

**Efecto del uso de tecnologías combinadas en
las características físicas, químicas y
sensoriales de papaya (*Carica papaya L.*)**

**Mario Fernando Zhumi Vinueza
Stessy Flore Auguste**

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2012

ZAMORANO
DEPARTAMENTO DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Efecto del uso de tecnologías combinadas en
las características físicas, químicas y
sensoriales de papaya (*Carica papaya L.*)**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por:

**Mario Fernando Zhumi Vinueza
Stessy Flore Auguste**

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2012

Efecto del uso de tecnologías combinadas en las características físicas, químicas y sensoriales de papaya (*Carica papaya L.*)

Presentado por:

Mario Fernando Zhumi Vinueza
Stessy Flore Auguste

Aprobado:

Carolina Valladares, M.Sc.
Asesora principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Departamento de Agroindustria Alimentaria

Jorge Cardona, Ph.D.
Asesor

Raúl Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

RESUMEN

Auguste, S.F y M.F. Zhumi Vinueza. 2012. Efecto del uso de tecnologías combinadas en las características físicas, químicas y sensoriales de papaya (*Carica papaya L.*). Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 23p.

La producción de papaya está en aumento pero los productores y procesadores enfrentan grandes pérdidas durante la poscosecha. Las tecnologías combinadas han sido implementadas con el propósito de aminorar dicho problema en países menos desarrollados. El objetivo del estudio fue determinar el efecto del tipo de corte y tipo de infusión en las características físico-químico y sensorial de la papaya usando tecnologías combinadas. Se utilizó un bloque completo al azar y se evaluaron dos factores siendo los tipos de corte (trozos y tiras) y tipos de infusión (húmeda y seca) para un total de cuatro tratamientos y un testigo. El estudio contó con tres repeticiones y dos medidas repetitivas en el tiempo (7 y 21 días). Se realizaron evaluaciones físicas (textura y color), químicas (pH y Aw) y sensoriales de aceptación (color, sabor, dulzura y aceptación general). En los resultados de los análisis físico-químicos hubo una interacción entre el tiempo y los tratamientos solo en la variable de pH. El tratamiento que presentó una menor Aw, mayor dureza y menor fractura fue el de infusión seca en trozos, los tratamientos en infusión húmeda obtuvieron menores valores de pH. Los panelistas aceptaron como “me gusta mucho” los tratamientos con tecnologías combinadas, independiente del tipo de corte y de infusión. Mientras que la papaya fresca fue la menos aceptada y recibió una valoración de me gusta poco.

Palabras clave: Aw, deshidratación osmótica, infusión.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	9
4 CONCLUSIONES.....	16
5 RECOMENDACIONES	17
6 LITERATURA CITADA.....	18
7 ANEXOS.....	20

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Formulación para infusión húmeda e infusión seca.	5
2. Descripción de los tratamientos en estudio.	8
3. Resultado análisis químico: pH.....	9
4. Resultado análisis químico: Aw.....	10
5. Resultado análisis físico: color.	11
6. Resultado análisis físico: textura.....	12
7. Resultado análisis sensorial: dulzura, sabor, aceptación general y color.	13
8. Resultado análisis microbiológico.	15
Figuras	Página
1. Diagrama de flujo para conservación de papaya en infusión húmeda.	5
2. Diagrama de flujo para conservación de papaya en infusión seca.	6
3. Resumen de Análisis Sensorial Acumulado.	14
Anexos	Página
1. Corte de papaya en tiras.....	20
2. Escaldado.	20
3. Tiempo de Equilibración.	21
4. Análisis de textura.....	21
5. Formato de una escala Hedónica de nueve puntos para el análisis sensorial de licuado de papaya tratada con tecnologías combinadas.	22
6. Resultados del ANDEVA para los análisis físicos y químicos.....	23

1. INTRODUCCIÓN

La papaya en el Ecuador es considerada un producto no tradicional debido a sus bajos volúmenes de exportación en comparación con otras frutas como el banano. Sin embargo la exportación de papaya ha ido aumentando en los últimos años con ventas de 5.7 millones de dólares en el 2011, siendo los principales destinos: Europa, Canadá, Estados Unidos de América, Colombia y Perú. En el año 2000 se registró una superficie plantada de 3,917 hectáreas (Revista Lideres Ecuador 2012).

Los productores y procesadores enfrentan grandes problemas de post cosecha. Según estimaciones, un 23 por ciento de las frutas y hortalizas se pierden debido a deterioros microbiológicos y fisiológicos, pérdida de agua, daño mecánico durante la cosecha, envasado y transporte, o a las inadecuadas condiciones de traslado. Además de esto, la mayor parte de problemas de post cosecha afectan a las regiones menos desarrolladas del mundo. Como resultado estas regiones tienen el mayor porcentaje de alimentos perdidos para el consumo humano (Luck y Jager 1995; FAO 2004).

Debido al constante aumento de la población es importante suplir con alimentos de calidad y con un alto valor nutricional a todos los habitantes del planeta. Tal es el caso de las frutas y hortalizas, ya que son los mejores transportadores de vitaminas, minerales esenciales, fibra dietaria, antioxidantes fenólicos, glucosinolatos y otras sustancias bioactivas. Además de eso suplen a las personas de carbohidratos, proteínas y minerales (FAO 2004).

Uno de los métodos más utilizados para la conservación de frutas y hortalizas es la tecnología combinada o también llamada tecnología de barreras, que consiste en la combinación de dos o más factores, para producir un ambiente adverso y retardar o prevenir el posterior crecimiento de microorganismos que deterioren el alimento (Ulloa 2007).

La disminución de A_w y pH se utiliza para causar estrés a los microorganismos, por ejemplo a un pH menor a 3.5 se pueden inhibir microorganismos como *Salmonella*, *Acetobacter*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus*, entre otros. Ningún aditivo conservador es eficaz sobre todo el espectro contaminante, por lo cual es muy raro encontrar situaciones en la que se usa un solo método antimicrobiano para preservar un alimento. Por ello se recurre a la combinación o mezcla de varios métodos antimicrobianos suaves, para obtener una máxima inhibición de microorganismos y un mínimo deterioro en el aspecto nutritivo o la aceptación del producto (Cubero *et al.* 2002).

Así mismo se utiliza una mezcla de ácidos orgánicos, agentes conservantes minerales, agentes conservantes orgánicos y humectantes, como: ácido cítrico, bisulfito de sodio, sorbato de potasio y sacarosa, respectivamente.

Debido a las facilidades de manejo la mayoría de las frutas procesadas requieren un proceso de cortado para su posterior almacenamiento. Según Argañosa *et al.* (2007) el tipo de corte en las frutas influye en la calidad, actividad microbiana y principalmente sobre la vida de anaquel.

El uso de tecnologías combinadas tiene un alcance muy importante ya que se basa en un método de conservación simple y económica, sin requerimientos de equipamientos tales como la refrigeración (FAO 2004).

En el presente estudio los objetivos planteados fueron:

- Determinar el efecto del tipo de corte en las características físicas y químicas de la papaya.
- Determinar el efecto del tipo de infusión en las características físicas y químicas de la papaya.
- Determinar la aceptación de una papaya pre cortada y tratada con tecnologías combinadas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Estudio. El estudio se llevó a cabo en diferentes áreas de la Escuela Agrícola Panamericana: Planta Apícola, Laboratorio de Análisis de Alimentos (LAAZ), Laboratorio de Microbiología de Alimentos (LMAZ) y en el Laboratorio de Evaluación Sensorial, todos localizados en el Departamento de Francisco Morazán, 32 Km. al Este de Tegucigalpa, Honduras; con una altura de 800 msnm y una temperatura promedio de 24°C.

Materiales.

- Papaya variedad Taiwanesa.
- Azúcar.
- Agua.
- Sorbato de Potasio.
- Ácido cítrico.
- Bisulfito de Sodio.
- Agua destilada.
- VRBA.
- PCA.
- Baldes.
- Tamiz o malla.
- Cuchillos.
- Termómetro.
- Tablas para picado.
- Envases de Vidrio
- Pipetas de 5 ml.
- Recipientes de plástico.
- Platos.
- Vasos.
- Servilletas

Maquinaria.

- Incubadora Fisher Scientific Isotemp Incubator.
- Balanza Preciza EP220A.
- Auto Clave Esterilmatic Market Forge.
- Agitador IKA C-MAG HS-10.
- Estufa eléctrica Comercial.
- Colorflex TM Hunter Lab.
- Extech instruments Oyster-10 pH
- Texturometro Brookfield CT3 texture analyzer ASTM 83 con acople TA-JTPB.
- Stomacher IUL Masticator.

Método de tecnologías combinadas. En países desarrollados no es un método comúnmente usado, ya que consumidores de estos países asocian la adición de solutos como el bisulfito de sodio a la ocurrencia de cáncer u otras enfermedades. Es decir que no aceptan este método como preservación de alimentos y utilizan otros como atmosferas modificadas y refrigeración. Pero en países en vías de desarrollo estos métodos anteriores son caros y se limita al sector con alto poder adquisitivo. Es por esto que el método de tecnologías combinadas es una alternativa para personas de escasos recursos porque solventa problemas como no poder usar métodos de conservación en frío que regularmente son caros.

Este método consistió en la mezcla de ácido cítrico, sorbato de potasio, bisulfito de sodio y sacarosa para la disminución de dos barreras (A_w y pH). Con la anterior mezcla se podría inhibir el crecimiento microbiano y alargar la vida de anaquel de la papaya, manteniendo mínimos cambios en las características sensoriales y organolépticas.

En este estudio se trabajó con dos técnicas: infusión seca e infusión húmeda, las cuales consiste en uso de mezcla de químicos y se diferencian por el uso del agua.

En el cuadro 1 se detallan los ingredientes utilizados en las diferentes mezclas para la conservación de papaya en infusión húmeda e infusión seca.

Cuadro 1. Formulación para infusión húmeda e infusión seca.

Ingredientes	Infusión Seca		Infusión Húmeda	
	Gramos	%	Gramos	%
Papaya	1000	68.55	1000	36.49
Sacarosa	440	30.16	853	31.13
Acido cítrico	17	1.17	34	1.24
Sorbato de potasio	1.5	0.1	2.7	0.1
Bisulfito de sodio	0.22	0.02	0.41	0.01
Agua	0	0	850	31.02

Infusión Húmeda. Este método consistió en sumergir los cortes de papaya (trozos y tiras) en una solución con agua y solutos (acido cítrico, bisulfito de sodio, Sorbato de potasio y sacarosa).

Las figuras 1 y 2 muestran el diagrama de flujo utilizado para la realización de una conserva a base de papaya en infusión húmeda e infusión seca, respectivamente

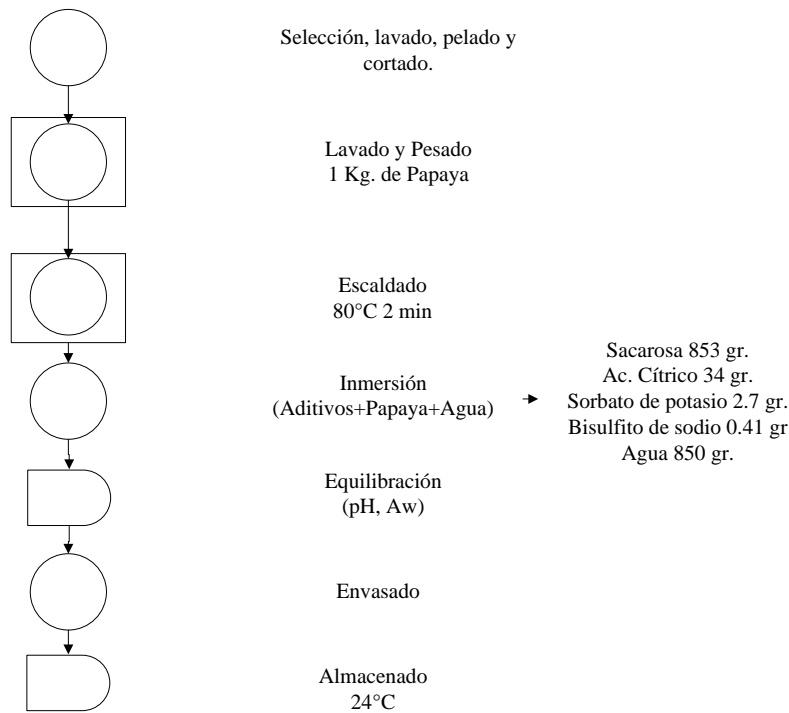


Figura 1. Diagrama de flujo para conservación de papaya en infusión húmeda.

Infusión seca. Esta operación consistió en agregar directamente los solutos (ácido cítrico, bisulfito de sodio, Sorbato de potasio y sacarosa) sobre la papaya, la cual se encontraba en dos tipos de corte (trozos y tiras).

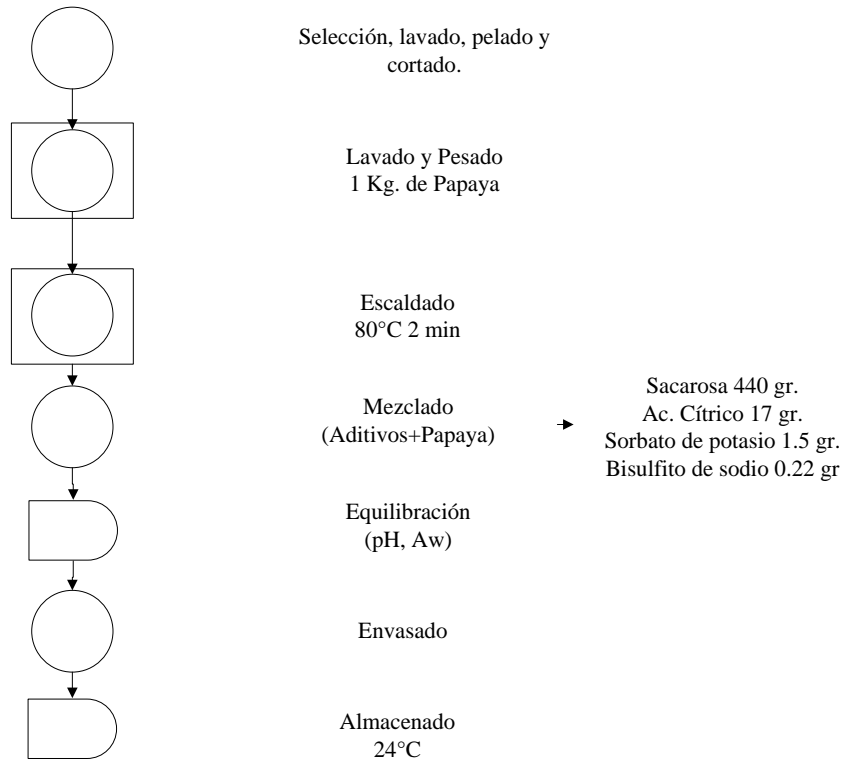


Figura 2. Diagrama de flujo para conservación de papaya en infusión seca.

La siguiente descripción de pasos está basada en el manual de capacitación de la FAO (2004), conservación de frutas y hortalizas mediante tecnologías combinadas:

Cortado. En este paso se procedió a cortar la papaya de dos diferentes formas: trozos y tiras. Esta operación fue realizada manualmente, el tamaño de las tiras fue de aproximadamente 110*25*20mm. Para la papaya cortada en trozos las dimensiones fueron de 50*30*20mm, en longitud, ancho y altura, respectivamente.

Escaldado. Consistió en exponer las piezas de fruta a una temperatura de 80 a 100 °C durante dos minutos. La función principal de esta operación fue destruir las enzimas (papaína) que podrían deteriorar la papaya.

Inmersión o Mezclado. En la infusión húmeda las piezas de papaya se sumergieron en una solución de agua, sacarosa, bisulfito de sodio, sorbato de potasio y ácido cítrico,

mientras que en la infusión seca las piezas de papaya se mezclaron sin agua, directamente con los solutos.

Equilibrio. Consistió en someter todas las muestras a un proceso de estabilización de pH y Aw durante siete días. El producto fue sometido a constante agitación manual durante dos minutos al menos dos veces al día. Lo anterior con el objetivo de lograr uniformidad y un completo contacto de los solutos con la papaya.

Envasado. Para el almacenamiento se utilizó frascos de plástico y en los cuales se almacenó la papaya durante 7 y 21 días. Luego se utilizaron frascos de vidrio para su posterior almacenamiento durante los análisis físicos, químicos y microbiológicos.

Análisis. Los análisis que se describen a continuación se realizaron en los días 7 y 21 en las tres repeticiones.

Análisis de color. Se usó el Colorflex hunter lab donde se hizo la medición por triplicado para medir los valores L, a y b de cada tratamiento. El valor L es claridad, el cual describe que tan blanco o negro es el producto. El valor a describe que tan (+) rojo o (-) verde es el producto y el valor b describe que tan (+) amarillo o (-) azul es el producto (ASTM E1164).

Análisis de textura. Fueron evaluados los parámetros de dureza y cantidad de fracturas haciendo el uso del Brookfield CT3 texture analyzer ASTM 83 con acople TA-JTPB.

Análisis de pH. Se utilizó el pH Extech instruments Oyster-10, donde se midió por triplicado el valor de cada tratamiento.

Actividad de agua. Se utilizó el Aqualab Aw modelo 3ETE, donde se hizo la medición por triplicado para medir los valores de cada tratamiento. (AOAC 978.186).

Análisis Microbiológicos. Para el análisis de coliformes totales se utilizó el medio de crecimiento VRBA (Violet Red Bile Agar) donde se incubó a 35°C por 48 horas. Para el análisis de Aerobios Mesófilos se utilizó el medio de crecimiento PCA (Potatoe Count Agar) a 35°C por 48 horas.

Diseño experimental. Se utilizó Bloques Completos al Azar (BCA) con un arreglo factorial 2x2 (infusión y corte), el cual contó con cuatro tratamientos, tres repeticiones y dos medidas repetidas en el tiempo (7 y 21 días).

En el cuadro 2 se muestran los diferentes tratamientos que son la combinación de los factores (Infusión y Corte).

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos en estudio.

Corte	Método Infusión Seca	Método Infusión Húmeda
Trozos	Trt 1	Trt 2
Tiras	Trt 3	Trt 4

Trt 1: Infusión Seca con corte en trozos.

Trt 2: Infusión Húmeda con corte en trozos.

Trt 3: Infusión Seca con corte en tiras.

Trt 4: Infusión Húmeda con corte en tiras.

Trt 5: Control (Papaya fresca sin aditivos).

Análisis Sensorial. Se realizaron pruebas de aceptación utilizando una escala Hedónica de nueve puntos, donde uno significa me disgusta extremadamente y nueve me gusta extremadamente y 30 participantes por sesión. Se evaluaron los atributos de color, sabor, dulzura y aceptación general.

Análisis Estadístico. Se utilizó el programa estadístico SAS® versión 9.1 mediante un ANDEVA determinando así la significancia ($P < 0.05$) del modelo y una separación de medias DUNCAN para determinar si existían diferencias entre los tratamientos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis Químicos.

pH. En el cuadro 3 se puede observar que en la variable pH los tratamientos fueron estadísticamente diferentes ($P < 0.05$). El tiempo sí influyó sobre el pH de los tratamientos ($P < 0.05$), el cual disminuyó con el paso de los días y esto podría ser, ya que según Multon (2000), usar concentraciones de ácido cítrico mayor a 1% como acidulante causa una disminución en el pH con el paso de los días. Datos con una tendencia similar encontró la FAO (1989), García *et al.* (2004) y Tapia *et al.* (1999), quienes concluyeron que debido a la utilización de acidulantes, hubo una disminución de pH con respecto a los días. Posteriormente el pH fue aumentando hasta alcanzar niveles más o menos estables a los 60 días de almacenamiento.

Cuadro 3. Resultado análisis químico: pH.

Tratamientos	7 días	21 días
	Media \pm D.E. *	Media \pm D.E.
^{&} IS+Trozos	3.93 \pm 0.17 bX	3.07 \pm 0.29 bY
[€] IH+Trozos	3.48 \pm 0.37 cX	2.98 \pm 0.16 bY
IS+Tiras	3.90 \pm 0.20 bX	3.06 \pm 0.14 bY
IH+Tiras	3.19 \pm 0.32 cX	2.87 \pm 0.10 bY
Control	5.60 \pm 0.03 aX	5.60 \pm 0.03 aX
⁺ CV%	7.68	6.23

a – c. Medias con diferente letra minúscula en cada columna son significativamente diferentes entre tratamiento ($P < 0.05$).

X – Y. Medias con letra mayúscula diferentes en la misma fila son significativamente diferentes en los días ($P < 0.05$).

* D.E.= Desviación estándar.

⁺CV= Coeficiente de variación.

[&]IS= infusión seca

[€]IH= infusión húmeda.

Los tratamientos de infusión húmeda resultaron tener el pH más bajo, esto podría ser debido a la proporción de solutos utilizados ya que prácticamente en infusión húmeda la relación papaya: aditivos fue de 1:1 y en la infusión seca fue de 2:1 (Cuadro 1), además de esto la papaya de la infusión húmeda estaba directamente en un medio ácido, mientras que en infusión seca primero liberaron agua y luego disminuyó el pH.

Con respecto al tipo de corte los trozos y las tiras de cada infusión fueron significativamente iguales ($P>0.05$). Datos similares presentó Argañosa *et al.* (2007), quien reportó que al día 7, cubos y rectángulos de papaya tuvieron igual pH. Evaluando los resultados por infusión encontramos que el tipo de corte no causó diferencia entre los tratamientos.

Aw. En el cuadro 4 se puede observar que para la variable Aw los tratamientos fueron estadísticamente diferentes ($P<0.05$). Siendo los tratamientos de infusión seca los que presentaron una menor Aw y esto pudo ser por la no adición de Agua. El tiempo no influyó sobre los tratamientos ($P>0.05$).

Cuadro 4. Resultado análisis químico: Aw.

Tratamientos	Aw	
	Media	± D.E.*
^{&} IS+Trozos	0.944	± 0.02 c
[€] IH+Trozos	0.961	± 0.01 b
IS+Tiras	0.952	± 0.02 bc
IH+Tiras	0.962	± 0.01 b
Control	0.992	± 0.01 a
⁺ CV%	1.4	

a – c. Medias con diferente letra minúscula en cada columna son significativamente diferentes entre tratamiento ($P<0.05$).

*D.E.= Desviación estándar.

⁺CV= Coeficiente de variación.

[&]IS= infusión seca

[€]IH= infusión húmeda.

Los tratamientos en estudio tendieron a disminuir en Aw debido al proceso de equilibración, ya que a medida que se estabilizan los tratamientos el agua disponible en la papaya migra hacia el medio. Según Luck y Jager, (1995), la sacarosa produce una acción osmótica la cual hace que el agua salga del alimento. La sacarosa pudo haber tenido una acción efectiva al reducir la Aw a valores de 0.962-0.944 debido a que el agente humectante (sacarosa) es un soluto con un alto peso molecular que favorece la pérdida de agua frente a la ganancia de sólidos (FAO 2004).

En cuanto al tipo de corte, se observó que trozos de infusión seca perdieron más agua que las tiras de infusión seca esto podría estar relacionado con el tamaño, ya que según Parzanese (2004), al tener productos de menor tamaño (trozos) provoca un aumento en la pérdida de agua porque la superficie por unidad de volumen aumenta, lo que produce una mayor expulsión de agua.

Análisis Físicos.

Color. Los resultados de los parámetros de Color (L, a y b) medidos en la conservación de papaya de la variedad Taiwanesa se describen en el cuadro 5. En la variable color no hubo una interacción ente el tiempo y los tratamientos ($P>0.05$).

Cuadro 5. Resultado análisis físico: color.

Tratamientos	L	a	b
	Media \pm D.E. *	Media \pm D.E.	Media \pm D.E.
^{&} IS+Trozos	34.1 \pm 2.18 a	28.1 \pm 2.80 ab	20.2 \pm 1.93 a
[€] IH+Trozos	34.1 \pm 2.41 a	26.6 \pm 3.76 b	20.1 \pm 1.64 a
IS+Tiras	32.9 \pm 2.45 ab	28.1 \pm 3.37 ab	19.7 \pm 1.82 a
IH+Tiras	31.9 \pm 2.85 bc	26.6 \pm 2.69 b	19.2 \pm 1.89 a
Control	31.1 \pm 0.57 c	29.9 \pm 0.78 a	19.2 \pm 0.41 a
⁺ CV%	5.19	7.19	4.81

a – c. Medias con diferente letra minúscula en cada columna son significativamente diferentes entre tratamiento ($P<0.05$).

*D.E.= Desviación estándar.

⁺CV= Coeficiente de variación.

[&]IS= infusión seca

[€]IH= infusión húmeda.

En la variable L existió diferencia entre los tratamientos ($P<0.05$) siendo los tratamientos en trozos lo que fueron menos oscuros. El tiempo no influyó sobre los tratamientos ($P>0.05$). El aumento de claridad (variable L) podría estar relacionado a la fluctuación de los solutos de la papaya hacia el medio, ya que en éste se involucra una traslocación de pigmentos carotenoides, lo que se traduce en un aumento en los valores positivos. (Almeida *et al.* 2011; FAO 2004). Datos similares presentó Arauz (2009), en deshidratación osmótica en piña, quien encontró un aumento en la variable L debido a la utilización de sacarosa como humectante.

En la variable a los tratamientos presentaron diferencias significativas ($P<0.05$) y no fueron afectados por el tiempo ($P>0.05$). Los tratamientos con infusión seca fueron similares al control, con iguales valores de a ($P>0.05$), los cuales indicaron similitud en color rojo. En cuanto al valor de b, los tratamientos no presentaron una diferencia significativa con respecto al control ($P>0.05$). Según Cubero *et al.* (2002), el uso de bisulfito de sodio mantiene el color de las frutas, por lo cual se justifica que el color de la papaya no haya tenido una variación significativa ($P<0.05$).

Textura. En el cuadro 6 se puede observar que en la variable dureza y número de fracturas los tratamientos fueron estadísticamente diferentes ($P < 0.05$) y el tiempo no influyó sobre los tratamientos ($P > 0.05$). El control presentó la mayor dureza y menor número de fracturas, esto pudo estar relacionado con el grado de maduración y no haber recibido el proceso de escaldado, ya que según Rivera *et al.* (2005), en los productos sometidos a mayor temperatura, se espera una mayor pérdida de firmeza.

Todo lo contrario sucedió con los tratamientos de infusión húmeda y seca, siendo este último el que presentó una mayor dureza y menor número de fracturas. Esto podría estar relacionado a la pérdida de agua, al aumento del contenido de masa seca y el endurecimiento exterior de los trozos deshidratados por la cristalización del azúcar que contenía la solución osmótica (Muñiz *et al.* 2011). Se encontró una correlación alta negativa de -0.75 ($P < 0.05$) entre dureza y número de fracturas, lo cual indicó que a medida la dureza requerida para cortar la papaya iba aumentando, el número de fracturas fue disminuyendo.

Cuadro 6. Resultado análisis físico: textura.

Tratamientos	Dureza (N) Media \pm D.E.*	Número de fracturas Media \pm D.E.
^{&} IS+Trozos	4.71 \pm 3.19 b	23.7 \pm 16.6 ab
[€] IH+Trozos	2.18 \pm 1.36 c	35.4 \pm 14.4 a
IS+Tiras	3.90 \pm 2.52 bc	27.1 \pm 15.1 ab
IH+Tiras	2.06 \pm 0.92 c	39.1 \pm 15.1 a
Control	7.59 \pm 2.14 a	13.0 \pm 2.10 b
⁺ CV%	62.7	50.7

a – c. Medias con diferente letra minúscula en cada columna son significativamente diferentes entre tratamiento ($P < 0.05$).

*D.E.= Desviación estándar.

⁺CV= Coeficiente de variación.

[&]IS= infusión seca

[€]IH= infusión húmeda.

En el caso de la textura, se pudo observar que los trozos de papaya estaban más encogidos, esto podría ser debido a la pérdida de actividad de agua (cuadro 4). En el caso de la infusión seca al entrar en equilibrio, los trozos y tiras de papaya pierden agua por la misma razón de flujo de solutos a través de la papaya y por ende al absorber los solutos éste se vuelve más duro, lo que se traduce en mayor dureza y un menor número de fracturas al momento del corte.

Análisis Sensorial.

Color. A través del programa SAS se detectó que los panelistas encontraron diferencia entre tratamientos ($P < 0.05$) y sin influencia del tiempo ($P > 0.05$). El tratamiento de infusión seca en trozos estadísticamente obtuvo la mayor valoración de “me gusta mucho”. De acuerdo a los análisis físicos este producto presentó mayor claridad, lo que pudo influir en la preferencia de los panelistas.

Cuadro 7. Resultado análisis sensorial: dulzura, sabor, aceptación general y color.

Tratamientos	Color	Dulzura	Sabor	Aceptación General
	Media \pm D.E. *	Media \pm D.E.	Media \pm D.E.	Media \pm D.E.
^{&} IS+Trozos	7.71 \pm 1.22a	6.96 \pm 1.55a	7.03 \pm 1.48a	7.17 \pm 1.46a
[€] IH+Trozos	7.43 \pm 1.31b	6.91 \pm 1.38a	6.95 \pm 1.35a	7.06 \pm 1.31a
IS+Tiras	7.62 \pm 1.28ab	7.08 \pm 1.43a	7.16 \pm 1.51a	7.23 \pm 1.82a
IH+Tiras	7.54 \pm 1.23ab	7.08 \pm 1.30a	7.16 \pm 1.33a	7.26 \pm 1.28a
Control	7.37 \pm 1.42b	5.99 \pm 1.58b	6.07 \pm 1.62b	6.16 \pm 1.55b
⁺ CV%	15.93	21	21	20

a – c. Medias con diferente letra minúscula en cada columna son significativamente diferentes entre tratamiento ($P < 0.05$).

* D.E.= Desviación estándar.

⁺CV= Coeficiente de variación.

[&]IS= infusión seca

[€]IH= infusión húmeda.

Dulzura, sabor y aceptación general. En el cuadro 7 se puede observar que los tratamientos fueron estadísticamente diferentes al control ($P < 0.05$) y no afectadas por el tiempo ($P > 0.05$).

La papaya fresca (control) fue el tratamiento que recibió la menor calificación (6= me gusta poco). De acuerdo a los resultados de análisis químicos los tratamientos en infusiones presentaron menor valor de A_w , lo que podría aumentar la concentración de azúcares y con ellos aumentan la valoración de dulzura, sabor y aceptación.

La figura 3 muestra que en la sumatoria acumulada de las medias, los tratamientos de infusión tanto en húmeda como en seca tuvieron mayor aceptación, esto podría ser debido a que la papaya tratada con solutos perdió agua y por consiguiente su concentración de azúcar y acidez aumentó en comparación con la papaya fresca. Panadés (2008) realizó un estudio evaluando mango deshidratado osmóticamente y en el análisis sensorial los panelistas dieron una alta aceptación al mango deshidratado osmóticamente debido al mayor contenido de azúcares que éste contenía.

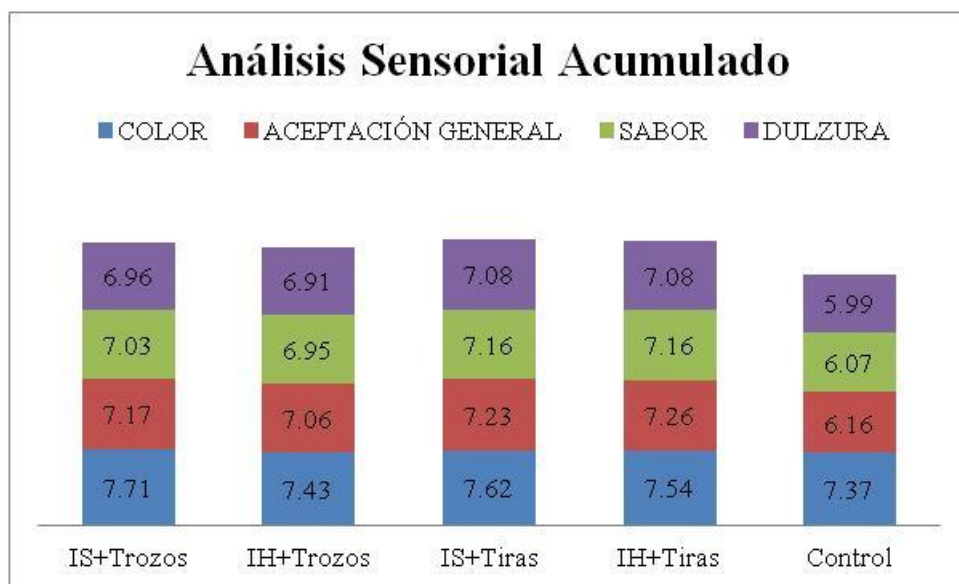


Figura 3. Resumen de Análisis Sensorial Acumulado.

IS= infusión seca

IH= infusión húmeda.

Los panelistas evaluaron los diferentes tratamientos y valoraron todos los atributos sensoriales en estudio como “Me gusta moderadamente”. Esta valoración fue mayor a la otorgada a la papaya fresca.

Análisis Microbiológico. En el cuadro 8 se puede observar los resultados microbiológicos realizados a la conservación de papaya mediante el método de tecnologías combinadas. Según la norma técnica colombiana del año 2000, este producto se encuentra dentro del mínimo legal, lo cual indica calidad durante el proceso de realización de dicho producto. El bajo conteo de aerobios mesófilos según Luck y Jager (1995), es debido a la presencia de sacarosa ya que éste reduce la solubilidad del oxígeno con el agua, reduciendo el oxígeno disponible para los microorganismos aeróbicos.

Cuadro 8. Resultado análisis microbiológico (UFC/ml).

Tratamientos	Aerobios	Mesófilos	Coliformes	Totales	Mínimo	Mínimo
	Día 7	Día 21	Día 7	Día 21	Legal Aerobios Mesófilos	Legal Coliformes totales
IS+ Trozos	<10*	<10	<10	<10		
IH+Trozos	<10	<10	<10	<10	100	0
IS + Tiras	<10	<10	<10	<10		
IH + Tiras	<10	<10	<10	<10		

IS= infusión seca

IH= infusión húmeda.

*Valores expresados en UFC/ml

Se puede observar que hubo crecimiento de coliformes totales y aerobios mesófilos <10 UFC/ml. Esto podría estar relacionado a la inocuidad del proceso, disminución de la actividad de agua, pH y el uso de bactericidas y fungicidas como el Sorbato de potasio y bisulfito de sodio (Cubero *et al.* 2002). Avallone *et al.* (2000) no encontró crecimiento de hongos y bacterias durante los primeros dos meses en una papaya tratada con tecnologías combinadas debido a la presencia de aditivos alimentarios, disminución de Ph yAw.

4. CONCLUSIONES

- El tipo de corte no influyó en los resultados de evaluaciones químicas pero si en color.
- Los tratamientos con infusión seca alcanzaron mayor reducción de A_w y los tratamientos con infusión húmeda alcanzaron menores valores de pH.
- Independiente del tipo de infusión o corte, los tratamientos en estudio tuvieron mayor aceptación que la papaya fresca.

5. RECOMENDACIONES

- Hacer uso de botes elaborados de polietileno tereftalato (PET) para el almacenamiento durante el proceso de equilibración.
- Realizar una prueba sensorial de ordenamiento entre los tratamientos de infusión seca y húmeda.
- Realizar este estudio con evaluaciones a mayor vida anaquel.
- Realizar este estudio con otras frutas.

6. LITERATURA CITADA

Almeida, A; Reis, J; Santos, D; Vieira, T; da Costa, M, 2011. Estudio de la conservación de la papaya (*Carica papaya L.*) asociado a la aplicación de películas comestibles. Venezuela. Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 12 p.

Arauz, E. 2009. Efecto del tipo de edulcorante y el tiempo de inmersión en la deshidratación osmótica por convección de piña (*Ananas comosus*). Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 27 p.

Argañosa, C; Raposo, F; Teixeira, P; Morais, A, 2007. Effect of cut-type on quality of minimally processed papaya. Portugal. Universidad Católica Portuguesa. 11p.

Avallone, C; Pellizzari, E; Montenegro S; Cravzov, A, 2000. Análisis microbiológicos en *Carica papaya L.* minimamente procesada. Argentina. 3p.

Cubero, N; Monferrer, A; Villalta, J., 2002. Aditivos alimentarios. España. Ediciones Mundi-Prensa 240 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1989. Segunda consulta sobre tecnología de asuntos pesqueros en América Latina. Uruguay. 368 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2004. Manual de capacitación: Conservación de frutas y Hortalizas mediante tecnologías combinadas. 72 p.

García, G; Quintero, R; Lopez, M, 2004. Biotecnología Alimentaria. México. Limusa. 249p.

Garcia, J; Silva, M. 2006. Técnico especialista en laboratorio. Temario Vol. 2. España.336 p.

Luck, E; Jager, M. 1995. Conservación química de los alimentos: Características, usos, efectos. 3 ed. España. Acribia. 324 p.

Multon, JL. 2000. Aditivos auxiliares de fabricación en las industrias agroalimentarias. Trad. L, Villanúa; C, Valle. 2 ed. España. Acribia. 806 p.

Muñiz, S; Garcia, A; Calderín, A; Hernandez, A, 2011. Evaluación de la calidad de la fruta bomba (*Carica papaya L.*) variedad Maradol roja deshidratada utilizando el método de deshidratación osmótica. Vol 20. Cuba. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. 6 p.

Norma Técnica Colombiana, 2000. Conceptos básicos de calidad. Santafé de Bogotá. 34 p.

Panadés, G; Castro, D; Chang, L; Falco, S; Cruz, L; Máquez, E; Núñez, M, 2008. Influencia de la atmosfera modificada y de la deshidratación osmótica en la conservación del mango mínimamente procesado. Vol 18. Cuba. Ciencia y tecnología de alimentos. 12 p.

Parzanese, M, 2004. Tecnologías para la industria Alimentaria: Deshidratación Osmótica. Ficha N°6. Argentina. 11p.

Revista lideres Ecuador, 2012. Papaya nacional tiene espacio en el extranjero. (en línea). Consultado 26 sep. 2012 Disponible en http://www.revistalideres.ec/mercados/papaya-nacional-espacio-extranjero_0_719328115.html

Rivera, J; Vázquez, F; Ayala, J; Gonzalez, G, 2005. Efecto del corte y la temperatura de almacenamiento en la calidad de la papaya fresca cortada (*Carica papaya L.* C.V. “Maradol”). Revista Iberoamericana de tecnología Postcosecha. Mexico. 13 p.

Tapia, M; López, A; Consuegra, R, 1999. Minimally processed papaya by vacuum osmotic dehydration techniques. Food science and technology international. 10p.

Ulloa, J. 2007. Frutas auto estabilizadas en el envase por la tecnología de obstáculos. Universidad Autónoma de Nayarit. Mexico. 159 p.

7. ANEXOS



Anexo 1. Corte de papaya en tiras.



Anexo 2. Escaldado.



Anexo 3. Tiempo de Equilibración.



Anexo 4. Análisis de textura.

Anexo 6. Resultados del ANDEVA para los análisis físicos y químicos.

Atributo	Infusión*corte*días	Infusión*Corte	Bloque	Modelo
L	0.1394	0.1934	<.0001	<.0001
a	0.0969	0.9962	<.0001	<.0001
b	0.5393	0.3438	<.0001	<.0001
pH	0.0016	0.114	0.7208	<.0001
Dureza	0.307	0.4907	0.1532	<.0001
Fractura	0.5005	0.9759	0.9912	0.005
Aw	0.2071	0.2549	0.0012	<.0001