

**Evaluación de las propiedades físico-
químicas, sensoriales y microbiológicas de
carne de res (*M. Longissimus dorsi*) marinada
con jugo de mangostán (*Garcinia mangostana*
L.)**

Sindy Paola Palma Salgado

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2009

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Evaluación de las propiedades físico-
químicas, sensoriales y microbiológicas de
carne de res (*M. Longissimus dorsi*) marinada
con jugo de mangostán (*Garcinia mangostana*
L.)**

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

Presentado por

Sindy Paola Palma Salgado

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2009

**Evaluación de las propiedades físico-químicas,
sensoriales y microbiológicas de carne de res (*M.
Longissimus dorsi*) marinada con jugo de
mangostán (*Garcinia mangostana L.*)**

Presentado por:

Sindy Paola Palma Salgado

Aprobado:

Adela Acosta Marchetti, D.C.T.A.
Asesora Principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Carrera Agroindustria Alimentaria

Edgar E. Ugarte, M.Sc.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

RESUMEN

Palma, S.P. 2009. Evaluación de las propiedades físico-químicas, sensoriales y microbiológicas de carne de res (*M. Longissimus dorsi*) marinada con jugo de mangostán (*Garcinia mangostana L.*). Proyecto de graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 34 p.

En la industria cárnica es una práctica común mejorar propiedades de textura, sabor y color, utilizando salmueras en carne fresca, en las últimas dos décadas ha existido una creciente demanda por sustituir aditivos sintéticos por los naturales. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de salmuera conteniendo tres concentraciones de jugo de mangostán (*Garcinia mangostana L.*), sobre las propiedades físico-químicas, microbiológicas y sensoriales del músculo *Longissimus dorsi* de res. Se formularon salmueras con tres concentraciones de jugo de mangostán 0, 50 y 100%, incluido el control, todas con el mismo nivel de cloruro de sodio y tripolifosfato. Se realizó un diseño de BCA con tres tratamientos y tres repeticiones (9 unidades experimentales), con medidas repetidas en el tiempo. Se realizó un análisis de varianza y un análisis de correlación con separación de medias Tukey ($P < 0.05$). Las variables evaluadas fueron pH, fuerza de corte, valores de color $L^* a^* b^*$, TBA, atributos sensoriales de color, aroma, suavidad y sabor, evaluados con prueba de aceptación, y un análisis sensorial de preferencia. Purga, aerobios y coliformes totales, fueron medidos en el día 7. Ninguno de los tratamientos mostró niveles detectables de rancidez al día 7. Los tratamientos con jugo de mangostán en su formulación presentaron un color más amarillento y rojizo que el control, el tratamiento de mayor aceptación fue el que contenía 50% jugo de mangostán, todos los tratamientos mostraron disminución en fuerza de corte; en el día 7 todos están dentro de los límites microbiológicos permitidos por SENASA.

Palabras clave: carne de res, jugo, límites microbiológicos, TBA.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3. MATERIALES Y MÉTODOS	5
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
5. CONCLUSIONES	28
6. RECOMENDACIONES	29
7. BIBLIOGRAFÍA	30
8. ANEXOS	33

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro	Página
1. Ingredientes utilizados para la elaboración de tratamientos.....	7
2. Diseño experimental.....	11
3. Medias de valor L^* , a través del tiempo.....	13
4. Medias de valor de a^* , a través del tiempo.....	14
5. Medias de valor b^* , a través del tiempo.....	14
6. Medias de valor pH, a través del tiempo.....	15
7. Medias de fuerza de corte, a través del tiempo.....	16
8. Medias de valor de TBA, a través del tiempo.....	17
9. Análisis correlación L^* , a^* y valor de TBA.....	18
10. Medias para el atributo sensorial color, a través del tiempo.....	19
11. Medias para el atributo sensorial sabor, a través del tiempo.....	19
12. Medias para el atributo sensorial aroma, a través del tiempo.....	20
13. Medias para el atributo sensorial suavidad a través del tiempo.....	21
14. Medias para aceptación general, a través del tiempo.....	22
15. Tabla T-Student para 100 panelistas.....	23
16. Resultados del análisis sensorial de preferencia.....	23
17. Medias de porcentaje de rendimiento.....	24
18. Medias de porcentaje en purga.....	24
19. Medias de Aerobios mesófilos totales (Log_{10} UFC/g) y Coliformes totales, día 7.....	25
20. Límites microbiológicos para carnes frescas en Honduras.....	26
21. Costos variables tratamiento conteniendo salmuera sin jugo de mangostán.....	26
22. Costos variables tratamiento conteniendo salmuera con 50% jugo de mangostán	27

Figura	Página
1. Diagrama de flujo de procesos para la elaboración de tratamientos.....	8

Anexo	Página
1. Formato utilizado para el análisis sensorial de aceptación.....	34
2. Formato utilizado para el análisis sensorial de preferencia.....	34

1. INTRODUCCIÓN

En nuestra sociedad se comercializan productos alimenticios que requieren de vida de anaquel más larga, especialmente los perecederos, a los cuales es necesario aplicar variedad de aditivos; manteniendo y conservando así la calidad del producto, retardando o mejorando alguna de sus características.

La industria cárnica hace uso de salmueras con el propósito de mejorar atributos sensoriales en la carne como ser suavidad, sabor, aroma, color; por lo que diferentes métodos físicos y mecánicos son utilizados para añadir dichos aditivos, y la industria cárnica no es la excepción. Ésta hace uso de procesos de inyección, masajeo, inmersión en dichas salmueras, entre otros; marinados utilizados de manera apropiada pueden ser un medio simple para agregar valor a los productos cárnicos, el uso de esto puede aportar sabor, preservar, y mejorar cualidades sensoriales tales como: sabor, color, aroma, jugosidad y palatabilidad en los productos cárnicos (Maddock 2008).

Aditivos de origen sintético son utilizados en la industria cárnica, con la finalidad de entregar al consumidor productos mejorados y con mayor calidad. Muchas investigaciones también han sido llevadas a cabo con el propósito aprovechar propiedades antioxidantes de muchas sustancias de origen natural, como ser ácido ascórbico, tocoferoles y tocotrienoles, provenientes de frutos, hierbas y especias (Shahidi 2000).

El mangostán (*Garcinia mangostana L.*) fruto proveniente del sur de Asia, y cultivado en la zona costera de Honduras, ha sido estudiado como una fuente potencial de antioxidantes, dado su alto contenido de Xantonas, las cuales son una serie de compuestos fénolicos, que constituyen un grupo numeroso de sustancias ampliamente distribuidas en el reino vegetal y que pueden ser aprovechados por su poder antioxidante.

El presente estudio pretende evaluar el efectos de una salmuera conteniendo jugo de mangostán en tres concentraciones, para determinar la actividad antimicrobial, cambios en atributos sensorial como color, suavidad, sabor, aroma y la aceptación por el consumidor, como una alternativa de mejoramiento de la carne de res fresca producida por la Planta de Industrias Cárnicas de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de tres concentraciones de jugo de mangostán (*Garcinia mangostana* L.) en una salmuera; sobre las propiedades físico-químicas, microbiológicas y sensoriales en carne de res (*M. Longissimus dorsi*).

1.1.2 Objetivos específicos

- Evaluar la fuerza al corte y valores de color $L^*a^*b^*$ en los diferentes tratamientos, a los 0 y 7 días del estudio.
- Evaluar el pH y valor de TBA en los diferentes tratamientos, a los 0 y 7 días del estudio.
- Analizar el conteo de aerobios mesófilos totales y coliformes totales de los diferentes tratamientos, en el día 7 del estudio.
- Evaluar rendimiento y porcentaje de purga en los diferentes tratamientos a los 0 y 7 días del estudio.
- Evaluar afectivamente los atributos de color, aroma, textura y aceptación general y la preferencia de los diferentes tratamientos, a los 0 y 7 días del estudio.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 MEJORAMIENTO DE PRODUCTOS CÁRNICOS

El procesamiento de los productos cárnicos se origina por la necesidad de la preservación de la misma; combinación de métodos como la disminución de actividad de agua, secados al aire, disminución del pH y salazón a través salmueras, son considerados como antiguos métodos de preservación, la industria cárnica ha sido participe de varios procesos de industrialización, con el propósito de entregar un mejor producto al consumidor final (Molina 2005).

Las salmueras se utilizan en la industria cárnica para mejorar, aportar a ciertas características y atributos sensoriales una mejora significativa y que sea bien percibida por el consumidor (Lawrence 2003), diferentes métodos, formulaciones y combinaciones de compuestos tanto de origen natural como sintético son utilizadas para dicho propósito (Maddock 2008)

En la actualidad existe una creciente demanda por parte del consumidor con respecto a la calidad final con la que productos cárnicos llegan a él, por lo que en la actualidad la carne es entregada al consumidor final como carne mejorada, la cual ha sido tratada con diferentes aditivos y procesos mecánicos que logran haya estabilidad en anaquel. (Vandendriessche 2008)

Diferentes compuestos han sido estudiados para mejorar y aportar a calidad en músculos de res. Fosfatos en diferentes concentraciones para mejorar la capacidad de retener agua y aportar en la mejora de atributos sensoriales como color, aroma, sabor, palatabilidad (Lawrence, 2003), también ha sido ampliamente estudiado el uso de lactatos y cloruros de calcio como una alternativa para mejorar textura en carnes pre-empacadas (Baublits 2005)

En las últimas dos décadas ha existido una creciente preocupación por los posibles efectos cancerígenos de algunos aditivos de origen sintético, (Vandendriessche 2007). Es por dicha razón que la industria cárnica ha indagado en la posibilidad de sustituir dichos aditivos de origen sintético, remplazándolos por los de origen natural; extracto de hierbas como el romero, han sido ampliamente estudiados, dado su potencial como antioxidantes (Georgantelis 2007).

Infinidad de frutos han sido estudiados por la industria cárnica con el propósito de encontrar una fuente para sustituir aditivos de origen sintético por los de origen natural, dentro de estos encontramos jugo de arándano (Kathirvel 2009), jugo de ciruela (Gonzales

2008), jugo de marañón (Kroker 2008), todo esto dado el alto contenido de compuestos fenólicos ampliamente encontrados en frutas y vegetales (Kaur 2001).

Dentro de este grupo de compuestos fenólicos encontramos las xantonas; una serie de compuestos cíclicos de 13 carbonos que cuenta con enlaces de hidrógenos capaces de donar protones, para inhibir oxidación en cadena de radicales libres.

De la fruta conocida como mangostán (*Garcinia mangostana L.*), se han logrado aislar aproximadamente 12 de estas xantonas, dentro de las que se pueden mencionar: α -mangostin, β -mangostin y γ -mangostin. (Nilar 2002).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN

El presente estudio se realizó en la Planta de Industrias Cárnicas de Zamorano. Los análisis de fuerza de corte, color, pH y valor de TBA fueron realizados en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ), mientras que la evaluación sensorial se ejecutó en la Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo (PAID). Los análisis microbiológicos se realizaron en las instalaciones del Laboratorio de Microbiología. Todos los centros mencionados pertenecen a la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicada a 30 km al este de Tegucigalpa, departamento Francisco Morazán, Honduras.

3.2 MATERIALES Y EQUIPO

3.2.1 Materiales

- Músculo *Longissimus dorsi* de res
- Bandejas de poliestireno
- Filmina de PVC para envoltura de bandejas
- Papel toalla
- Bolsas plásticas
- “Mangosteen Powder” Z NaturalFoods®
- Agua destilada
- Beakers
- Probetas
- Platos
- Vasos
- Galletas de soda
- Cuestionario

3.2.2 Materiales para análisis microbiológicos

- Tubos de ensayo con 9 ml de agua de dilución (agua peptonada)
- Plate Count Agar
- Violet Red Bill Agar
- Erlenmeyers
- Pipetas de 10ml y 1 ml
- Platos petri
- Espátula
- Gradilla
- Bolsas estériles

3.2.3 Equipo

- Masajeadora Koch®
- Cuarto frío ($6^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$)
- ColorFlex HunterLab®
- Potenciómetro portátil Oakton
- Balanza analítica
- Instron ® modelo 4444
- Licuadora Hamilton Beach ®
- Autoclave (modelo 109-85-E, Market Force Industries Inc.)
- Cámara de flujo laminar Puriffier class II (catálogo # 36209-04, Fisher Scientific)
- Incubadora Thermolyne Type 42000
- STOMACHER®
- Calentador y agitador Fisher Scientific Isotemp
- Plancha de cocina Tefal ® CB 5520/13

3.3 METODOLOGÍA

3.3.1 Preparación de muestras

Para realizar este estudio se utilizó el músculo *Longissimus dorsi* de res, proveniente de toretes de 24-30 meses de edad, los que eran encastes predominante *Bos indicus* con *Bos taurus*, luego de obtener los lomos se realizaron tres tratamientos, incluyendo el control.

3.3.2 Ingredientes

Se determinó usar un total de 12% de salmuera en base al peso de cada lomo de res. Se utilizó mangostán en polvo de la marca Z NaturalFoods® el cual se reconstituyó con agua hasta lograr 12% de sólidos totales. El porcentaje de tripolifosfato de sodio está basado en el límite máximo permitido de 0.5% (Servicio de Inspección de Seguridad Alimentaria de EEUU 1995). Los ingredientes utilizados para la elaboración de cada tratamiento están detallados en el cuadro 1.

Cuadro 1. Ingredientes utilizados para la elaboración de tratamientos.

Ingredientes (%)	Control	Tratamientos.	
		50% Jugo de mangostán.	100% Jugo de mangostán.
Jugo	0.00	5.50	11.00
Agua	11.00	5.50	0.00
Sal Yodada	0.50	0.50	0.50
Tripolifosfato de Sodio	0.50	0.50	0.50
Total	12.00	12.00	12.00

3.3.3 Preparación de tratamientos

Cada tratamiento fue aplicado a un lomo de res previamente cortado en bistecs de 2.5cm de ancho, se procedió a masajearlos al vacío durante 15 minutos (15 mm Hg), en la masajeadora Koch® con su respectiva salmuera. Se dejaron reposar 15 minutos y se masajearon por última vez 15 minutos. Los bistecs masajeados se dejaron inmersos en su respectiva salmuera durante 24 horas a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Una parte de los lomos tratados fueron utilizados para los análisis físico-químicos, microbiológicos y sensoriales del día cero. El resto fue colocado en bandejas de poliestireno y cubiertos con film plástico para ser almacenadas a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 7 días. La figura 1 detalla el flujo de procesos para la elaboración y aplicación de salmueras.

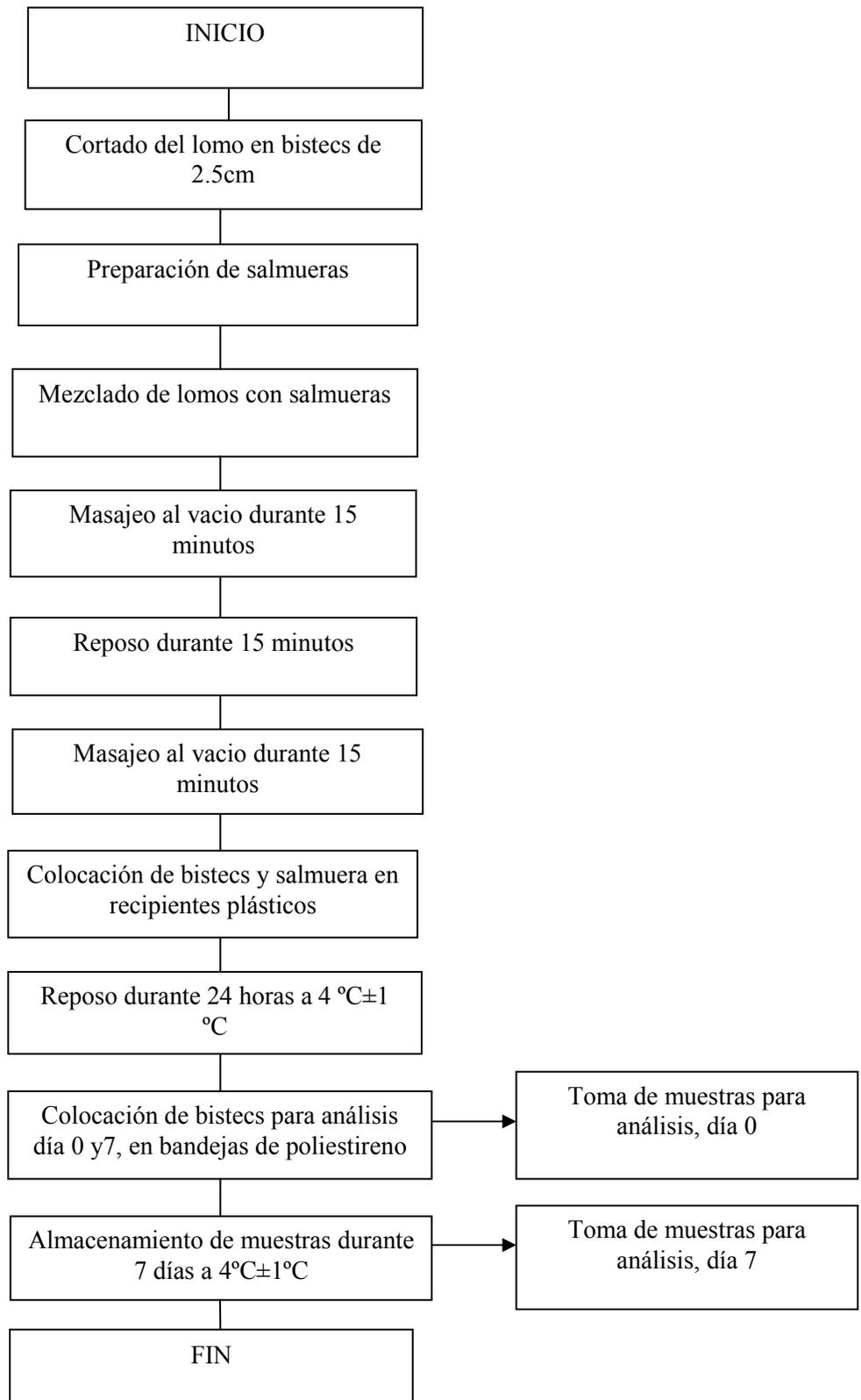


Figura 1. Diagrama de flujo de procesos para la elaboración de tratamientos

3.3.4 Análisis de color y pH

El color de los tratamientos se evaluó utilizando el colorímetro Hunter L*a*b*. Los parámetros evaluados fueron: Luminosidad L*(0 =negro; 100=blanco), intensidad del color rojo a* (a⁺=rojo; a⁻=verde), intensidad de color amarillo b* (b⁺=amarillo; b⁻=azul). Las muestras del músculo *Longissimus dorsi* se prepararon en cuadros de 5×5cm del centro del lomo, tanto para evaluar el día cero y día 7. Después de su elaboración, se tomaron tres lecturas de cada variable (L* a* b*), y se promediaron para la obtención de los datos.

El pH de las muestras del músculo *Longissimus dorsi* se obtuvo utilizando una emulsión con una relación de 9 mililitros de agua destilada por cada gramo de carne. Las lecturas se registraron utilizando un potenciómetro portátil Oakton. Se tomaron tres lecturas por cada tratamiento y se registró el promedio de estas para la obtención de los datos finales.

3.3.5 Análisis de fuerza de corte

Para determinar la fuerza de corte del *Longissimus dorsi* se utilizó el INSTRON 4444® con acople Warner-Bratzler. Se utilizó un cubo de 2×2×2cm, realizando las mediciones por triplicado y usando el promedio de las muestras. El valor fue registrado en unidades de Newton(N).

3.3.6 Valor de TBA

El método utilizado para obtener valor de TBA (ácido tiobarbitúrico) fue: *AOCS Cd-1990*. Se pesó la muestra, se adicionó 1-butanol y se colocaron 5 ml de la solución en un tubo de ensayo. Luego se agregaron 5 ml de solución de ácido tiobarbitúrico, se mezcló bien y se colocó en baño maría durante dos horas. Una vez que las soluciones estuvieron a temperatura ambiente, se midió la absorbancia de cada muestra a 530 nm en el Spectronic. Con el resultado se calculó el valor de TBA mediante la siguiente fórmula:

$$[1] \text{ TBA} = \frac{50 \cdot (A - B)}{M}$$

Donde

A= absorbancia de la muestra

B= absorbancia del blanco

M= peso de la muestra (mg)

El valor de TBA fue expresado en mg de malonaldehído/kg de carne, como valor promedio de la muestra y su duplicado.

3.3.7 Análisis microbiológicos

Inicialmente se pesaron 10 g de muestra en bolsas estériles que luego fueron llenadas con 90 ml de agua peptonada y agitadas durante 90 segundos en el homogenizador STOMACHER®, siendo esta la dilución 10^{-1} . Se realizó otra dilución en tubos de ensayo de 9 ml con agua peptonada, tomando 1 ml de la bolsa con la muestra y colocándolo en un tubo de 9 ml; obteniendo la dilución 10^{-2} , y así sucesivamente hasta llegar a una dilución de 10^{-5} .

A continuación de las diluciones se realizó la siembra en duplicado de cada muestra. La siembra se efectuó por medio de la técnica de vertido en plato (Pour Plate), que consiste en colocar 1ml de la dilución en agar PCA para la identificación de mesófilos aerobios. Luego de colocar la muestra en los platos petri se homogenizaron con movimientos circulares y se esperó hasta que gelifique el medio.

Después de preparar los platos se incubaron durante 24 horas a $35^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ para los mesófilos aerobios y 48 horas a $35^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ para los coliformes totales. Después del proceso de incubación se prosiguió al conteo de las colonias encontradas en los platos y se recolectaron los datos obtenidos.

3.3.8 Análisis de purga

Para medir la purga prepararon cubos iguales de $2\times 2\times 2\text{cm}$ y se pesaron en el día cero. A los 7 días se secó el producto y la bandeja con papel absorbente y así contabilizar el líquido perdido por la carne durante 7 días. Los datos fueron obtenidos por diferencia del peso inicial y peso final del producto.

$$[2] \text{Purga}(\%) = \frac{W_0 - W}{W_0} \times 100\%$$

Donde:

W_0 : Peso carne tratada con salmuera.

W : Peso carne día 7.

3.3.9 Rendimiento (%)

Para medir la ganancia de peso, se pesaron los tratamientos previos a la adición de salmuera y se pesaron luego del proceso de masajeo y por diferencia de pesos se determinó que tanto fue capaz de retener cada tratamiento.

$$[3] \text{Rendimiento}(\%) = \frac{W_1}{W} \times 100$$

Donde:

W_1 : Carne previo a la adición de salmuera

W : Carne después de la inyección

3.3.10 Análisis sensorial

Se realizó un análisis de aceptación con un panel de 12 personas no capacitadas, conformado por estudiantes de la Carrera de Agroindustria Alimentaria. La temperatura de cocción se midió en el centro geotérmico del producto utilizando un termómetro de inserción para asegurar que esta llegara a $71^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Posteriormente se cortaron las muestras en cubos iguales de $2 \times 2 \times 2 \text{cm}$. Las muestras de los diferentes tratamientos se colocaron en platos con códigos numéricos al azar para identificarlas.

En cada cabina los panelistas tenían un vaso con agua y galletas soda para limpiar el paladar entre cada muestra, un plato con las 3 muestras y la hoja para evaluar los atributos de las muestras. Los atributos evaluados por los panelistas fueron color, aroma, suavidad, sabor y aceptación general, los cuales se evaluaron con una escala hedónica de 1 a 5 para cada atributo (5= Me gusta mucho, 1= Me desagrada mucho). También se realizó un análisis de preferencia entre los dos tratamientos más aceptado con un panel de 100 personas en el puesto de ventas de Zamorano. Se realizó el análisis estadístico T-Student para conocer si existió una preferencia significativa de un producto sobre el otro.

3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó Bloques Completos al Azar (BCA) con medidas repetidas en el tiempo, en el que las repeticiones representaban los bloques y cada bloque cuenta con tres tratamientos, para un total de 9 unidades experimentales. El cuadro 2 ejemplifica el diseño utilizado.

Cuadro 2. Diseño experimental.

BLOQUES	0% mangostán (0M)	50% mangostán (50M)	100% mangostán (100M)
Repetición 1	0MR1	50MR1	100MR1
Repetición 2	0MR2	50MR2	100MR2
Repetición 3	0MR3	50MR3	100MR3

Las variables fuerza de corte, color, pH, valor de TBA, y atributos sensoriales entre el día cero y a los 7 días de su tratamiento se evaluaron como medidas repetidas en el tiempo; para determinar si existió un cambio significativo en las variables. Las medias de los valores a los cero y 7 días después de aplicados los tratamientos, las variables purga y conteos de aerobios y coliformes totales se midieron únicamente en el día 7.

Los resultados se analizaron por medio de un análisis de varianza ANDEVA con una separación de medias Tukey, con significancia 95%; se realizó un análisis de residuales para evaluar normalidad en los datos. Los valores de purga y pH se corrigieron haciendo uso de arcoseno y antilogaritmo respectivamente y se realizó análisis de correlación, para

determinar factores de correlación entre las variables evaluadas, además, los resultados del análisis de preferencia se analizaron por medio de la prueba T-Student. El valor de purga, únicamente fue medido en el día 7. Todos los análisis se desarrollaron utilizando el programa “Statistical Analysis System” SAS® Versión 9.1.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS DE COLOR

4.1.1 Valor L*

Al evaluar la luminosidad en el día cero se pudo observar una diferencia significativa entre tratamientos ($P<0.05$), siendo el tratamiento conteniendo la salmuera con 0% jugo de mangostán el que presentó mayor claridad, y el tratamiento que contiene la salmuera con 100% jugo de mangostán la más oscura.

Al evaluar los tratamientos en el día 7, se encontró diferencia significativa entre tratamientos ($P<0.05$), siendo nuevamente el tratamiento conteniendo salmuera con 0% jugo de mangostán la que presenta mayor claridad, a diferencia del tratamiento que contiene salmuera con 100% jugo de mangostán que sigue siendo la más oscura.

Al evaluar el efecto del tiempo entre cada tratamiento, se encontró una diferencia significativa ($P<0.05$) en los tratamientos conteniendo salmuera con 100% jugo de mangostán y salmuera conteniendo 50% jugo de mangostán, los cuales tuvieron en el día 7 mayor descenso en el valor L*. Estos valores concuerdan con los reportados por Georgantelis (2006), quien luego de evaluar el poder antioxidante en el quitosán, presenta una misma tendencia en cuanto a la luminosidad en el producto; la cual disminuye a través del tiempo como producto de oxidación lipídica. El cuadro 3 detalla las medias de valor L*, a través del tiempo.

Cuadro 3. Medias de valor L*, a través del tiempo.

Tratamiento	Valor L* día 0 Media \pm DE ^σ	Valor L* día 7 Media \pm DE
Control	34.69 \pm 3.13 ^{c(x)}	36.49 \pm 2.10 ^{c(y)}
50% Jugo de mangostán.	31.20 \pm 2.90 ^{b(x)}	28.26 \pm 0.64 ^{b(y)}
100% Jugo de mangostán.	27.18 \pm 4.65 ^{a(x)}	18.65 \pm 3.00 ^{a(y)}
CV(%)^λ	11.80	8.93

a-c Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes ($P<0.05$)

x-y Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes ($P<0.05$)

^λ CV Coeficiente de variación. ^σDE Desviación estándar.

4.1.2 Valor a*

Al evaluar el valor a* en el día cero, vemos que no hay una diferencia significativa entre los tratamientos, ($P>0.05$), al evaluar los tratamientos en el día 7, notamos en todos los tratamientos un incremento en el valor de a*, siendo el tratamiento con salmuera 100% jugo de mangostán diferencia significativa ($P<0.05$); el mangostán está compuesto por azúcares fermentables que pueden generar color oscuro incrementando así la tonalidad roja en el tratamiento (Bravo 1998), este incremento en el color del valor de a* concuerda con lo reportado por Cheng (2006), quien luego de probar diferentes compuestos para carne mejorada, presenta una misma tendencia en el incremento de valor de a* a través del tiempo. El cuadro 4 detalla las medias de valor a*, obtenidas a través del tiempo.

Cuadro 4. Medias de valor de a*, a través del tiempo.

Tratamiento	Valor a* día 0 Media \pm DE^σ	Valor a* día 7 Media \pmDE
Control	14.47 \pm 1.74 ^{a(x)}	16.52 \pm 1.54 ^{b(y)}
50% Jugo de mangostán.	16.29 \pm 1.35 ^{a(x)}	17.35 \pm 1.82 ^{b(y)}
100% Jugo de mangostán.	16.19 \pm 1.44 ^{a(x)}	24.36 \pm 1.46 ^{a(y)}
CV(%)^λ	9.76	8.64

a-b Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes ($P<0.05$)

x-y Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes ($P<0.05$)

^λ CV Coeficiente de variación

^σDE Desviación estándar

4.1.3 Valor b*

Al evaluar valor b* en el día cero, encontramos diferencia significativa ($P<0.05$) entre el tratamiento conteniendo salmuera con 0% jugo de mangostán y los tratamientos conteniendo jugo de mangostán en su formulación.

Al evaluar los tratamientos en el día 7, encontramos que los tratamientos que contienen jugo de mangostán en su formulación presentaron diferencia significativa ($P<0.05$) siendo estos más amarillos que el tratamiento conteniendo salmuera con 0% jugo de mangostán, se encontró diferencia significativa en el tiempo ($P<0.05$) en los tres tratamientos, lo que concuerda con lo reportado por Scanlin (2002), quien luego de probar extracto de romero como un antioxidante reportó una misma tendencia para el valor de b*, a través del tiempo.

Esta coloración amarillenta es debido a que fue necesario utilizar la fruta completa (pericarpio y pulpa), para aprovechar las propiedades antioxidantes en el mangostán, lo cual aportó una coloración cobriza. El cuadro 5 detalla las medias de valor b*, a través del tiempo.

Cuadro 5. Medias de valor b*, a través del tiempo.

Tratamiento	Valor b* día 0 Media ± DE^σ	Valor b* día 7 Media ±DE
Control	14.09±2.23 ^{b(x)}	13.97±2.94 ^{b(x)}
50% Jugo de mangostán.	19.01±1.37 ^{a(x)}	19.90±2.98 ^{a(x)}
100% Jugo de mangostán.	19.16±0.88 ^{a(x)}	20.09±1.29 ^{a(x)}
CV(%)^λ	9.22	14.16

a-b Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

x-y Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

^λ CV Coeficiente de variación

^σDE Desviación estándar

4.2 ANÁLISIS DE PH

Al analizar el pH en el día cero, encontramos diferencias significativas entre los tres tratamientos (P<0.05), se pudo observar además que el control conteniendo salmuera con 0% jugo de mangostán presentó un pH significativamente más ácido, seguido del tratamiento conteniendo salmuera con 50% jugo de mangostán y finalmente el que presento pH más cercano al neutro fue el tratamiento conteniendo salmuera con 100% jugo de mangostán, ésta basicidad en los tratamientos conteniendo jugo de mangostán es debido a que este tiene un pH de 6.7 (Orduz 1998).

Se encontró un efecto significativo en el tiempo (P<0.05), ya que en el día 7 se encontró un incremento en los tres tratamientos, sin diferencia significativa entre ellos (P>0.05), lo cual concuerda con Epley (2009), quien asegura que durante el proceso de maduración existe un incremento significativo en el pH de la carne, esto debido a que hay un proceso de degradación de proteínas para dar paso a péptidos y aminoácidos, también existe una liberación de iones de sodio y calcio por parte del retículo sarcoplasmático, todo esto conlleva a un incremento de la presión osmótica de las células musculares y por consiguiente un incremento del pH. El cuadro 6 detalla las medias de pH, obtenidas a través del tiempo.

Cuadro 6. Medias de valor pH, a través del tiempo.

Tratamiento	pH día 0 Media ± DE^σ	pH día 7 Media ± DE
Control	6.16±0.00 ^{c(x)}	6.40±0.08 ^{a(y)}
50% Jugo de mangostán.	6.23±0.02 ^{b(x)}	6.35±0.13 ^{a(y)}
100% Jugo de mangostán.	6.31±0.02 ^{a(x)}	6.52±0.09 ^{a(y)}
CV(%)^λ	0.38	1.69

a-c Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

x-y Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

^λ CV Coeficiente de variación

^σDE Desviación estándar

4.3 ANÁLISIS DE FUERZA DE CORTE

Al evaluar la fuerza de corte podemos observar una reducción significativa (P<0.05) a través del tiempo en todos los tratamientos, esto se puede avalar con lo aseverado por Chaves (2005); el que asegura que procesos de maduración y añejamiento en carne de res tienen un efecto considerable en la terneza de la misma; esto debido a varios procesos bioquímicos que incluyen: rompimiento de proteínas miofibrilares en las bandas “A” e “I”, seguido de la fragmentación en la línea “Z”, estas actividades están dadas gracias a la acción de dos sistemas enzimáticos endógenos principales la calpaína y catepsina, las cuales se activan después de la muerte del animal. El cuadro 7 detalla las medias de fuerza de corte, obtenidas a través del tiempo.

Cuadro 7. Medias de fuerza de corte, a través del tiempo

Tratamiento	Fuerza de corte Newton (N) día 0 Media ± DE^σ	Fuerza de corte Newton (N) día 7 Media ± DE	Diferencia día 0- día 7 Media ± DE
Control	170.00±20.00 ^{a(x)}	80.00±9.20 ^{a(y)}	90.00±39.73 ^a
50% Jugo de mangostán.	110.00±10.00 ^{b(x)}	40.00±7.50 ^{b(y)}	70.00±23.99 ^a
100% Jugo de mangostán.	120.00±4.35 ^{b(x)}	40.00±5.00 ^{b(y)}	80.00±19.38 ^a
CV(%)^λ	11.32	11.16	34.6

a-b Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

x-y Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

^λ CV Coeficiente de variación. ^σDE Desviación estándar.

Valores por encima a los 88 Newton (N) se consideran como carne dura, y valores de 58-60 Newton (N) son considerados como carne suave (USDA 1997), lo que quiere decir que nuestros valores demuestran que hubo un suavizamiento en nuestra carne, cabe mencionar que dicho suavizamiento fue en el día cero y no a través del tiempo.

4.4 VALOR DE TBA

Al evaluar el valor de TBA se encontró que no hubo diferencia significativa en los tres tratamientos al día cero ($P > 0.05$).

Al evaluar el valor de TBA en el día 7, se encontró efecto significativo en el tiempo ($P < 0.05$) para el tratamiento conteniendo salmuera con 100% jugo de mangostán, estos valores pueden compararse con lo reportado por Han (2004), el cual luego de estudiar el potencial antioxidante de diferentes hierbas obtuvo una misma tendencia en el valor de TBA a través del tiempo, estos valores también siguen una tendencia con lo reportado por Yeon (2003); quien reporta la misma tendencia en valor de TBA a través del tiempo al usar hierbas con compuestos fenólicos.

Valores de TBA por encima de 0.60 pueden ser reconocidos por consumidores inexpertos, y valores por encima de 2.00 se consideran rancios e inaceptables para el consumidor. (Nassu 2001), al analizar las diferencias del día 7 con respecto al día cero vemos que el mangostán tiene su efecto en el proceso inicial y no a través del tiempo. El cuadro 8 detalla las medias y diferencias obtenidas a través del tiempo.

Cuadro 8. Medias de valor de TBA, a través del tiempo.

Tratamiento	Valor TBA Media \pm DE ^o (mg MDA/kg carne)	Valor TBA día 7 Media \pm DE (mg MDA/kg carne)	Diferencia día 0 - día 7 Media \pm DE
Control	0.11 \pm 0.01 ^{a(x)}	0.19 \pm 0.03 ^{a(x)}	0.08 \pm 0.01 ^a
50% Jugo de mangostán	0.10 \pm 0.02 ^{a(x)}	0.18 \pm 0.01 ^{a(x)}	0.08 \pm 0.01 ^a
100% Jugo de mangostán	0.05 \pm 0.03 ^{a(x)}	0.14 \pm 0.04 ^{b(y)}	0.07 \pm 0.01 ^a
CV(%)^λ	8.03	6.62	16.32

MDA Malonaldehido

a-b Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

x-y Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

^λ CV Coeficiente de variación

^oDE Desviación estándar

4.4.1 Análisis de correlación valor L* a* con TBA

Se realizó un análisis de correlación entre las variables L* y a* con respecto al valor de TBA en el día 7, los que presentaron correlación significativa ($P < 0.05$), siendo este factor de correlación negativo, lo que significa que a menor sea el valor de TBA mayor va a ser la luminosidad y color rojo en el día 7. El cuadro 9 detalla los valores y probabilidad de correlación.

Cuadro 9. Análisis correlación L*, a* y valor de TBA.

	L* día 7	a* día 7
Valor TBA día 7	-0.70 ^º 0.02 ^º	-0.88 ^º 0.01 ^º

^º Valores de correlación.

^º Probabilidad.

4.5 ANÁLISIS SENSORIAL

4.5.1 Color

Al evaluar el atributo sensorial color en el día cero, se observa que los panelistas encontraron diferencia significativa ($P < 0.05$) entre el control y los tratamientos conteniendo jugo de mangostán en su formulación, siendo mejor evaluado por los panelistas el tratamiento conteniendo 0% jugo de mangostán, el resto de los tratamientos fueron igualmente evaluados, lo cual nos indica que a los panelistas aceptan el color cobrizo impartido por la fruta a los tratamientos.

En el día 7, se puede observar nuevamente una diferencia significativa ($P < 0.05$) entre el control y los tratamientos que contienen jugo de mangostán en su formulación, siendo esta vez mejor calificados por los panelistas los tratamientos conteniendo 50% jugo de mangostán y 100% jugo de mangostán.

Dentro de la escala hedónica los valores en el día 0 para los tratamientos conteniendo salmuera con 0% y 100 %jugo de mangostán se ubicaron en “me disgusta poco” a diferencia del día siete en el que los panelistas lo ubicaron en “ni me gusta ni me disgusta” lo que quiere decir que no tiene efecto significativo para ellos el agregar estos aditivos en la carne. Para el tratamiento conteniendo 50% de mangostán en el día cero y 7 los panelistas lo ubicaron en valores cercanos a me gusta, por lo que el sabor aportado por el

jugo de mangostán a las piezas cárnicas fue bien aceptado por los panelistas. El cuadro 10 detalla las medias obtenidas para el atributo sensorial color, a través del tiempo.

Cuadro 10. Medias para el atributo sensorial color, a través del tiempo.

Tratamiento	Color día 0 Media ±DE^σ	Color día 7 Media ±DE
Control	2.16±0.45 ^{b(x)}	3.41±0.36 ^{b(y)}
50% Jugo de mangostán.	4.08±0.65 ^{a(x)}	4.16±0.26 ^{a(y)}
100% Jugo de mangostán.	2.50±0.60 ^{b(x)}	3.85±0.53 ^{ab(y)}
CV(%)^λ	19.44	10.07

a-b Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

x-y Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

^λ CV Coeficiente de variación

^σDE Desviación estándar

4.5.2 Sabor

Al evaluar el atributo sabor en el día cero, podemos observar una diferencia significativa (P<0.05) entre el tratamiento conteniendo salmuera con 50% jugo de mangostán y los tratamientos conteniendo salmuera con 0% jugo de mangostán y 100% jugo de mangostán, los cuales fueron igualmente evaluados. El cuadro 11 detalla las medias obtenidas para el atributo sensorial sabor, a través del tiempo.

Cuadro 11. Medias para el atributo sensorial sabor, a través del tiempo.

Tratamiento	Sabor * día 0 Media ±DE^σ	Sabor* día 7 Media ±DE
Control	2.50±0.45 ^{b(x)}	3.43±0.40 ^{b(y)}
50% Jugo de mangostán.	3.58±0.25 ^{a(x)}	4.43±0.47 ^{a(y)}
100% Jugo de mangostán.	3.00±0.40 ^{ab(x)}	3.06±0.60 ^{b(x)}
CV(%)^λ	12.14	13.46

a-b Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

x-y Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

^λ CV Coeficiente de variación. ^σDE Desviación estándar

En el día 7, se puede observar el mismo patrón en el que el tratamiento mejor evaluado fue el conteniendo salmuera con 50% mangostán, seguido de los tratamientos conteniendo salmuera con 100% jugo de mangostán y 0% jugo de mangostán.

Se encontró un efecto significativo en el tiempo ($P < 0.05$) en todos los tratamientos, siendo todos mejor calificados que en el día 7 que en el día 0. El tratamiento conteniendo 0% jugo de mangostán fue ubicado en el día cero dentro de la escala hedónica en “me disgusta poco” y 50% jugo de mangostán valores cercanos a “me gusta” y el tratamiento con 100% jugo de mangostán en “ni me gusta ni me disgusta”. En el día 7 los tratamientos con 0% y 100% jugo de mangostán se ubicaron en “ni me gusta ni me disgusta”, a diferencia del tratamiento con 50% jugo de mangostán que fue ubicado en “me gusta mucho”.

Cabe mencionar que el mangostán contiene azúcares fermentables; los cuales durante el proceso de maduración de la carne pudieron agregar sabores fermentados (Bravo 1998); los cuales no fueron identificados, de igual manera sabores típicos de carne en estado de rancidez no fueron detectados por el consumidor.

4.5.3 Aroma

Al evaluar el atributo sensorial aroma en el día cero, podemos observar que no hay diferencia significativa entre los tratamientos ($P > 0.05$).

En el día 7 se encuentra diferencia significativa ($P < 0.05$) entre el tratamiento conteniendo jugo de mangostán y los tratamientos conteniendo salmuera con 0 y 100% jugo de mangostán, se encontró un efecto significativo en el tiempo ($P < 0.05$) para los tratamientos conteniendo salmuera con 0% y 100% jugo de mangostán, los cuales fueron menos aceptados en el día cero.

Estos valores se ubicaron en la escala hedónica para el día cero en “Me gusta poco” lo que significaría que al panelista le gusta el aroma que tiene la carne en el día cero y que en el día 7 no fueron capaces de identificar aromas típicos de la oxidación de lípidos presentes en la carne ya que todos los valores estaban cercanos a “me gusta”, dichos aromas están formados por compuestos cíclicos en su mayoría compuestos de nitrógeno y azufre. (Brewer 2007). El cuadro 12 detalla las medias para el atributo sensorial aroma, a través del tiempo.

Cuadro 12. Medias para el atributo sensorial aroma, a través del tiempo.

Tratamiento	Aroma día 0 Media \pm DE^σ	Aroma día 7 Media \pmDE
Control	3.60 \pm 0.36 ^{a(x)}	3.31 \pm 0.38 ^{b(y)}
50% Jugo de mangostán.	3.80 \pm 0.38 ^{a(x)}	4.10 \pm 0.39 ^{a(y)}
100% Jugo de mangostán.	3.68 \pm 0.40 ^{a(x)}	3.56 \pm 0.45 ^{ab(y)}
CV(%)^λ	10.28	11.49

a-b Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

x-y Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

^λ CV Coeficiente de variación. ^σDE Desviación estándar

4.5.4 Suavidad

Al evaluar el atributo suavidad en el día cero, notamos que hay una diferencia significativa (P>0.05) entre los tratamientos conteniendo jugo de mangostán en su formulación a diferencia del que contiene salmuera con 0% jugo de mangostán. Muchos son los factores que influyen la suavidad en la carne de res, dentro de estos podemos mencionar el pH, contenido de tejido conectivo; el cual puede variar aun dentro del mismo músculo, en el día cero todos los tratamientos tenían el mismo pH, lo que puede ser un factor importante en la calificación del atributo sensorial suavidad.

En el día 7, encontramos que no hay diferencia significativa entre los tratamientos, (P>0.05). En este estudio la carne sufrió un proceso de maduración además que como se mencionó antes, el pH es un factor clave para el atributo sensorial suavidad y en el día 7 todos los tratamientos obtuvieron el mismo pH, lo cual explica que no haya diferencia significativa entre los tratamientos.

Se encontró efecto significativo (P<0.05) en el tiempo en cada tratamiento, siendo todos mejor evaluados en el día 7, esto debido a que la carne fue sometida a un proceso de maduración el cual tienen un efecto considerable en la terneza de la misma (Epley 2009), Luego de analizar los coeficientes de variación, vemos que los valores obtenidos son bajos, lo que indica que la suavidad estaba muy marcada entre los tratamientos.

En el día cero estos valores se ubicaron dentro de la escala hedónica en “ni me gusta ni me disgusta” a diferencia del día 7 en el que todos se ubicaron en me gusta poco, esto pudo ser dado que el pH tuvo un incremento significativo en todos los tratamientos por lo que su capacidad de retener agua fue mayor para el día 7. El cuadro 13 detalla las medias para el atributo sensorial suavidad, a través del tiempo.

Cuadro 13. Medias para el atributo sensorial suavidad a través del tiempo.

Tratamiento	Suavidad día 0 Media \pm DE^σ	Suavidad día 7 Media \pmDE
Control	2.96 \pm 0.37 ^{b(x)}	3.41 \pm 0.38 ^{a(y)}
50% Jugo de mangostán.	3.75 \pm 0.25 ^{a(x)}	4.23 \pm 0.27 ^{a(y)}
100% Jugo de mangostán.	3.29 \pm 0.40 ^{ab(x)}	3.78 \pm 0.30 ^{a(y)}
CV(%)^λ	10.20	8.59

a-b Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

x-y Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

^λ CV Coeficiente de variación.

^σDE Desviación estándar

4.5.5 Aceptación general

Al evaluar la aceptación general en el día cero, se pudo observar una diferencia significativa (P<0.05) entre los tratamientos conteniendo jugo de mangostán en su formulación y el tratamiento conteniendo salmuera con 0% jugo de mangostán. El cuadro 14 detalla las medias para aceptación general a través del tiempo.

Cuadro 14. Medias para aceptación general, a través del tiempo.

Tratamiento	Aceptación General día 0 Media \pmDE^σ	Aceptación General día 7 Media \pmDE
Control	2.83 \pm 0.35 ^{b(x)}	3.40 \pm 0.40 ^{b(y)}
50% Jugo de mangostán.	3.83 \pm 0.33 ^{a(x)}	4.63 \pm 0.30 ^{a(y)}
100% Jugo de mangostán.	3.16 \pm 0.35 ^{ab(x)}	3.83 \pm 0.37 ^{b(y)}
CV(%)^λ	10.48	9.02

a-b Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

x-y Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

^λ CV Coeficiente de variación

^σDE Desviación estándar

En el día 7 encontramos diferencia significativa (P<0.05) entre los tratamientos, siendo el tratamiento conteniendo salmuera con 50% jugo de mangostán el mejor aceptado por los panelistas, se encontró diferencia significativa en el tiempo (P<0.05), siendo todos mejor evaluados en el día 7, esto debido al proceso de maduración al que fue sometido cada

tratamiento. En general se puede decir que el tratamiento conteniendo salmuera con 50% jugo de mangostán tuvo mejor aceptación tanto para el día cero como para el día 7, ya que dentro de la escala hedónica sus valores se ubicaron en ‘ni me gusta ni me disgusta’ y ‘me gusta poco’ para los días cero y 7 respectivamente.

4.5.6 Preferencia

Los valores obtenidos en la evaluación sensorial de preferencia fueron analizados estadísticamente mediante la prueba T-Student, utilizando una significancia de 95%, dicha prueba indica que se necesita que 59 de 100 panelistas prefieran una muestra para que esta sea significativamente preferida sobre la otra. El cuadro 15 detalla los valores expresados por la Tabla T-Student para 100 panelistas.

Cuadro 15. Tabla T-Student para 100 panelistas.

N panelistas	Nivel de significancia (%)
	95
100	59

Se encontró que el tratamiento conteniendo salmuera con 50% jugo de mangostán fue preferido al tratamiento conteniendo salmuera con 100% jugo de mangostán, ya que 65 panelistas prefirieron este producto sobre el otro. El cuadro 16 detalla los resultados obtenidos en el análisis de preferencia.

Cuadro 16. Resultados del análisis sensorial de preferencia.

Tratamiento	No. Panelistas que prefieren el tratamiento.
100% Jugo de mangostán.	35
50% Jugo de mangostán.	65

4.6 RENDIMIENTO

Al evaluar el rendimiento entre los tres tratamientos no se encontró diferencia significativa entre los mismos, esto se puede comparar con lo afirmado por Sebranek (2009); quien asegura que al marinar carne con una solución con compuestos alcalinos como los fosfatos, los cuales facilitan el ligado de agua por parte de la pieza cárnica.

Cabe recalcar que los fosfatos o cualquier compuesto alcalino son mucho más efectivos en la presencia de sal dado que dado que incrementan el pH de la carne, lo cual es un factor clave para incrementar la capacidad de retención de agua (Cheng 2003). El cuadro 17 detalla los porcentajes de ganancia de peso para cada tratamiento.

Cuadro 17. Medias de porcentaje de rendimiento.

Tratamiento	% Ganancia en peso Media \pmDE^σ
Control	10.97 \pm 0.74 ^a
50% Jugo de mangostán.	11.57 \pm 1.03 ^a
100% Jugo de mangostán.	11.47 \pm 0.31 ^a
CV(%)^λ	3.54

a-Medias en la misma columna con misma letra son estadísticamente iguales (P>0.05)

^λ CV Coeficiente de variación

^σDE Desviación estándar

4.7 PURGA

Al evaluar la purga en los tratamientos se encontró que el tratamiento conteniendo salmuera con 50% jugo de mangostán fue el que presentó mayor porcentaje de purga, Factores intrínsecos como la relación agua/proteína influye en la capacidad de retención de agua; disminuyendo dicha capacidad conforme aumenta esta relación, así como el contenido de tejido conectivo presente en la matriz cárnica, la cual puede variar aún dentro de un mismo músculo.

Estos valores concuerdan con los obtenidos por Montana (2001), los que indican que es normal pérdidas en 3% del peso en carne de res. El cuadro 18 detalla las medias de los porcentajes de purga de los tratamientos en el día 7 del estudio.

Cuadro 18. Medias de porcentaje en purga.

Tratamiento	% Purga Media \pm DE ^σ
Control	3.11 \pm 0.14 ^b
50% Jugo de mangostán.	4.28 \pm 0.37 ^a
100% Jugo de mangostán.	3.74 \pm 0.09 ^{ab}
CV(%)^λ	5.61

a-b Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

^λ CV Coeficiente de variación

^σDE Desviación estándar

4.8 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Los conteos microbiológicos fueron tomados por triplicado en el día 7 de estudio, y encontramos que los conteos para *aerobios totales* así como *coliformes totales* están dentro de la norma que establece el límite máximo emitido por el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria (SENASA 1999). El cuadro 19 detalla los valores obtenidos en conteos microbiológicos en el día 7 del estudio.

Cuadro 19. Medias de Aerobios mesófilos totales (Log₁₀ UFC/g) y Coliformes totales, día 7.

Tratamiento	Aerobios totales (Log ₁₀ UFC/g) día 7 Media \pm DE ^σ	Coliformes totales (Log ₁₀ UFC/g) día 7 Media
Control	5.19 \pm 0.45a	4.37 \pm 0.40a
50% Jugo de mangostán.	5.87 \pm 0.25a	4.42 \pm 0.47a
100% Jugo de mangostán.	5.91 \pm 0.40a	4.42 \pm 0.60a

a-Medias en la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales (P>0.05)

^σDE Desviación Estándar

4.8.1 Límites microbiológicos

El cuadro 20 detalla los límites microbiológicos para carne de res en Honduras, emitido por el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria (SENASA).

Cuadro 20. Límites microbiológicos permitidos para carne de res fresca en Honduras.

Microorganismo	Valor de UFC/g referencia
<i>Salmonella spp.</i>	Ausente en 25g
<i>Mesófilos aerobios totales</i>	1X10 ⁶
<i>Listeria spp.</i>	100
<i>Staphylococcus aureus</i>	100
<i>Escherichia coli</i>	5X10 ³ /gramo

Fuente: Senasa 1999.

4.9 ANÁLISIS COSTOS

Los cuadros 21 y 22, detallan los costos variables para los tratamientos conteniendo la salmuera tradicional utilizada por la misma y tratamiento con 50% jugo de mangostán.

Cuadro 21. Costos variables tratamiento conteniendo salmuera sin jugo de mangostán.

Lomo de res con 0% jugo de mangostán (tanda de 100 kg)			
Ingredientes	Cantidad kg	Costo (L/kg)	Costo total
Agua	11.00	0.00	0.00
Sal Yodada	0.50	6.47	3.24
Lomo de res	100.00	106.70	10,670.00
Tripolifosfato de Sodio	0.50	41.54	20.77
Costos directos en Lempiras			10,694.01
Ganancia en peso (%)			11.57
Peso final			111.57
L/kg			95.85

Cuadro 22. Costos variables tratamiento conteniendo salmuera con 50% jugo de mangostán.

Lomo de res con 50% jugo de mangostán (tanda de 100kg)			
Ingredientes	Cantidad kg	Costo (L/kg)	Costo total
mangostán	1.36	35.00	47.60
Agua	11.00	0.00	0.00
Sal Yodada	0.50	6.47	3.24
Lomo de res	100.00	106.70	10,670.00
Tripolifosfato de Sodio	0.50	41.54	20.77
Costos directos en Lempiras			10,741.61
Ganancia en peso (%)			11.57
Peso final			111.57
L/kg			96.27

5. CONCLUSIONES

- El uso de salmueras conteniendo jugo de mangostán reduce fuerza de corte en bistecs de *Longissimus dorsi*.
- El agregar jugo de mangostán no tiene efecto significativo sobre los valores de TBA de los bistecs, a través del tiempo del estudio.
- Los atributos aroma, color, sabor y suavidad fueron mejor aceptados a través del tiempo en los tratamientos conteniendo jugo de mangostán en su formulación.
- Los tratamientos conteniendo jugo de mangostán en su formulación fueron más rojizos, amarillentos y oscuros durante el estudio, siendo el color en el tratamiento con 50% mangostán el más aceptado por los panelistas.
- Al finalizar el estudio todos los tratamientos contaron con un mismo pH, el cual era cercano a básico lo cual ayuda a mejorar la capacidad de retención de agua.
- El tratamiento conteniendo 50% jugo de mangostán en su formulación fue el que presentó mayor porcentaje de purga en el día 7 del estudio.
- No hubo diferencia significativa en el rendimiento en los diferentes tratamientos, durante el estudio.
- Todos los tratamientos se encontraron dentro de los límites microbiológicos permitidos para carne de res Fresca.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar futuras investigaciones para evaluar efecto antimicrobial en jugo de mangostán.
- Investigar efecto jugo de mangostán en textura en la carne

7. BIBLIOGRAFÍA

Baublits, R.T. 2005. Effects of enhancement with varying phosphate types and concentrations, at two different pump rates on beef biceps femoris instrumental color characteristics. *Meat Science Journal*, 71: 265-276.

Bravo, L. 1998. Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolism, and Nutritional Significance. *Nutrition Reviews*. 56: 11.

Brewer, M.S. 2006. Chemistry of Beef Flavor - Executive Summary. National Cattlemen's Beef Association. Department of Food Science and Human Nutrition, University of Illinois.

Chaves, J. 2005. Maduración o añejamiento de las carnes (en línea). Consultado el 10 de septiembre de 2009. Disponible en. [http:// www.corfoga.org.html](http://www.corfoga.org.html)

Cheng, H.W. 2003. Effect of phosphate with tumbling on lipid oxidation of precooked roast beef. *Meat Science Journal*, 65: 1353–1359.

Epley J. 2009. Aging Beef (en línea). Consultado 20 de septiembre de 2009. Disponible en. <http://www.extension.umn.edu/distribution/nutrition/DJ5968.html>

Georgantelis, D. 2007, Effect of rosemary extract chitosan and a-tocopherol on lipid oxidation and colour stability during frozen storage of beef burgers. *Meat Science Journal*, 75:256–264.

Gonzales, M.T. 2008. Antioxidant properties of plum concentrates and powder in precooked roast beef to reduce lipid oxidation. *Meat Science Journal*, 80: 997-1004.

Han, J. 2004. Antioxidant properties of selected Oriental non-culinary/nutraceutical herb extracts as evaluated in raw and cooked meat. *Meat Science Journal*, 70:25-33.

Kathirvel, P. 2009. Identification of the compound in a potent cranberry juice extract that inhibits lipid oxidation in comminuted muscle . *Meat Science Journal*, 115:924-932.

Kaur, C. 2001. Antioxidants in fruits and vegetables, the millennium's health. *International Journal of Food Science and Technology*, 36: 703-725

Kroker, M.A. 2008. Evaluación del uso de jugos comerciales de marañón y ciruela pasa sobre las propiedades físico-químicas, microbiológicas y sensoriales de carne mejorada de cerdo. Tesis Lic. Ing. Agroindustria. Honduras. Zamorano. 32p

- Lawrence, T.E. 2003. Effects of enhancing beef Longissimus with phosphate plus salt, or calcium lactate plus non-phosphate water binders plus rosemary extract. *Meat Science Journal*, 67: 129-137.
- Maddock. 2008. Formulación de marinados para carne fresca de porcino, consultado el 19 de septiembre de 2009 disponible en: <http://www.carnetec.com/MembersOnly/technology/details.aspx?item=1673#1>
- Mateos, M. 2004. Uso de aditivos en la industria cárnica, red alimentaria, revista en línea consultada el 19 de septiembre de 2009 disponible en: http://www.redalimentaria.com/revista/notas.php?id_articulo=155&tipo=detalles&titulo=ADITIVOS%20EN%20LA%20INDUSTRIA%20C%81RNICA
- Molina, M.E. 2005. Enhancing palatability traits in beef chuck muscles. *Meat science Journal*, 71: 52-61.
- Montana. 2001, Basic Chemistry of Meat (en línea). Consultado el 17 de Mayo de 2009. Disponible en: <http://www.aamp.com/meetings/Statemeetings.asp>
- Nassu, R.T. 2001. Oxidative stability of fermented goat meat sausage with different levels of natural antioxidant. *Meat Science Journal*, 63: 43-49.
- Nilar. 2002. Xanthones from the heartwood of *Garcinia mangostana* *Phytochemistry Journal*, 60:541-548.
- Orduz, J. 1998. Avances de investigación en frutas tropicales promisorios para el departamento del Meta. 7p. (Boletín Técnico no. 25).
- Sebranek, J. 2009. Determinando niveles de inyecciones ideales para productos frescos de carne de bovino (en línea). Consultado el 23 de julio de 2009. Disponible en <http://www.carnetec.com/MembersOnly/technology/details.aspx?item=1639>
- Servicio de Inspección de Seguridad alimentaria de EEUU.1995. EEUU. 354p.
- Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria. 1999. Normas microbiológicas de alimentos. Honduras. 30p.
- Shahidi, F. 2000. Antioxidants in food and food antioxidants. *Food Chemistry Journal*, 44:158-163.
- Thompson, J. 2002. Managing meat tenderness. *Meat Science Journal*, 62: 295–308.
- United States Department of Agriculture. Livestock (USDA). 1997. Meat and Poultry (en línea). Consultado el 15 de Octubre de 2009. Disponible en <http://www.gipsa.usda.gov/GIPSA/webapp?area=home&subject=lmp&topic=ea-foo97>

Vandendriessche F. 2008. Meat products in the past, today and in the future. *Meat Science Journal*, 78:104–113.

Yeon, L.J. 2003. The antioxidant properties of baechu-kimchi and freeze-dried kimchi-powder in fermented sausages. *Meat Science Journal*, 69: 741-747.

8. ANEXOS

Anexo 1. Formato utilizado para el análisis sensorial de aceptación.

HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL					
Nombre:					
Fecha:					
Instrucciones:	Marque con una X la calificación que a su criterio posee cada muestra en un rango del 1 al 5, bajo los siguientes parámetros.				
Muestra #:	_____				
Color:	1	2	3	4	5
	Me desagrada mucho	me desagrada poco	No me agrada ni me desagrada	Me agrada poco	Me agrada mucho.
Aroma:	1	2	3	4	5
	Me desagrada mucho	me desagrada poco	No me agrada ni me desagrada	Me agrada poco	Me agrada mucho.
Textura:	1	2	3	4	5
	Me desagrada mucho	me desagrada poco	No me agrada ni me desagrada	Me agrada poco	Me agrada mucho.
Sabor:	1	2	3	4	5
	Me desagrada mucho	me desagrada poco	No me agrada ni me desagrada	Me agrada poco	Me agrada mucho.
Aceptación General:	1	2	3	4	5
	Me desagrada mucho	me desagrada poco	No me agrada ni me desagrada	Me agrada poco	Me agrada mucho.

Anexo 2. Formato utilizado para el análisis sensorial de preferencia.

Hoja de evaluación sensorial Prueba de preferencia:	
Nombre:	_____
Fecha:	_____
Instrucciones:	Por favor pruebe primero el producto con el código 504. A continuación pruebe el producto con el código 187. Ahora que ha probado ambos productos, ¿Cuál prefiere?
Código 504:	_____
Código 187:	_____