetración del oxígeno evitando de esa manera la descomposición de la materia orgánica y por ende la pérdida de peso de las frutas como lo encontraron Leal et al. (2017) y Chander et al. (2018), al evaluar la eficiencia de los biopolímeros para la conservación de frutos, se debe resaltar que desde el punto de vista económico estos resultan más costosos que el uso de papel y esponja como se propuso en esta investigación.

Color

En las Tablas 1,2,3 se presentan los datos del color final (Luminosidad, chroma y ángulo Hue) de papayas cosechadas en estado de madurez 3 y 4, tratadas con diferentes métodos de empacados durante su almacenamiento

Tabla 1. Luminosidad de papaya bajo de métodos de empacado durante 10 días de periodo de postcosecha

Días	Color final					
	A1B1	A1B2	A2B1	A2B2	EM3	EM4
1	43,68	41,78	47,25	49,21	39,28	46,12
5	49,36	47,11	51,08	47,44	54,44	48,03
10	49,83	47,05	49,90	55,18	45,75	46,89

En la tabla 1, se observa que en el día 1, las mayores luminosidades se alcanzaron en aquellas lechosas protegidas con esponjas en estado de maduración 4, mientras que en el día 5 la mayor luminosidad se alcanzó en las frutas protegidas con papel en estado de maduración 4, memitas que para el día 10, nuevamente se mantuvo la mayor luminosidad, en el tratamiento conservado con esponja en estado de maduración 4, en todos los casos los valores de luminosidad fueron menores a los reportados por Santamaría et al., (2015), al evaluar 6 materiales comerciales (Maradol, Sensation, Intenzza, Siluet, Lenia Plus y Jibara) y 2 híbridos generados por INIFAP (Azteca y MSXJ) cuya luminosidad entre 53,5 y 59, 4 en la cascara y 47,2 y 52,7 en la pulpa, así como los reportados por Bibiano-Nava et al. (2021) de 71,25 en papaya bajo manejo orgánico.

Tabla 2. Croma de papaya bajo de métodos de empacado durante 10 días de periodo de postcosecha

Días	Color final					
	A1B1	A1B2	A2B1	A2B2	EM3	EM4

1	31,08	27,72	33,31	35,20	27,05	32,20
5	39,08	33,51	41,15	34,43	40,14	37,92
10	43,33	35,34	40,38	43,55	37,67	39,49

La saturación de color presentado en la tabla 2, en el día 1, fue superior en las frutas protegidas con esponja en estado de maduración 4, mientras que en el día 5, esta fue mayor en el tratamiento protegido con papel en estado de maduración 4, mientras que nuevamente en el día 10 al igual que lo observado en luminosidad el tratamiento con esponja y en estado maduración 4, presentó los valores más altos, con una mayor saturación de la fruta puede explicar la razón por la cual estos materiales tuvieron mejor apariencia

Tabla 3. Hue de papaya bajo de métodos de empacado durante 10 días de periodo de postcosecha

Días	Color final					
	A1B1	A1B2	A2B1	A2B2	EM3	EM4
1	196,81	202,34	188,39	185,18	202,15	192,71
5	168,09	176,75	164,70	165,51	161,50	167,73
10	160,61	174,04	159,75	161,86	173,43	164,13

De acuerdo a Oliveira et al. (2017) el Hue es un indicador de coloración y en postcosecha se asocia con el estado maduración del fruto, en los resultados presentados las papayas que conservaron su estado de maduración sin riesgo de deterioro fueron las protegidas con esponja en ambos estados de maduración tendencia que se mantuvo en todos los días de evaluación

Color

Los resultados obtenidos en cuanto a la evolución del color medida en forma sensorial, se muestran en Figura 2.

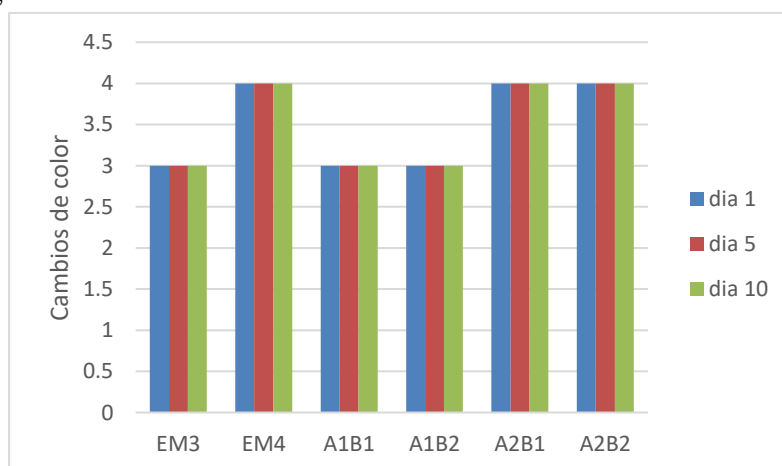


Figura 2. Cambios en color de la papaya bajo de métodos de empacada durante 10 días de periodo de postcosecha.

Los resultados del análisis sensorial muestran que los tratamientos que el color se mantuvo independientemente del tratamiento usado para la conservación, bien sea el uso de esponja o de

papel con resultados que fueron similares a comparar con los valores obtenidos para el control tanto en los estados de maduración 3 como 4.

Los cambios percibidos en el análisis sensorial en relación al color concuerda con la afirmación de Chávez-Espinoza et al. (2020), quienes señalan que a medida que avanzó el tiempo de almacenamiento, el color verde desaparece, mientras que los colores amarillo y rojo fueron cada vez más intensos, los cambios de color son un indicativo de un proceso de maduración de la papaya el cual se busca detener con el uso de barreras físicas, tal como lo señalan Castricini et al. (2012), quienes encontraron que el uso de almidón de yuca y el almidón de carboximetilo retardaron el cambio de color de verde a rojo, en la piel de las papayas, aumentado su tiempo de vida útil en condiciones de almacenamiento.

Calidad visual

El aspecto que tienen las frutas es lo que se conoce como calidad visual y es el parámetro que ayuda al consumidor a evaluar la calidad de las frutas al momento de adquirirlas (Sotomayor et al., 2019). En la Figura 3 se puede apreciar la calidad visual que se obtuvo de los diferentes tratamientos de empacadas aplicados en las frutas de papaya.

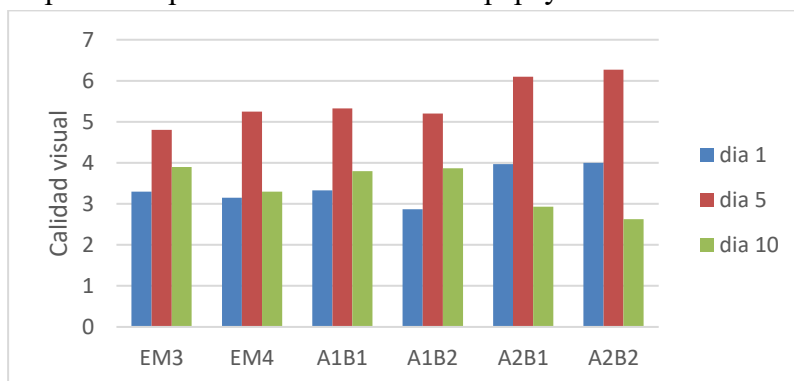


Figura 3. Cambios en calidad visual de la papaya bajo de métodos de empacada durante 10 días de periodo de postcosecha.

Los resultados de la calidad visual en los días 1 y 5, muestran que la misma fue superior ($P < 0,05$) de acuerdo al análisis estadístico no paramétrico, en los tratamientos en estado de maduración 4, independientemente del método usado para su conservación de acuerdo la prueba de Kruskal-Wallis, que evidencia la formación de dos grupos uno conformado por los tratamientos A2B1 y A2B2 y un segundo grupo conformado por el resto de los tratamientos, mientras que para el día 10, la mejor calidad visual corresponde papayas en estado de maduración 3 independientemente del método de preservación, cuyos valores fueron estadísticamente superiores los observados en el estado de maduración 4 independientemente del método de maduración.

Los valores de calidad visual de acuerdo a lo reportado por Champathi et al., (2018) al estar por debajo de 7 se califica como moderada, lo cual evidencia de fruta con algún deterioro físico, por lo cual es necesario el uso de empaques que protejan las frutas de daños mecánicos durante el transporte y almacenamiento para conservar al máximo los atributos de calidad durante el mayor tiempo en la etapa de almacenamiento para garantizar la calidad de los productos en este sentido uno de ellos la calidad visual una de las más valorado desde el punto de vista del consumidor

(Fernández et al., 2020).

Firmeza

Los resultados obtenidos en cuanto a la evolución de la firmeza de la papaya, medida en forma sensorial, se muestran en Figura 4.

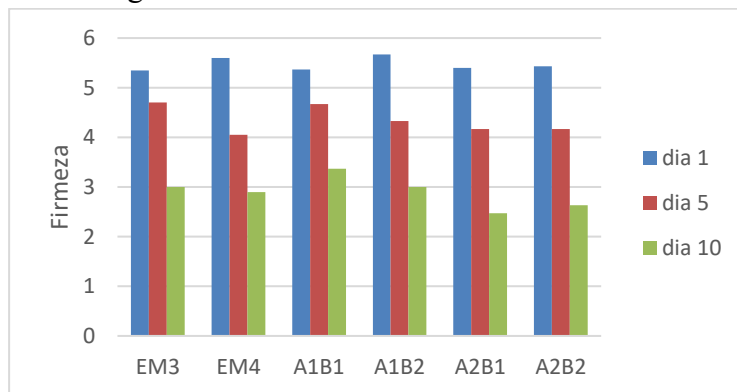


Figura 4. Cambios en firmeza de la papaya bajo de métodos de empacada durante 10 días de periodo de postcosecha.

Para el caso de la firmeza para día 1, de evaluación no se observaron diferencias entre los tratamientos ($P < 0,05$), para el día 5 las papayas con mayor firmeza de acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis fueron aquellas protegidas con papel en estado de maduración 3, con valores similares al control seguido del tratamiento conservado con esponja, en estado de maduración 4, los valores de firmeza más bajos en el día 5 se observaron en el estado de maduración 4, independientemente del método de conservación, finalmente que para el día 10 las papayas con mayor firmeza fueron las preservadas con papel en estado de maduración 3, mientras las papayas en estado de maduración 4, presentaron la peor firmeza independiente del estado de maduración,

Los resultados coinciden con lo señalado por Umaña et al. (2011) y Miranda et al. (2014), quienes observaron una reducción de la firmeza en papayas de la variedad Tainung alcanzado las pérdidas máximas a los 9 días de almacenamiento, sin embargo estas pérdidas se redujeron a usar recubrimiento con almidón y un producto comercial, las pérdidas de firmeza se debe a la acción de las enzimas pectinolíticas que transforman la pectina soluble e insoluble promueve el ablandamiento del fruto (Zerpa-Catanho et al., 2017).

Aroma

Los resultados obtenidos en cuanto a la evolución del aroma de la papaya, medido en forma sensorial, se muestran en Figura 5.

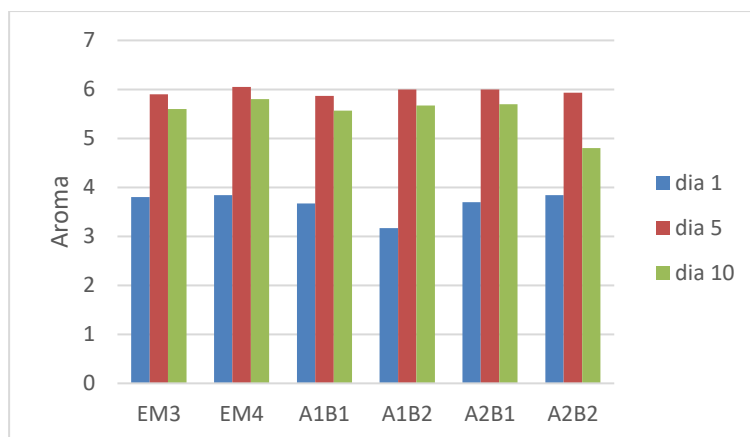


Figura 5. Cambios en el aroma de la papaya bajo de métodos de empacada durante 10 días de periodo de postcosecha.

Con relación al aroma para los días de evaluación 1 y 5 los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis, muestran que no existieron diferencia entre los tratamientos ($P < 0,05$), sin embargo, para el día 10 todas las papayas presentaron un mejor aroma a excepción de aquellas conservadas con esponja en estado de maduración 4, que tuvo a peor valoración.

El mantenimiento de esta cualidad es importante dado que el aroma es una de las cualidades más atractiva de la papaya como le señala por Paganí et al., (2014) quien han propuesto técnicas de esferificación para la conservación de esta cualidad, dado que esta fruta tiene un tiempo de vida corto en almacén, la importancia de la misma es tal que Pino (2019) al realizar una revisión sobre las publicaciones de aroma entre 1965 y 2018, encontraron al menos 32 reportes científicos, en los cuales destaca el estudio del análisis de los compuestos volátiles que contribuyen al aroma de las frutas.

Sabor

Los resultados obtenidos en cuanto a la evolución del sabor de la papaya, medido en forma sensorial, se muestran en Figura 6.

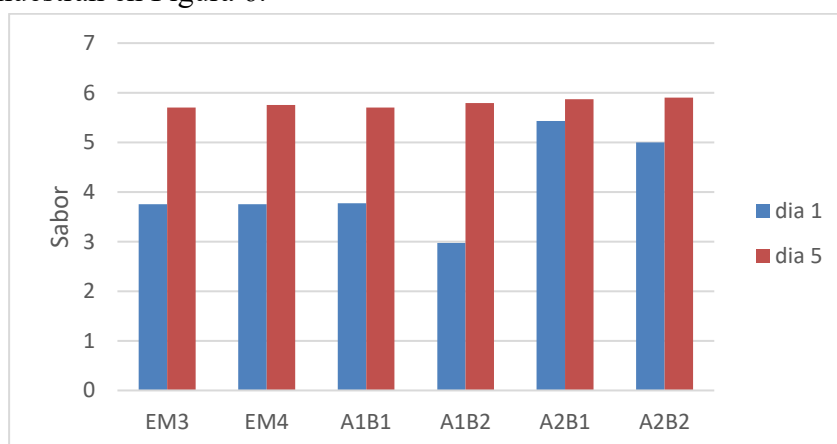


Figura 6. Cambios en el sabor de la papaya bajo de métodos de empacada durante 10 días de periodo de postcosecha.

En el día 5 y estado de maduración 4 se siente una percepción de sabor mucho más agradable

que en los primeros días de la evaluación, lo cual se asoció al sabor dulce, que coincide con lo reportado por (Juárez, 2015), quien señala que la atracción por el gusto dulce, se debe a la necesidad de encontrar fuentes disponibles de energía metabólica, principalmente glucosa. Con respecto a la variable sabor en el día 1, el análisis de Kruskal-Wallis mostró que las papayas con mejor sabor se encontraron en el estado de maduración 4, independientemente del método usado para su conservación, los resultados muestran la formación de dos grupos uno conformado por los tratamientos A2B1 y A2B2 y un segundo grupo conformado por el resto de los tratamientos, no obstante, para el día 5 no se observaron diferencias entre los tratamientos

Impresión global

En la Figura 7 se puede observar los valores obtenidos para la impresión global de la papaya tratadas con diferentes métodos de empacados

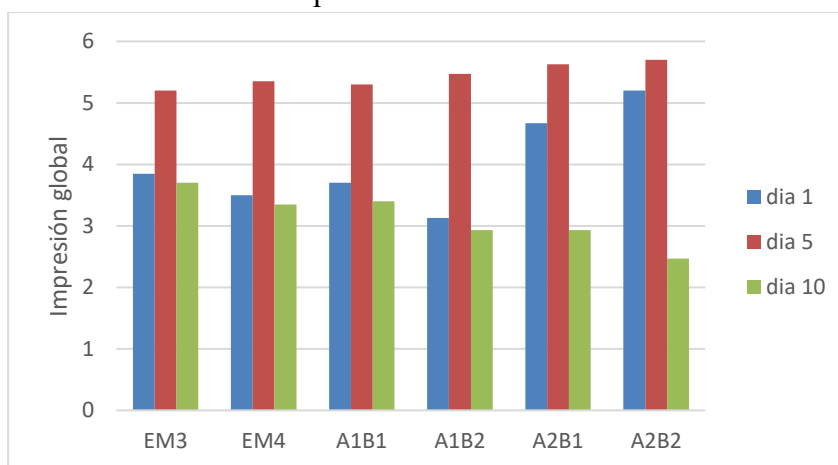


Figura 7. Cambios en la impresión global de la papaya bajo de métodos de empacada durante 10 días de periodo de postcosecha.

Finalmente resultado del análisis sensorial, la impresión global muestra que los frutos de papaya con mejor apariencia el día 1, según el análisis de Kruskal-Wallis fueron aquellas papayas en estado de maduración 4, independientemente del método usado para su conservación del método usado para su conservación, en los resultados se observan la formación de cuatro grupos uno conformado por los tratamientos A2B1 y A2B2, un segundo grupo conformado por las lechosa en estado de maduración 3, un tercer grupo por la papaya en estado de maduración 4, cuya valor fue similar cuando la mismas fueron conservada por bolsa en estado de maduración 3 y el valor más bajo corresponde a aquellas papayas preservadas con esponja en estado de maduración 3, sin margo, para el día 5 no se observaron diferencias entre los tratamientos ($P < 0,05$), mientras que para el día 10 las papayas con mejor impresión global fueron aquellas preservadas con esponja en estado de maduración 3, mientras que las de peor valoración fueron aquellas en estado de maduración 4, independientemente del método de preservación.

La impresión global sintetiza la calidad de la fruta en términos de la percepción en relación a cualidades como el olor, sabor y aroma, así como la calidad visual, en términos generales se observa una mejor impresión de los frutos en el día 5 y esto concuerda con lo señalado por Pagani et al. (2014), quienes señalan que la papaya es una fruta que se caracteriza por tener una vida pos-cosecha relativamente corta, la cual es debido a la manipulación, cortes y procesos metabólicos, completando su madurez en aproximadamente una semana en condiciones

ambientales normales, y que a disminución de la calidad y el fin de la vida útil de un alimento son generalmente consecuencias de propiedades como: sabor, textura y aroma, las cuales pueden ser mantenidas usando recubrimiento de plásticos como lo señalan (Holsbach et al., 2019).

pH, acidez titulable y grados brix

En la figura 8 se presentan los resultados de pH de en estado de madurez 3 y 4 de papaya tratadas con diferentes métodos de empacado durante su almacenamiento durante 10 días de tratamiento poscosecha

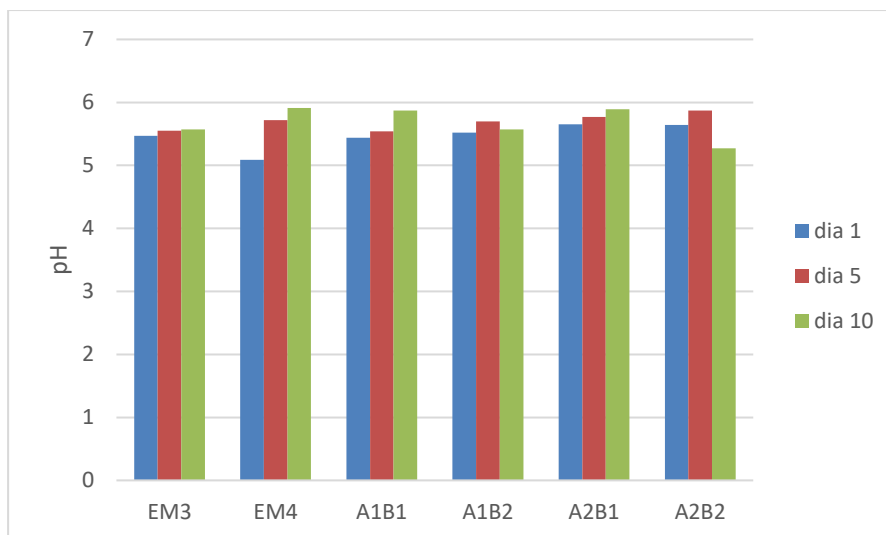


Figura 8. Cambios en el pH de la papaya bajo de metodos de empacada durante 10 días de periodo de postcosecha.

Para la variable pH no se osbervaron diferencias significativas ($P < 0,05$) para la interacción día*tratamiento, pero si se encontró que los valores más alto de pH se observaron en los días 5 y 10 de la evaluación, encontrándose los valores más altos en los tratamientos donde se usó la bolsa como método de empacado.

Los valores mostrados son buenos, ubicados en el rango de 4,5 y 6,0, adecuados para frutos de papaya, caracterizados por su bajo contenido de ácidos en la porción comestible, coincidiendo con lo reportado por Rodríguez et al., (2014), al comprar las características de variedad de papaya Maradol y silvestres en Cuba, y que coinciden los valores de pH reportados por Dias et al., (2011), al evaluar diferentes genotipos de papaya en Brasil.

Mientras que en la figura 9 se presentan los resultados de acidez titulable de en estado de madurez 3 y 4 de papaya tratadas con diferentes métodos de empacado durante su almacenamiento durante 10 días de almacenamiento

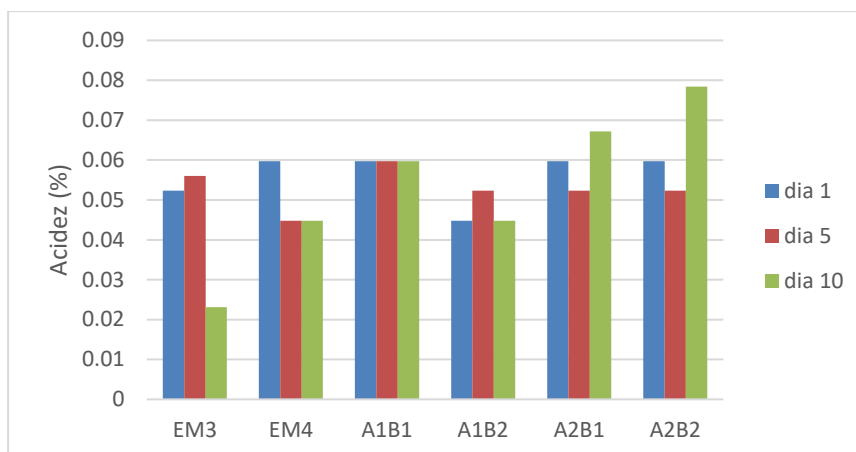


Figura 9. Cambios en la acidez de la papaya empacada con papel y esponja durante 10 días de almacenamiento postcosecha.

En relación a la acidez los resultados revelan que no existieron diferencias significativas ($p < 0,05$), sin embargo, cuando se compara la acidez a lo largo de la prueba, se encontró que la tendencia es a que los mayores valores de acidez se encontraron en el estado de maduración 4, independientemente del método de empacado usado para la protección postcosecha, con un ligero incremento para el día 10 de la evaluación.

Aunque los resultados concuerda con los obtenidos por Rodríguez et al., (2014) quienes no encontraron diferencias significativas al evaluar la acidez titulable, la tendencia general es que el porcentaje de acidez tienda a aumentar como se observó en los resultados de Bibiano et al., (2021) que encontraron porcentaje de acidez de 0,09 % en la variedad Maradol, tal como lo afirman Almeida et al., (2011), quienes explican que esto es debido a que la papaya no tiene reservas de almidón, los ácidos orgánicos son utilizados como sustratos de la respiración para la síntesis de nuevos componentes durante el proceso de maduración, causando una disminución de la acidez

Finalmente, en las figuras 10 se presentan los resultados de los grados brix de en estado de madurez 3 y 4 de papaya tratadas con diferentes métodos de empacado durante su almacenamiento durante 10 días de tratamiento poscosecha

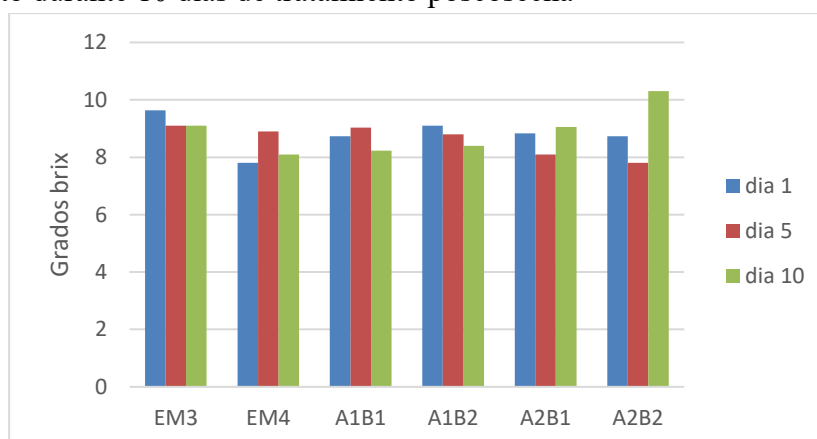


Figura 10. Cambios en grados brix de la papaya empacada con papel y esponja durante 10 días de periodo de postcosecha.

Finalmente, para la variable grados brix, los resultados muestran que no existieron diferencias significativas ($p < 0,05$), la tendencia observada es que esta tienda a ser mayor en el estado de maduración 4, independientemente del método de empacado usado como protección para la conservación de la papaya.

El contenido de grados brix en papaya fue menor al reportado por Hernández et al., (2014), de 11,7, pero superior a los valores reportados por Belandria et al., (2010) los cuales fueron en promedio de 9,48 para la variedad Maradol y de 9,14 para la variedad Tailandia, esto se debe a la presencia de los azúcares como fructosa glucosa y sacarosa, sin embargo, factores como la acidez pueden ocasionar un aumento en su contenido debido al hidrólisis de los polisacáridos

5. CONCLUSIONES

Las cualidades sensoriales de la papaya variaron en función del estado de maduración, pero no producto del método de empacado para su conservación, las mejores características en relación a la calidad visual, aroma e impresión global se observaron a los 5 días de evaluación en las frutas en estado de maduración 4, observándose posteriormente una reducción de las cualidades alcanzando la peor valoración el día 10.

El deterioro postcosecha fue visible en el caso de la firmeza, la cual se redujo drásticamente a partir del día 5, en el caso particular de aquellas frutas en estado de maduración 4, por lo que se requiere de prácticas de manejo poscosecha y la selección de variedades de lechosa que mantenga la firmeza a lo largo del tiempo de almacenamiento, manteniendo la calidad del fruto y reduciendo las pérdidas postcosecha.

No se observaron cambios en las variables físicas y químicas evaluadas como pérdida de peso, pH, acidez y grados brix en función del estado de madurez y del método de empacado, sin embargo, se evidenció que a medida que avanza el tiempo de almacenamiento se observó una acidificación del fruto y aumento de los grados brix, lo cual afecta el sabor de la fruta, afecta sus características organolépticas y por lo tanto su calidad por parte de los consumidores.

El método de empacado no afectó los cambios observados en las características físico y químicas de la papaya a lo largo de la evaluación, por lo que se recomienda seleccionar el método de menor costo para la conservación de las papayas durante la postcosecha, sin embargo, se recomienda evaluar el manejo postcosecha en otras variedades diferentes.

REFERENCIAS

- Almeida, A., Reis, J. D. R., Santos, D., Viera, T., & da Costa, M. (2011). Estudio de la conservación de la papaya (*Carica papaya* L.) asociado a la aplicación de películas comestibles. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2 (1): 049-060. Recuperado de <https://ri.ufs.br/handle/123456789/719>
- Altendorf, S. (2017). Perspectivas mundiales de las principales frutas tropicales. In Perspectivas, retos y oportunidades a corto plazo en un mercado pujante. Recuperado de https://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Tropical_Fruits/Documents/Tropical_Fruits_Spanish2017.pdf
- AOAC. (2010). Official methods of analysis. Washington DC: Association of Official

- Analytical Chemist. Recuperado de [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjtlaadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1519360](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjtlaadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1519360)
- Batista, M., Aldonado, N., Moreno, Y., Solís, L., Quintero, R., & Correa, J. (2019). Preservación postcosecha de Carica papaya L. por recubrimiento con bioplástico desarrollado a partir de almidón, arcilla y ajo. *Revista de Iniciación Científica*, 5, 9-13. <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v5.0.2362>
- Belandria, D., Velandria, V., & Navarro, C. (2010). Caracterización física, química y organoléptica de los frutos de lechosa (Carica papaya L.) en las variedades Tailandia y Maradol. *Producción Agropecuaria*, 3(1), 45-49.
- Bibiano-Nava, O., Hernández-Castro, E., Ariza-Flores, R., de los Ángeles Maldonado-Peralta, M., Sarabia-Ruiz, G., & Valenzuela-Lagarda, J. L. (2021). Calidad en frutos de variedades de Carica papaya L. bajo manejo orgánico. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 8(II). <https://doi.org/10.19136/era.a8nII.2965>
- Castricini, A., Coneglian, R. C. C., & Deliza, R. (2012). Starch edible coating of papaya: effect on sensory characteristics. *Food Science and Technology*, 32(1), 84-92. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612012005000016>
- Champathi, D. M. C., Tiwari, A. K., & Kahandawala, K. T. (2018). Efficacy of washing treatment for extending the post-harvest shelf-life of papaya (Carica papaya). *Int. J. Chem. Stud*, 6 (4), 2173-2177. <https://www.academia.edu/download/68837539/6-4-229-635.pdf>
- Chander, B., Tandon, R., Kapoor, S., & Sidhu, M. K. (2018). Natural coatings for shelf-life enhancement and quality maintenance of fresh fruits and vegetables—A review. *J. Postharvest Technol*, 6(1), 12-26. Recuperado de <http://www.jpht.in/MenuScriptFile/7f153ded-02a9-46f3-b8a0-1447650da263.pdf>
- Chávez-Espinoza, J., Fernández-Solarte, M., & Prado-Cedeño, A. (2020). Tratamiento hidrotérmico con recubrimiento de quitosano para el control de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en postcosecha de papaya. *Revista de Ciencias Agropecuarias ALLPA*, 3(5), 2-21. Recuperado de <https://publicacionescd.uleam.edu.ec/index.php/allpa/article/view/1>
- Corozo, J. A., & Zúñiga, A. (2021). Estudio comparativo fitoquímico y actividad antioxidante del epicarpio de la (carica papaya) variedad hawaiana y tainung. *Revista Universidad de Guayaquil*, 133(2), 49-64. <https://doi.org/10.53591/rug.v133i2.1391>
- Dias, N. L., Oliveira, E. J., & Dantas, J. L. (2011). Avaliação de genótipos de mamoeiro com uso de descritores agronômicos e estimação de parâmetros genéticos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46(11), 1471-1479. Recuperado de <https://www.scielo.br/j/pab/a/mWPdny98VVy35XnNL3vSQbd/?format=pdf&lang=pt>
- Fernández, G., Scaparoni, F., Sisqueña, M., Pintos, P., Luque, E., Moltini, A. I., & Lado, J. (2021). Efecto de distintos recubrimientos comerciales en la calidad poscosecha de frutos cítricos para exportación. *Agrociencia Uruguay*, 25(1). <http://dx.doi.org/10.31285/agro.25.337>
- Flores, J. F. (2018). Actividad proteolítica de la papaína extraída de la papaya (carica papaya) variedad común en el ablandamiento de la carne de sajino (Tayassu Tajacu). *TZHOECOEN*, 10(4), 610-629. <https://doi.org/10.26495/rtzh1810.428640>
- Guijarro-Fuertes, M., Andrade-Cuv, M. J., Moreno-Guerrero, C., Guamán-Batallas, A., & Hernández, J., Fernández, V., & Sulbarán, B. (2014). Caracterización fisicoquímica, actividad antioxidante y contenido de polifenoles totales en pulpa de lechosa (Carica papaya). *Observador*

- del conocimiento, 2(1), 195-201. Recuperado de <https://www.researchgate.net/profile/Betzabe-Sulbaran/publication/>
- Holsbach, F.M.S, Pizato,S., Fonteles, N.T.,Souza, P.D. de, Pinedo, R.A., & Cortez-Vega, W.R. (2019). Avaliação da vida útil de mamão formosa (Carica papaya L.) minimamente processado utilizando coberturas de amido de mandioca e óleo essencial de cravo. *Journal of bioenergy and food science*, 6(4) 78-96. doi: 10.18067/jbfs.v6i4.269
- INEN, (2010): Norma Técnica Ecuatoriana. NTE INEN 2427: 2010. Quito. Recuperado de <https://archive.org/stream/ec.nte.2427.2010#page/n0/mode/2up>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2020). Estadísticas agropecuarias. Información estadística. Tabulados. Recuperado de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Juárez-Hernández, E., Barbero-Becerra, V. J., López-Ramírez, A. Y., González-Rodríguez, L., Ramos-Ostos, M. H., Méndez-Sánchez, N., ... & Chávez-Tapia, N. (2015). Valores de normalidad de umbrales de percepción y reconocimiento de sabores básicos en población mexicana sana. *Médica Sur*, 22(1), 4-10. Recuperado de <https://www.medigraphic.com/pdfs/medsur/ms-2015/ms151a.pdf>
- Kung, C. A. L. L., Panduro, S. K. D., & Sangama, E. D. (2021). Mermelada a base de papaya enriquecida con pulpa de camu camu. *Journal of Agro-industry Sciences*, 3(3), 55-61. <http://dx.doi.org/10.17268/JAIS.2021.007>
- Leal Oliveira, V. R., Xavier, T. D. N., Araújo, N. O., Almeida, J. G. L., Aroucha, E. M. M., Santos, F. K. G., ... & Silva, K. D. O. (2018). Evaluation of biopolimeric films of cassava starch with incorporation of clay modified by ionic exchange and its application as a coating in a fruit. *Materials Research*, 20, 758-766. <https://doi.org/10.1590/1980-5373-MR-2016-0928>
- Miranda, A. D., Alvis, A., & Paternina, G. S. A. (2014). Efectos de dos recubrimientos sobre la calidad de la papaya (Carica papaya) variedad tainung. *Temas agrarios*, 19(1), 7-18. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4994550>
- Murillo, J. P. M., Vélez, M. I. Z., Álava, R. C. P., & López, C. D. V. (2019). Uso de papaína y bromelina y su efecto en las características organolépticas y bromatológicas de chuletas de cerdo ahumadas. *RECUS. Revista Electrónica Cooperación Universidad Sociedad*, 4(2), 38-42. Recuperado de <http://revistas.utm.edu.ec/index.php/Recus/article/view/2027>
- NTE INEN-ISO 6557-2. Frutas, hortalizas y productos derivados. Determinación del contenido de ácido ascórbico. Parte 2: Métodos de rutina. Ecuador; 2013
- Oliveira, T. D. P., Zocchi, S. S., & Jacomino, A. P. (2017). Measuring color hue in ‘sunrise solo’papaya using a flatbed scanner. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 39(2). <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452017911>
- Pagani, A. A., Oliveira, M. D., Cardoso, C. A., & AP SILVA, M. A. (2014). Análisis del aroma de las gotas de papaya mediante los métodos de nariz electrónica y aceptabilidad sensorial. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 13(2), 163-170. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/856/85631009005.pdf>
- Pino, J. A. (2019). Tendencias en las publicaciones en relación con el aroma de la papaya 1965-2018: Trends in publication related to papaya aroma during 1965-2018. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 29(1), 47-53. Recuperado de <https://www.revcitecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/12>
- Rodríguez Cabello, J., Díaz Hernández, Y., Pérez González, A., Natali Cruz, Z., & Rodríguez

- Hernández, P. (2014). Evaluación de la calidad y el rendimiento en papaya silvestre (*Carica papaya* L.) de Cuba. *Cultivos Tropicales*, 35(3), 36-44. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/>
- Rodríguez-Alvarado, G., Díaz-Celaya, M., Grünwald, N. J., Fieland, V., Garay-Serrano, E., & Fernández-Pavía, S. P. (2020). *Phytophthora palmivora* agente causal de la pudrición de fruto de papaya (*Carica papaya*) en Chiapas, México. *Biotechnología y Sustentabilidad*, 5(1), 37-47. Recuperado de <https://revistas.uaz.edu.mx/index.php/bioteconologiaysust/article/view/931>
- Santamaría, F., Mirafuentes, F., Zavala, M. J., & Vázquez, E. (2015). Calidad de frutos de materiales comerciales de papaya roja producidos en Yucatán, México. *Agronomía Costarricense*, 39(1), 161-167. Recuperado de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0377-94242015000100013&script=sci_arttext
- Sotomayor, A., Pitizaca, S., Sánchez, M., Burbano, A., Díaz, A., Nicolalde, J., ... & Vargas, Y. (2019). Evaluación físico química de fruta de pitahaya *Selenicereus megalanthus* en diferentes estados de desarrollo. *Enfoque UTE*, 10(1), 89-96. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v10n1.386>
- Umaña, G., Loría, C. L., & Gómez, J. C. (2011). Efecto del grado de madurez y las condiciones de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas de la papaya híbrido Pococí. *Agronomía Costarricense*, 35(2), 61-73. Recuperado de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242011000200005