Efecto del mejoramiento y dos tipos de empaques en las características físicas, microbiológicas y sensoriales de bistecs del músculo *Infraspinatus* de res

Ana Gabriela Ocampo Arriaga
Dennis Humberto Pinto Padilla

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2011

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Efecto del mejoramiento y dos tipos de empaques en las características físicas, microbiológicas y sensoriales de bistecs del músculo *Infraspinatus* de res

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

Presentado por

Ana Gabriela Ocampo Arriaga
Dennis Humberto Pinto Padilla

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2011

Efecto del mejoramiento y dos tipos de empaques en las características físicas, microbiológicas y sensoriales de bistecs del músculo *Infraspinatus* de res

Presentado por:

Ana Gabriela Ocampo Arriaga
Dennis Humberto Pinto Padilla

Aprobado:

Adela M. Acosta, Dra. C.T.A. Asesora principal	Luis Fernando Osorio, Ph.D. Director Carrera de Agroindustria Alimentaria
Luis Fernando Osorio, Ph.D. Asesor	Raúl Espinal, Ph.D. Decano Académico

RESUMEN

Ocampo, A. y Pinto, D. 2011. Efecto del mejoramiento y dos tipos de empaques en las características físicas, microbiológicas y sensoriales de bistecs del músculo *Infraspinatus* de res. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 28 p.

Los factores de calidad más importante para el consumidor en la carne de res son la suavidad, el sabor y la jugosidad. La industria cárnica ha desarrollado técnicas como la maduración y el marinado para su mejoramiento. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de una salmuera (agua, sal, fosfato y azúcar), la salmuera más uso de la enzima bromelina y dos tipos de empaques (vacío o en bandeja) en bistecs del músculo *infraspinatus.* Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con 6 tratamientos y tres repeticiones con medidas repetidas en el tiempo. Para evitar fatiga en los panelistas el análisis sensorial utilizado fue el diseño de bloques incompletos balanceados (BIB). Se realizó un análisis de varianza con separación de medias Tukey y el efecto del tiempo con la prueba Lambda de Wilks con nivel de significancia de $P \leq 0.05$. Los tratamientos marinados presentaron menor fuerza de corte (N) a través del tiempo siendo el factor mejoramiento el que influyó en el día 1, sin embargo influyeron para el día 7 el mejoramiento y el empaque. Los tratamientos empacados al vacío y mejorados tuvieron menor purga a través del tiempo. El mejoramiento con salmuera más enzima presentó una mejor aceptación para los atributos de sabor, suavidad y aceptación en comparación al control. Se concluye que el uso de la enzima y la salmuera en los bistecs empacados del *M. Infraspinatus* presentan alternativas en la industria cárnica para el mejoramiento de la terneza, rendimiento y purga de la carne, así como también la aceptación general por parte de los consumidores.

Palabras clave: Bromelina, fosfato, terneza de la carne.

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 6

4 CONCLUSIONES 22

5 RECOMENDACIONES 23

6 LITERATURA CITADA 24

7 ANEXOS…….. 27

ÍNDICE DE CUADROS, Y ANEXOS

Cuadros Página

1. Diseño de bloques incompletos balanceados 4
2. Descripción de los tratamientos 5
3. Valores L* de la carne de res a través del tiempo. 6
4. Interacción Valor L* empaque×mejoramiento. 7
5. Interacción de factores color L*..... 7
6. Valores a* de la carne de res a través del tiempo. 8
7. Valores b* de la carne de res a través del tiempo. 9
8. Fuerza de corte (N) de la carne de res a través del tiempo. 13
9. Interacción fuerza de corte empaque × mejoramiento. 14
10. Rendimiento (%) durante la cocción de la carne de res a través del tiempo..... 15
11. Efecto de los factores y la interacción entre ellos en el % rendimiento de cocción. 16
12. Liberación de purga de la carne (%) a través del tiempo..... 17
13. Interacción purga empaque × mejoramiento..... 18
14. Conteo de aerobios totales (Log_{10}UFC/g)..... 19
15. Conteo de coliformes totales (Log_{10}UFC/g) a los días 0,7 y 14. 17
16. Evaluación sensorial del color de la carne a través del tiempo..... 18
17. Evaluación sensorial del sabor de la carne a través del tiempo. 19
18. Evaluación sensorial de la jugosidad de la carne a través del tiempo..... 19
19. Evaluación sensorial de la suavidad de la carne a través del tiempo. 23
20. Evaluación sensorial de la aceptación general de la carne a través del tiempo. 23
21. Correlación Pearson entre variables sensoriales analizadas. 24
22. Correlación Pearson entre fuerza de corte y suavidad. 24

Anexos Página

1. Hoja de evaluacion sensorial para carne marinada…… 27
2. Flujo de proceso de elaboración de carne marinada……..... 28

1. INTRODUCCIÓN

Cambios en el estilo de vida de la sociedad actual han causado gran impacto en el consumo de carne. La preferencia por los atributos como la rapidez de preparación, conveniencia, calidad y la preocupación por salud han influenciado estos cambios. El atributo de calidad más importante identificado por el consumidor es la suavidad (Sullivan y Calkins 2010). Es por esta razón que la industria cárnica ha desarrollado diversas técnicas que permitan el mejoramiento de este factor importante. Entre estas técnicas se ha desarrollado la maduración y el marinado, empleando diversas sustancias que contengan propiedades de mejoramiento de la terneza de la carne.

La suavidad es un atributo complejo porque depende de varios factores tales como la cantidad de colágeno soluble, el estado físico de las proteínas miofibrilares y el marmoleo de la carne, entre otros (López *et al.* 2004). La estructura del musculo tiene mayor efecto en la suavidad de la carne, sin embargo, el manejo antes de la cosecha, la cosecha, la maduración y el mejoramiento de la carne juegan una mayor parte en la calidad de la carne alcanzada al final del producto. El proceso de maduración incluye la degradación proteolítica de las proteínas en la carne por proteasas dependientes de calcio resultando en un efecto directo sobre la suavidad por la actividad de las proteasas y la disponibilidad de calcio (Toldrá 2010).

Mientras podemos encontrar estudios de mejoramiento de la carne en los músculos *semitendinosos, longuisimus dorsi, gracilis, adductor*, entre otros, es raro encontrar estudios realizados en el *infraspinatus*. Este es un musculo con un tejido conectivo pesado en el centro del musculo. A pesar de ser un musculo suave, el consumidor se ve constantemente desilusionado por este tejido conectivo, sin embargo su remoción ha tenido efectos positivos y de valor agregado para la industria cárnica (Kolle y Savell 2003). Según Johnson *et al.* (1988), El *infraspinatus* debido a su tamaño y suavidad es adecuado para la producción de carne como un musculo individual. Es por esta razón que se decidió evaluar este musculo en el presente estudio.

Existen tratamientos para suavizar la carne química o físicamente como el uso de enzimas exógenas proteolíticas originarias de plantas, bacterias y hongos además del uso de sal y fosfatos. Una de las enzimas con alto potencial debido a que tiene un estatus GRAS (generalmente reconocida como segura) y por su alta disponibilidad y bajo costo es la bromelina, la cual es extraída de los tallos de la piña y además tiene una acción general sobre el sustrato, solubilizando el 51% de las proteínas del tejido conectivo y el 33% de las proteínas solubles en soluciones salinas (López *et al*. 2004).

El uso de salmueras, soluciones de agua, sal y otros ingredientes funcionales son altamente usados en la industria. Concentraciones de sal (0.5-1.0%) son usadas para mejorar la retención de humedad en las carnes frescas, debido al incremento en cargas negativas en las proteínas que a su vez incrementa las propiedades de retención de agua en la mezcla cárnica. Es esta interacción la que hace que se hinche la estructura proteica lo cual genera un gran impacto en los rendimientos de cocción, jugosidad y suavidad.

Al igual que la sal, el fosfato se reconoce por su capacidad de retención de agua. Los fosfatos también facilitan la remoción de proteínas miofibrilares transversas que en la presencia de sal solamente sirven para delimitar el hinchamiento de las miofibrillas y la extracción de la miosina (Tarté 2009). La sal y el fosfato mejoran los rendimientos y palatabilidad pero también influencian el color de la carne y la vida anaquel. Estudios han demostrado que estas soluciones mejoran o reducen el color (Baublits *et al.* 2005).

Según estudios de Lee y Yoon (2001), el empacado al vacío reduce la fuerza de corte a medida se da la maduración de la carne. Así mismo, se conoce que atmosferas altas en oxigeno pueden resultar en un decrecimiento de la suavidad de la carne debido a la pérdida de humedad (Zakrys *et al.* 2008).

El presente estudio pretende evaluar el efecto de una salmuera y una salmuera conteniendo bromelina en dos tipos de empaques en los bistecs del músculo *infraspinatus* de res.

- Caracterizar el color y textura de los diferentes tratamientos en los días 1, 7 y 14.
- Evaluar el rendimiento y purga de los tratamientos en los días 1 y 7.
- Evaluar aerobios totales y coliformes totales de los tratamientos en los días 1, 7 y 14.
- Determinar sensorialmente la aceptación de los tratamientos en los días 1, 7 y 14

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación. El estudio fue realizado en la Planta de Procesamiento de Productos Cárnicos de Zamorano. Los análisis físicos y químicos se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ), los análisis microbiológicos se realizaron en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos de Zamorano (LMAZ), y los análisis sensoriales se realizaron en el Laboratorio de Evaluación Sensorial, todos ubicados en el Valle del Yegüare, Departamento de Francisco Morazán, km 30 carretera a Danlí, Honduras.

Metodología. Se utilizó el musculo *Infraspinatus* de los animales cosechados en la planta de cárnicos Zamorano, la enzima bromelina, fosfato, azúcar y sal. Los músculos obtenidos de los diferentes animales fueron cortados en forma de bistec y mezclados. Los bistecs mezclados se dividieron en seis grupos:

1-2. Control, carne sin mejoramiento, empacada al vacío y en bandejas
3-4. Carne con salmuera de sal, fosfato, azúcar, empacada al vacío y en bandejas
5-6. Carne con salmuera mas enzima (bromelina), empacada al vacío y en bandejas

Se prepararon dos soluciones de 2.2 lb de agua purificada a temperatura ambiente, mezclando la salmuera (188g sal 70.46%, 25.64g azúcar 9.61% y 53.18g fosfato 19.93%) y la enzima (10g) (3.61%) más salmuera (96.39%). Esta mezcla se dejó solubilizar por 5 minutos. Una vez realizadas las soluciones los bistecs fuero sumergidos durante 1 minuto para luego ser empacadas al vacío o en bandejas. Inmediatamente después fueron almacenadas a 2 °C y 85 % HR.

Análisis Físicos. Se analizó la fuerza de corte y color en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ) a los días 1, 7 para bandeja y a los día 1, 7 y 14 para vacío.

Para el análisis de la fuerza de corte utilizó el Brookfield Texture Analyzer CT3 utilizando la sonda TA7 bajo la norma de la ASTM C1252 (ASTM 2006). Las muestras de carne se cortaron en cubos de 5×1×0.5 cm y los resultados se registraron en newton (N).

El color se midió bajo la norma oficial de la ASTM D6290 (ASTM 2005). Se utilizó el Colorflex Hunter Lab® evaluando los valores L*, a* y b*; siendo L* la luminosidad reflejada en un rango de +100 blanco a 0 negro. El valor a* mide en el espectro visible los

colores del verde al rojo, siendo a* (-60) verde y a* (+60) rojo. El valor b* mide los colores del espectro que van del azul al amarillo, siendo b* (-) azul y b* (+) amarillo.

Análisis microbiológicos. Se realizó en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos de Zamorano a los días 1, 7 para tratamientos con empaque de bandeja y a los día 1, 7 y 14 para tratamientos con empaque de vacío. Se utilizó el método estándar descrito por el "Bacteriological Analytical Method" (BAM), desarrollado por Maturin y Peeler (2001). Se cuantificaron coliformes totales en medio de cultivo "Agar Rojo Violeta Bilis" (VRBA) y aerobios totales en medio de cultivo "Plate Count Agar" (PCA), La técnica de siembra utilizada fue regado. Las diluciones sembradas fueron -3 y -4 para aerobios totales, -2 y -3 para coliformes totales. Los platos se inocularon con 0.1 ml de solución preparada a partir de 10 gramos de carne diluidos en 90 ml de agua peptonada esterilizada y se incubaron invertidas con la tapa hacia abajo a 37 °C durante 48 horas.

Análisis sensorial. Las pruebas se realizaron en el Laboratorio de Evaluación Sensorial Zamorano. Los 6 tratamientos (t) fueron evaluados a los días 1 y 7 por un panel no entrenado compuesto por 36 personas con hábitos de consumo de carne. A cada panelista se le entregó una hoja de evaluación con una escala hedónica de nueve puntos (1= me disgusta extremadamente; 9= me gusta extremadamente) para los siguientes atributos: color, sabor, suavidad, jugosidad, y aceptación general. Se utilizó el diseño de bloques completos balanceados donde se le daban 3 muestras a cada panelista (k). Siendo evaluadas 6 veces las muestras en cada bloque de 12 panelistas (r). Los panelista evaluaban una vez las muestras en cada sesión (λ). El numero de replicas del diseño ($p \times r$) que tiene que ser al menos 18 para obtener el numero de estimaciones precisas y este fue exactamente 18 (Meilgaard *et al*. 1999).

Cuadro 1. Diseño de bloques incompletos balanceados
t= 6 k=3 r=6 λ=1 p=3

Panelistas	**Muestras**		
1	456	247	189
2	813	715	925
3	247	189	456
4	925	813	715
5	813	456	715
6	247	925	189
7	925	247	813
8	456	189	715
9	925	456	813
10	189	247	715
11	715	189	813
12	456	247	925

Conotrol bandeja (456); Control vacío (813); Fosfato bandeja (247); Fosfato vacío (715); Bromelina bandeja (189); Bromelina vacío (925).

Diseño experimental y análisis estadístico. El diseño experimental que se utilizó fue Bloques Completos al Azar (BCA), con 6 tratamientos, 3 repeticiones a los que se les realizó medidas repetidas en tiempo a los días 1, 7 y 14 para un total de 18 unidades experimentales (Cuadro 2). Para el análisis estadístico de las variables color, textura, análisis microbiológico y análisis sensorial de aceptación se utilizó el programa "Statistical Analytical System" (SAS®) versión 9.1. Se hizo un análisis de varianza con un modelo lineal general (GLM) y se aplicó la separación de medias Tukey con la probabilidad significativa menor o igual a 5% ($P \leq 0.05$). Los porcentajes de rendimiento y purga se pasaron arcosenos porque los porcentajes determinan límites y estos deben transformarse a datos más reales para tener una libertad teorética para variar. También se analizó el efecto del tiempo en los atributos sensoriales, análisis físicos y microbiológicos con la prueba Lambda de Wilks.

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos

Tratamientos	**Mejoramiento**	**Bloques**		
T1	Control carne sin mejoramiento bandeja	T1R1	T1R2	T2R3
T2	Control carne sin mejoramiento vacío	T2R1	T2R2	T2R3
T3	Carne con salmuera bandeja	T3R1	T3R2	T3R3
T4	Carne con salmuera vacío	T4R1	T4R2	T4R3
T5	Carne con salmuera mas enzima bandeja	T5R1	T5R2	T5R3
T6	Carne con salmuera mas enzima vacío	T6R1	T6R2	T6R3

2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudios preliminares evaluando medidas repetidas en el tiempo hasta los días 21 y 28 determinaron el tiempo óptimo de los tratamientos empacados al vacío. Sin embargo, al realizar el estudio, los tratamientos perdieron el vacío, no alcanzando la vida útil esperada en términos de apariencia y microbiológicamente. Según Pearson y Dutson (1999) las bolsas de vacío para carnes frescas deben de tener un OTR (Tasa de transmisión de oxígeno) de 1 a 12 $cm^2/m^2 \times 24h$ a 4 °C para mantener y prevenir la descoloración de la carne. La bolsa utilizada en la planta es de 52 $cm^2/m^2 \times 24h$, por ende debe de ser menor para mantenerse estable a 4 °C, sino, debe bajarse la T° de almacenamiento para asegurar una mayor vida útil. Las temperaturas recomendadas son -1.5 y menor a 2 °C con un OTR de 40 para una vida útil de 40 días. Otra consideración son los mils de la bolsa, en la planta se utilizan de 3 mils, sin embargo según estudios las bolsas adecuadas para la maduración de las carnes deben ser de 4 mils. (Doug Care Equipment, Inc. 2007)

Color instrumental (Valor L*). Se puede observar que los tratamientos presentaron diferencias significativas en la luminosidad de la superficie de la carne (valor L*) a través del tiempo y entre los tratamientos ($P \leq 0.05$). Como podemos observar en el cuadro 3 los resultados coinciden otras investigaciones debido a que la maduración y el empaque tienen un efecto incremental en este valor sobre la carne cruda (Nam y Ahn 2003) y (Lagerstedt *et al.* 2011). Según Jones et al (2004), el valor L^* del músculo *infraspinatus* debe ser de 38.85, valor más luminoso a los obtenidos debido a que este análisis reportado fue realizado justo después de la cosecha.

Cuadro 3. Valores L* de la carne de res a través del tiempo.

	Medidas Repetidas en Tiempo del valor L* (Días)		
	1	**7**	**14**
Tratamiento	**Media ± DE^{e}**	**Media ± DE^{e}**	**Media ± DE^{e}**
T1 Control Bandeja	$29.42 \pm 0.18^{c(x)}$	$30.58 \pm 3.63^{b(x)}$	ND[□]
T2 Control Vacío	$30.67 \pm 0.037^{b(y)}$	$32.63 \pm 4.6^{a(x)}$	$32.50 \pm 4.03^{a(x)}$
T3 Salmuera Bandeja	$29.35 \pm 0.16^{c(y)}$	$30.27 \pm 3.69^{b(x)}$	ND
T4 Salmuera Vacío	$30.99 \pm 0.42^{ab(y)}$	$32.39 \pm 3.24^{a(xy)}$	$32.83 \pm 0.84^{a(x)}$
T5 Salmera + Bromelina Bandeja	$29.24 \pm 0.30^{c(y)}$	$30.84 \pm 3.32^{b(x)}$	ND
T6 Salmera + Bromelina Vacío	$31.69 \pm 0.17^{a(y)}$	$32.52 \pm 3.47^{a(x)}$	$32.93 \pm 4.08^{a(x)}$
°CV (%)	1.15	1.62	0.49

[a-b] Medias con letras diferentes en la misma columna indica que hubo diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$).
[x-y] Medias con letras diferentes en la misma fila indica que hubo diferencia significativa en el tiempo ($P \leq 0.05$).
[e] DE Desviación Estándar
°CV Coeficiente de Variación
[□] ND No Disponible

Interacción Valor L*. Para el valor L* de la carne se puede observar en el cuadro 4 que el factor empaque influye para los días 1 y 7, en el músculo *infraspinatus*, presentando diferencias significativas (P≤0.05) para ambos días y para el día 1 se encontró diferencias significativas en la interacción de los dos factores.

Cuadro 4. Interacción Valor L* empaque×mejoramiento.

		L					
		Media ±DE Día 1	**Valor Día 1**	**F**	**Media ±DE Día 7**	**Valor Día7**	**F**
Empaque	Bandeja	29.34±0.35[b]	**<0.001**	**117**	30.57±0.57[b]	**<0.001**	65.2
	Vacío	31.12±0.24[a]			32.51±0.31[a]		
Mejoramiento			0.15	2.3		0.49	0.76
Empaque × mejoramiento			0.042	4.59		0.74	0.31

[a-b] Medias con letras diferentes en la misma columna indica que hubo diferencia estadística significativa (P≤0.05).
[e]DE Desviación Estándar

Se encontró diferencias significativas (P<0.05) en la interacción de factores para el color valor L* en el día 1 como se puede observar en el cuadro 5 el valor más alto de luminosidad lo obtuvo el tratamiento salmuera + bromelina vacio. Esto coincide con otras investigaciones donde la maduración y el empaque tienen un efecto incremental en este valor sobre la carne cruda (Nam y Ahn 2003).

Cuadro 5. Interacción de factores color L*.

	Medidas Repetidas en Tiempo del valor L* (Días)	
	1	**7**
Tratamiento	**Media ± DE[e]**	**Media ± DE[e]**
T1 Control Bandeja	29.42±0.18[c]	30.58±3.63[b]
T2 Control Vacío	30.67±0.037[b]	32.63±4.6[a]
T3 Salmuera Bandeja	29.35±0.16[c]	30.27±3.69[b]
T4 Salmuera Vacío	30.99±0.42[b]	32.39±3.24[a]
T5 Salmera + Bromelina Bandeja	29.24±0.30[c]	30.84±3.32[b]
T6 Salmera + Bromelina Vacío	31.69±0.17[a]	32.52±3.47[a]
°CV (%)	1.15	1.62

[a-b] Medias con letras diferentes en la misma columna indica que hubo diferencia estadística significativa (P≤0.05).
[e]DE Desviación Estándar
°CV Coeficiente de Variación

Color instrumental (Valor a*). No hubo diferencias significativas (P≥0.05) en el valor a* entre los tratamientos debido que al abrir los tratamientos al vacío la deoxymioglobina se convierte en oximioglobina (Cuadro 6). A través del tiempo tampoco se encuentran diferencias, excepto para el tratamiento salmuera vacío. Resultados que coinciden con Baublits *et al.* (2006), donde los tratamientos tratados con fosfato disminuyeron significativamente en color rojo. El valor a* decreció en bistec empacados al vacío por 15 días de maduración (Lagerstedt *et al.* 2011). Los datos de a* son más bajos que los reportados por Jones *et al.* (2004), donde a* se reportó con un valor de 31.25. El decrecimiento del color rojo y cambio a color café a través del tiempo se da debido al incremento de la tasa de formación de metmioglobina y la desaceleración de la reducción de esta metmioglobina a mioglobina en presencia de oxígeno, causada por la escasez de NADH que se gasta a través del tiempo en el ambiente de oxidación y degradación del músculo (Hui *et al.* 2005).

Cuadro 6. Valores a* de la carne de res a través del tiempo.

	Medidas Repetidas en Tiempo del valor a* (Días)		
	1	**7**	**14**
Tratamiento	**Media ± DE^{e}**	**Media ± DE^{e}**	**Media ± DE^{e}**
T1 Control Bandeja	12.43±0.22$^{a(x)}$	10.44±1.44$^{a(x)}$	ND$^{\square}$
T2 Control Vacío	12.55±0.28$^{a(x)}$	11.07±1.91$^{a(x)}$	10.92±0.17$^{a(x)}$
T3 Salmuera Bandeja	11.87±0.62$^{a(x)}$	11.06±2.76$^{a(x)}$	ND
T4 Salmuera Vacío	12.54±0.28$^{a(x)}$	9.59±0.91$^{a(y)}$	7.85±0.58$^{a(y)}$
T5 Salmuera + Bromelina Bandeja	13.62±1.34$^{a(x)}$	10.33±2.18$^{a(x)}$	ND
T6 Salmuera + Bromelina Vacío	12.79±0.45$^{a(x)}$	11.76±3.83$^{a(x)}$	11.12±2.12$^{a(x)}$
°CV (%)	6.77	14.9	15.22

$^{a-b}$ Medias con letras iguales en la misma columna indica que no hubo diferencia estadística significativa (P≥0.05)
$^{x-y}$ Medias con letras diferentes en la misma fila indica que hubo diferencia significativa en el tiempo (P≤0.05).
^{e}DE Desviación Estándar
°CV Coeficiente de Variación
$^{\square}$ND No Disponible

Color instrumental (Valor b*). Los tratamientos no presentaron diferencias significativas a través del tiempo en el valor del b* (P≥0.05) pero si entre tratamientos P≤0.05. Los resultados del cuadro 7 se relacionan con Baublits *et al.* (2006) b*= 15.2± 2.5, utilizando el *bíceps femoris*, donde no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos con fosfatos y controles en un tiempo de 7 días.

Cuadro 7. Valores b* de la carne de res a través del tiempo.

	Medidas Repetidas en Tiempo del valor b* (Días)		
	1	**7**	**14**
Tratamiento	**Media ± DE^{e}**	**Media ± DE^{e}**	**Media ± DE^{e}**
T1 Control Bandeja	11.35±0.27$^{b(x)}$	13.1±1.39$^{a(x)}$	ND$^{\square}$
T2 Control Vacío	11.55±0.21$^{ab(x)}$	11.92±2.22$^{a(x)}$	14.89±0.14$^{a(x)}$
T3 Salmuera Bandeja	12.12±0.27$^{ab(x)}$	11.64±1.43$^{a(x)}$	ND
T4 Salmuera Vacío	11.50±0.23$^{ab(x)}$	12.08±1.73$^{a(x)}$	11.48±0.67$^{b(x)}$
T5 Salmera + Bromelina Bandeja	12.73±0.47$^{a(x)}$	11.47±0.90$^{a(x)}$	ND
T6 Salmera + Bromelina Vacío	12.09±0.45$^{ab(x)}$	12.00±2.49$^{a(x)}$	14.23±0.65$^{a(x)}$
°CV (%)	3.74	19.33	5.05

$^{a-b}$ Medias con letras diferentes en la misma columna indica que hubo diferencia estadística significativa (P≤0.05).
$^{x-y}$ Medias con letras iguales en la misma fila indica que no hubo diferencia significativa en el tiempo (P≥0.05).
^{e}DE Desviación Estándar
°CV Coeficiente de Variación
$^{\square}$ND No Disponible

Fuerza de corte (newton). Los tratamientos con salmuera y salmuera + enzima mostraron diferencias a través del tiempo, demostrando que la salmuera + enzima tuvo mayor efecto sobre los tratamientos (Cuadro 8.). Estos resultados coinciden con los de Pietrasik y Shand *et al.* (2011), donde los tratamientos conteniendo sal/fosfato y enzima tuvieron una menor fuerza de corte después de 7 días de maduración y empacados al vacío en comparación al control utilizando el Warner- Bratzler shear force en el músculo *semitendinoso*.

Según Lagerstedt *et al.* (2011), la fuerza de corte normalmente decrece con mayores tiempos de maduración, bistecs madurados al vacío en nuestro estudio tuvieron una menor fuerza de corte que aquellos en bandejas. Según el estudio de Lagerstedt *et al.* (2011), las atmosferas altas en oxígeno promueven el endurecimiento de la carne. Una de las teorías es debido a que las enzimas involucradas en la suavización de la carne pueden ser oxidadas por el alto contenido de oxígeno, resultando en una desaceleración o interrupción del proceso. Otra teoría es que los enlaces intermusculares que involucran enlaces disulfuro son formados en la miosina, llevando a un endurecimiento de la carne.

Cuadro 8. Fuerza de corte (N) de la carne de res a través del tiempo.

	Medidas Repetidas en Tiempo (Días)		
	1	**7**	**14**
Tratamiento	**Media ± DE^{e}**	**Media ± DE^{e}**	**Media ± DE^{e}**
T1 Control Bandeja	32.64±0.88$^{a(x)}$	31.21±0.84$^{a(x)}$	ND$^{\square}$
T2 Control Vacío	32.35±3.01$^{a(x)}$	29.2±1.65$^{ab(x)}$	28.18±1.66$^{a(x)}$
T3 Salmuera Bandeja	28.68±0.86$^{ab(x)}$	25.8±0.99$^{bc(y)}$	ND
T4 Salmuera Vacío	27.88±1.50$^{abc(x)}$	23.84±0.70$^{c(y)}$	22.37±0.99$^{b(y)}$
T5 Salmuera + Bromelina Bandeja	23.44±0.58$^{cb(x)}$	18.57±1.18$^{d(y)}$	ND
T6 Salmuera + Bromelina Vacío	22.47±1.67$^{c(x)}$	16.29±0.71$^{d(y)}$	15.37±1.16$^{c(y)}$
°CV (%)	7.53	5.73	8.18

$^{a-b}$ Medias con letras diferentes en la misma columna indica que hubo diferencia estadística significativa (P≤0.05).
$^{x-y}$ Medias con letras diferentes en la misma fila indica que hubo diferencia significativa en el tiempo (P≤0.05).
^{e}DE Desviación Estándar
°CV Coeficiente de Variación
$^{\square}$ND No Disponible

Interacción fuerza de corte. La interacción que existió entre el empaque × mejoramiento se puede ver en el cuadro 9, donde la fuerza de corte (N) presentó diferencias significativas (P≤0.05) para el factor de mejoramiento, lo que nos indica que el mejoramiento influye en la fuerza de corte para los días 1 y 7 en el músculo *infraspinatus* no así el empaque o la interacción entre los factores.

Cuadro 9. Interacción fuerza de corte empaque × mejoramiento.

		Fuerza de corte					
		Media ±DE Día 1	Prob	Valor F	Media ±DE Día 7	Prob	Valor F
Empaque	Bandeja				25.19±1.22[a]	**0.0097**	
	vacío		0.504	0.48	23.11±1.28[b]		10.2
Mejoramiento	Control	32.5±1.08[a]			30.22±1.02[a]		
	Salmuera	28.8±1.05[b]	**<0.0001**	**30.7**	24.82±1.22[b]	**<0.0001**	**129**
	Salmuera + B	22.95±0.71[c]			17.43±1.44[c]		
Empaque × mejoramiento			0.96	0.04		0.98	0.03

[b] Medias con letras diferentes en la misma columna indica que hubo diferencia estadística significativa (P≤0.05).
[e] DE Desviación Estándar

El tiempo tuvo un efecto suavizante en los tratamientos con marinado. La adición de sal, fosfato y agua aumentan el pH causando una expansión miofibrilar actuando sinérgicamente para despolimerizar los filamentos de miosina y disociar parcialmente la actomiosina; esto resulta en un rompimiento estructural teniendo un efecto en el decrecimiento de la fuerza de corte, coincidiendo con los resultados de Pietrasik y Shand (2011). Proteínas son extraídas y a la misma vez hay un incremento en los sitios de unión de agua, por lo cual incrementa la interacción vía enlaces de hidrogeno. Un incremento en la solubilización proteica y retención de agua, una matriz de proteína y agua se forma, requiriendo menor fuerza de corte. Las enzimas actúan fragmentando las miofibrillas, rompiendo la estructura rígida de la matriz.

Análisis de rendimiento. El tiempo no tuvo efecto en el rendimiento de la carne empacada P≥0.05. En el cuadro 10 se puede observar que no hay diferencias entre los tratamientos contradiciendo investigaciones de Tarté (2009) donde los altos rendimientos son alcanzados por el incremento en cargas negativas en las proteínas debido a la sal que a su vez incrementan las propiedades de retención de agua de la matriz cárnica hinchando la matriz. Aún así, los porcentajes obtenidos están dentro de los parámetros de perdida esperado para carne de res, entre 20 y 40% (Lawrie 1998), similares a los obtenidos en este estudio.

Cuadro 10. Rendimiento (%) durante la cocción de la carne de res a través del tiempo.

	Medidas Repetidas en Tiempo % (Días)	
	1	**7**
Tratamiento	**Media ± DE^{e}**	**Media ± DE^{e}**
T1 Control Bandeja	71.09±1.50$^{ab(x)}$	68.81±2.02$^{ab(x)}$
T2 Control Vacío	68.33±2.64$^{ab(x)}$	67.28±1.48$^{ab(x)}$
T3 Salmuera Bandeja	73.05±3.77$^{ab(x)}$	71.70±2.58$^{a(x)}$
T4 Salmuera Vacío	66.21±0.31$^{b(x)}$	66.16±1.46$^{b(x)}$
T5 Salmera + Bromelina Bandeja	75.30±3.03$^{a(x)}$	68.82±2.21$^{ab(x)}$
T6 Salmera + Bromelina Vacío	69.53±2.87$^{ab(x)}$	67.08±2.02$^{ab(x)}$
°CV (%)	3.09	1.9

$^{a-b}$ Medias con letras diferentes en la misma columna indica que hubo diferencia estadística significativa (P≤0.05).
$^{x-y}$ Medias con letras iguales en la misma fila indica que no hubo diferencia significativa en el tiempo (P≥0.05).
^{e}DE Desviación Estándar
°CV Coeficiente de Variación

Según Chacón (2005), que encontró que a medida que procede la maduración la capacidad de retención de agua aumenta como consecuencia de la libración de proteínas miofibrilares como producto de la acción proteolítica, esto puede explicar el porqué no hubo diferencia del rendimiento de cocción a través del tiempo.

Interacción rendimiento. Para el porcentaje de rendimiento de la carne se puede observar en el cuadro 11 que el factor empaque influye para los días 1 y 7, en el músculo *infraspinatus*, presentando diferencias significativas para ambos días. El factor mejoramiento y la interacción entre ellos no tuvieron efecto sobre el rendimiento.

Cuadro 11. Efecto de los factores y la interacción entre ellos en el % rendimiento de cocción.

Rendimiento							
		Media ±DE Día 1	Prob	Valor F	Media ±DE Día 7	Prob	Valor F
Empaque	Bandeja	72.82±3.76[a]	**0.0031**	**15**	70.03±2.20[a]	**0.0018**	**17.9**
	Vacío	68.03±2.64[b]			66.83±1.46[b]		
Mejoramiento			0.19	1.94		0.66	0.65
Empaque × mejoramiento			0.46	0.85		0.18	0.18

[a-b] Medias con letras diferentes en la misma columna indica que hubo diferencia estadística significativa (P≤0.05).

ɵDE Desviación Estándar

El empaque tuvo efecto en el rendimiento ya que los tratamientos con bandeja tuvieron un mayor rendimiento que los empacados al vacío. De los tratamientos en bandeja, el tratamiento con salmuera fue el que menos perdida tuvo a través del tiempo, efecto causado por el incremento en la capacidad de retención de agua como efecto del fosfato y sal. Los tratamientos al vacío tuvieron un menor rendimiento desde el día 1 del estudio. Esto se puede explicar debido a la purga que perdieron estos tratamientos, debido a que los tratamientos en bandeja tuvieron mayor purga que los tratamientos al vacío, es por esto que al momento de cocción los tratamientos en bandeja tuvieron menor pérdida de peso que los tratamientos al vacío.

Análisis de purga. Se puede observar en el cuadro 12 que hubo diferencias significativas (P≤0.05) entre los tratamientos para ambos días, no obstante el tiempo no tuvo efecto en los tratamientos a excepción de los tratamientos empacados al vacío con salmuera y salmuera + enzima.

Cuadro 12. Liberación de purga de la carne (%) a través del tiempo

	Medidas Repetidas en Tiempo % (Días)	
	1	**7**
Tratamiento	**Media ± DE[e]**	**Media ± DE[e]**
T1 Control Bandeja	$1.67\pm0.23^{a(x)}$	$1.83\pm0.23^{a(x)}$
T2 Control Vacío	$1.00\pm0.00^{b(x)}$	$1.26\pm0.20^{b(x)}$
T3 Salmuera Bandeja	$1.00\pm0.00^{b(x)}$	$1.00\pm0.00^{b(x)}$
T4 Salmuera Vacío	$0.00\pm0.00^{c(y)}$	$0.56\pm0.09^{c(x)}$
T5 Salmera + Bromelina Bandeja	$1.00\pm0.00^{b(x)}$	$1.00\pm0.00^{b(x)}$
T6 Salmera + Bromelina Vacío	$0.00\pm0.00^{c(y)}$	$0.5\pm0.08^{c(x)}$
°CV (%)	15.15	14.62

[a-b] Medias con letras diferentes en la misma columna indica que hubo diferencia estadística significativa (P≤0.05).
[x-y] Medias con letras diferentes en la misma fila indica que hubo diferencia significativa en el tiempo (P≤0.05).
[e]DE Desviación Estándar
°CV Coeficiente de Variación

Según Pietrasik y Shand (2011), la adición de una solución de sal incrementa la fuerza iónica dentro de la matriz, por ende incrementando la capacidad de ligar agua libre, teoría que coincide con los resultados obtenidos ya que podemos observar que el tratamiento con salmuera en bandeja y el tratamiento con salmuera + enzima en bandeja fueron iguales en porcentaje de purga al día 1 y 7. La purga en empaques al vacío es muy poca debido a que hay menor espacio para su formación (Smiddya *et al.* 2002) esto explica por qué los tratamientos al vacío presentaron menor purga que tratamientos en bandejas.

Interacción purga. El porcentaje de purga presentó diferencias significativas (P≤0.05) en el efecto de ambos factores, lo que nos indica que el mejoramiento y el empaque influyen en el porcentaje de purga para los días 1 y 7 en el músculo *infraspinatus*. Sin embargo no existe un efecto en la interacción de los mismos.

La cantidad de purga de los tratamientos fue afectada por el tiempo. El tipo de empaque tuvo efecto en la cantidad de purga ya que los tratamientos al vacío obtuvieron la menor cantidad de purga, de igual manera los tratamientos con marinado, presentaron la purga más baja sin importar la adición de bromelina.

Cuadro 13. Interacción purga empaque × mejoramiento.

		Purga					
		Media ±DE Día 1	**Prob**	**Valor F**	**Media ±DE Día 7**	**Prob**	**Valor F**
Empaque	Bandeja	1.22±0.4[a]	**<0.0001**	**256**	1.27±1.08[a]	**<0.0001**	49.9
	Vacío	0.33±0.04[b]			0.78±1.08[b]		
Mejoramiento	Control	1.33±0.28[a]	**<0.0001**	100	1.55±.28[a]	**<0.0001**	**54.5**
	Salmuera	0.5±0.00 [b]			0.78±0.12[b]		
	Salmuera + B	0.5±0.00[b]			0.75±0.18[b]		
Empaque × mejoramiento			0.52	4		0.75	0.3

[a-b] Medias con letras diferentes en la misma columna indica que hubo diferencia estadística significativa (P≤0.05).

[e] DE Desviación Estándar

Conteo de aerobios totales. Los conteos microbiológicos de aerobios totales se encuentran por debajo de los parámetros establecidos por SENASA (1995) para carne (Cuadro 14).

Cuadro 14. Conteo de aerobios totales (Log_{10}UFC/g).

Aeróbios	**Medidas Repetidas en tiempo**			
	1	**7**	**14**	**Máximo Legal**
Tratamiento	**Media ± DE**	**Media ± DE**	**Media ± DE**	
T1 Control Bandeja	$5.16\pm0.06^{a(x)}$	$5.20\pm0^{a(x)}$	ND	7-8
T2 Control Vacío	$4.83\pm0.15^{cd(y)}$	$5.17\pm0.05^{a(y)}$	$5.80\pm0.17^{a(x)}$	7-8
T3 Salmuera Bandeja	$4.97\pm0.23^{bc(x)}$	$5.13\pm0.21^{a(x)}$	ND	7-8
T4 Salmuera Vacío	$5.13\pm0.12^{ab(y)}$	$5.30\pm0.2^{a(x)}$	$5.76\pm0.06^{a(x)}$	7-8
T5 Salmuera + Bromelina Bandeja	$4.93\pm0.12^{c(x)}$	$5.13\pm0.12^{a(x)}$	ND	7-8
T6 Salmuera + Bromelina Vacío	$4.73\pm0.12^{d(z)}$	$5.30\pm0.17^{a(y)}$	$5.80\pm0.25^{a(x)}$	7-8
CV (%)	1.4	1.7	1.15	

[a-b] Medias con letras diferentes en la misma columna indica que hubo diferencia estadística significativa (P≤0.05).
[x-y] Medias con letras diferentes en la misma fila indica que hubo diferencia significativa en el tiempo (P≤0.05).
[9]DE Desviación Estándar
°CV Coeficiente de Variación
□ND No Disponible

Se obtuvieron diferencias estadísticas entre los tratamientos y a través del tiempo. Sin embargo observamos como a través del tiempo los tratamientos se comportan iguales, confirmando que a medida se perdió el vacío de los tratamientos así mismo incrementó el crecimiento aerobio de microorganismos.

Conteo de coliformes totales. Los conteos microbiológicos de coliformes totales se encuentran por debajo de los parámetros establecidos por (SENASA 1995) para carne, durante los días 1, 7 y 14 (Cuadro 15).

Cuadro 15. Conteo de coliformes totales (Log_{10}UFC/g) a los días 0,7 y 14.

Coliformes	**Medidas Repetidas en Tiempo**			**Máximo**
	1	**7**	**14**	**Legal**
Tratamiento	**Media ± DE**	**Media ± DE**	**Media ± DE**	
T1 Control Bandeja	1.83±0.12$^{a(x)}$	2.13±0.06$^{a(x)}$	ND	3-4
T2 Control Vacío	1.66±0.25$^{a(y)}$	2.10±0.1$^{a(y)}$	2.96±0.25$^{a(x)}$	3-4
T3 Salmuera Bandeja	1.76.±0.12$^{a(x)}$	2.06±0.15$^{a(x)}$	ND	3-4
T4 Salmuera Vacío	1.83±0.21$^{a(y)}$	2.13±0.05$^{a(y)}$	3.17±0.12$^{a(x)}$	3-4
T5 Salmuera + Bromelina Bandeja	1.56±0.29$^{a(x)}$	2.10±0,01$^{a(x)}$	ND	3-4
T6 Salmuera + Bromelina Vacío	1.83±0.12$^{a(y)}$	2.07±0.15$^{a(y)}$	3.3±0.20$^{a(x)}$	3-4
CV (%)	9.84	4.84	6.58	

$^{a-b}$ Medias con letras iguales en la misma columna indica que no hubo diferencia estadística significativa (P≥0.05).
$^{x-y}$ Medias con letras diferentes en la misma fila indica que hubo diferencia significativa en el tiempo (P≤0.05).
°DE Desviación Estándar
°CV Coeficiente de Variación
ND No Disponible

Podemos observar que no se presentan diferencias significativas (P>0.05) entre tratamientos, sin embargo, se encuentran diferencias significativas en el tiempo, habiendo un crecimiento de los coliformes totales en los tratamientos. Especialmente las bacterias que crecen bien en el empacado al vacío son las enterobacterias, esto explica el comportamiento de nuestros tratamientos causando olores y sabores residuales.

Análisis sensorial. Debido a que los valores de coliformes, aunque dentro del rango legal, se encontraban en el límite alto, se determinó realizar las evaluaciones sensoriales únicamente a los días 1 y 7 del estudio.

Color. Los resultados obtenidos en el cuadro 16 muestran que al día uno no hubo diferencias significativas (P>0.05). Si bien estudios han demostrado que el consumidor prefiere el color de la carne fresca en bandeja por su producción de oximioglobina, en nuestro estudio evaluaron la carne cocida a una misma T° final, se esperaba que la carne fuera aceptada igual con valores, de hecho resultando estos en valores cercanos a "me gusta moderadamente" en el día 7. El tratamiento control vacío presentó diferencias a través del tiempo, bajando la aceptación de los panelistas de "me gusta moderadamente" a "me gusta poco".

Cuadro 16. Evaluación sensorial del color de la carne a través del tiempo.

	Medidas Repetidas en Tiempo (Días)	
	1	**7**
Tratamiento	**Media ± DE^{e}**	**Media ± DE^{e}**
T1 Control Bandeja	$6.74\pm1.44^{a(x)}$	$6.59\pm1.46^{ab(x)}$
T2 Control Vacío	$7.04\pm1.18^{a(x)}$	$6.15\pm1.42^{b(y)}$
T3 Salmuera Bandeja	$7.06\pm1.41^{a(x)}$	$7.17\pm1.30^{a(x)}$
T4 Salmuera Vacío	$6.98\pm1.29^{a(x)}$	$6.78\pm1.59^{ab(x)}$
T5 Salmuera + Bromelina Bandeja	$7.00\pm1.13^{a(x)}$	$6.85\pm1.16^{ab(x)}$
T6 Salmuera + Bromelina Vacío	$7.07\pm1.16^{a(x)}$	$7.02\pm1.31^{a(x)}$
°CV (%)	18.19	20.45

Escala: 1 me disgusta extremadamente 9 me gusta extremadamente

[a-b] Medias con letras diferentes en la misma columna indica que hubo diferencia estadística significativa (P≤0.05).

[x-y] Medias con letras iguales en la misma fila indica que no hubo diferencia significativa en el tiempo (P≥0.05).

[e]DE Desviación Estándar

°CV Coeficiente de Variación

Sabor. El uso de salmueras es reconocido para el mejoramiento del sabor de la carne. En este estudio, como se observa en el cuadro 17, esta tendencia se confirmó al día 7, aumentando la calificación de los panelistas de "me gusta poco" en los controles a "me gusta moderadamente" y "me gusta mucho" en los tratamientos con mejoramiento.

Cuadro 17. Evaluación sensorial del sabor de la carne a través del tiempo.

	Medidas Repetidas en Tiempo (Días)	
	1	**7**
Tratamiento	**Media ± DE^{e}**	**Media ± DE^{e}**
T1 Control Bandeja	6.50±1.55$^{ab(x)}$	5.78±1.37$^{b(y)}$
T2 Control Vacío	6.30±1.16$^{b(x)}$	5.56±1.31$^{b(y)}$
T3 Salmuera Bandeja	6.81±1.33$^{ab(x)}$	6.74±1.28$^{a(x)}$
T4 Salmuera Vacío	6.98±1.40$^{ab(x)}$	6.90±1.46$^{a(x)}$
T5 Salmuera + Bromelina Bandeja	7.20±1.14$^{a(x)}$	6.72±1.33$^{a(x)}$
T6 Salmuera + Bromelina Vacío	7.06±1.52$^{a(x)}$	7.43±1.30$^{a(x)}$
°CV (%)	19.91	20.53

Escala: 1 me disgusta extremadamente 9 me gusta extremadamente
$^{a-b}$ Medias con letras diferentes en la misma columna indica que hubo diferencia estadística significativa (P≤0.05).
$^{x-y}$ Medias con letras diferentes en la misma fila indica que hubo diferencia significativa en el tiempo (P≤0.05).
^{e}DE Desviación Estándar
°CV Coeficiente de Variación

Jugosidad. Se observa que no hay diferencias en la aceptación de jugosidad por parte de los panelistas a través del tiempo (Cuadro 18). Adicionar salmuera + bromelina mejora 1 punto en la escala solamente si es empacada al vacío para ambas medidas repetidas en el tiempo en relación a ambos controles.

Cuadro 18. Evaluación sensorial de la jugosidad de la carne a través del tiempo.

	Medidas Repetidas en Tiempo	
	Día 1	**Día 7**
Tratamiento	**Media ± DE^{e}**	**Media ± DE^{e}**
T1 Control Bandeja	6.39±1.41$^{b(x)}$	6.41±1.21$^{b(x)}$
T2 Control Vacío	6.59±1.23$^{ab(x)}$	6.30±1.47$^{b(x)}$
T3 Salmuera Bandeja	6.93±1.44$^{ab(x)}$	7.06±1.29$^{ab(x)}$
T4 Salmuera Vacío	6.91±1.35$^{ab(x)}$	6.98±1.47$^{ab(x)}$
T5 Salmuera + Bromelina Bandeja	6.94±1.12$^{ab(x)}$	7.00±1.27$^{ab(x)}$
T6 Salmuera + Bromelina Vacío	7.21±1.31$^{a(x)}$	7.30±1.48$^{a(x)}$
°CV (%)	19.31	20.13

Escala: 1 me disgusta extremadamente 9 me gusta extremadamente
$^{a-b}$ Medias con letras diferentes en la misma columna indica que hubo diferencia estadística significativa (P≤0.05).
$^{x-y}$ Medias con letras iguales en la misma fila indica que no hubo diferencia significativa en el tiempo (P≥0.05).
^{e}DE Desviación Estándar
°CV Coeficiente de Variación

Suavidad. A pesar que, como se espera en maduración, sí hubo diferencias significativas en la fuerza de corte por el efecto tiempo, no cambió la aceptación de la suavidad de los tratamientos de los panelistas. La adición de salmuera + bromelina incrementó en comparación al control en 1 valor de "me gusta moderadamente" a "me gusta mucho" como se puede ver en el cuadro 19.

Cuadro 19. Evaluación sensorial de la suavidad de la carne a través del tiempo.

	Medidas Repetidas en Tiempo (Días)	
	1	**7**
Tratamiento	**Media ± DE^{e}**	**Media ± DE^{e}**
T1 Control Bandeja	6.87±1.44$^{b(x)}$	6.72±1.10$^{cb(x)}$
T2 Control Vacío	6.94±1.22$^{b(x)}$	6.53±1.31$^{c(x)}$
T3 Salmuera Bandeja	7.46±1.23$^{ab(x)}$	7.31±1.27$^{ab(x)}$
T4 Salmuera Vacío	7.28±1.43$^{ab(x)}$	7.20±1.39$^{abc(x)}$
T5 Salmuera + Bromelina Bandeja	7.43±1.27$^{ab(x)}$	7.40±0.98$^{a(x)}$
T6 Salmuera + Bromelina Vacío	7.85±0.97$^{a(x)}$	7.70±1.22$^{a(x)}$
°CV (%)	17.44	17.077

Escala: 1 me disgusta extremadamente 9 me gusta extremadamente
[b] Medias con letras diferentes en la misma columna indica que hubo diferencia estadística significativa (P≤0.05).
[x-y] Medias con letras iguales en la misma fila indica que no hubo diferencia significativa en el tiempo (P≥0.05).
[e]DE Desviación Estándar
°CV Coeficiente de Variación

Aceptación General. Si bien al día uno sólo se encontraron diferencias en la aceptación de los consumidores entre controles y salmuera + bromelina como se observa en el cuadro 20, para el día 7 la diferencia se amplía al incluir todos los tratamientos con salmuera sobre los controles.

Cuadro 20. Evaluación sensorial de la aceptación general de la carne a través del tiempo.

	Medidas Repetidas en Tiempo (Días)	
	1	**7**
Tratamiento	**Media ± DE^{e}**	**Media ± DE^{e}**
T1 Control Bandeja	6.63±1.20$^{b(x)}$	6.33±1.12$^{b(x)}$
T2 Control Vacío	6.67±1.06$^{b(x)}$	6.15±1.23$^{b(y)}$
T3 Salmuera Bandeja	7.17±1.14$^{ab(x)}$	7.15±1.20$^{a(x)}$
T4 Salmuera Vacío	7.19±1.21$^{ab(x)}$	7.11±1.54$^{a(x)}$
T5 Salmuera + Bromelina Bandeja	7.37±0.92$^{a(x)}$	7.11±0.90$^{a(x)}$
T6 Salmuera + Bromelina Vacío	7.37±1.15$^{a(x)}$	7.43±1.25$^{a(x)}$
°CV (%)	15.9	17.83

Escala: 1 me disgusta extremadamente 9 me gusta extremadamente
[a-b] Medias con letras diferentes en la misma columna indica que hubo diferencia estadística significativa (P≤0.05).
[x-y] Medias con letras diferentes en la misma fila indica que hubo diferencia significativa en el tiempo (P≤0.05).
[e]DE Desviación Estándar
°CV Coeficiente de Variación

Análisis de correlación. La correlación que existió entre las variables sensoriales analizadas es explicada en el cuadro 21. Se puede observar que todas las variables sensoriales de la carne más importantes para el consumidor tienen una correlación positiva con la aceptación general del producto. La decisión de compra del consumidor está determinada por factores sensoriales incluidos el color, la apariencia, la suavidad, jugosidad, aroma y sabor, por ende, la percepción del consumidor es un factor clave para establecer una decisión de compra (Zakrys *et al.* 2009).

Cuadro 21. Correlación Pearson entre variables sensoriales analizadas.

Variables	**Correlación de Pearson**	
	Coeficiente %	**Probabilidad > |r|**
Aceptación general – sabor	97.27%	0.0001
Aceptación general- color	81.19%	0.0013
Aceptación general – suavidad	95.14%	0.0001
Aceptación general – jugosidad	94.54%	0.0001

Las correlaciones negativas que existió entre la fuerza de corte (N), la suavidad y la aceptación general en evaluación sensorial se pueden ver en el cuadro 22.

Cuadro 22. Correlación Pearson entre fuerza de corte y suavidad.

Variables	**Correlación de Pearson**	
	Coeficiente %	**Probabilidad > |r|**
Fuerza de corte-suavidad	-74.13%	0.0058
Fuerza de corte-jugosidad	-81.95%	0.0011
Fuerza de corte-aceptación general	-70.99%	0.009

Se puede observar que existe una correlación negativa entre las variables; a mayor fuerza de corte (N), menor evaluación sensorial de los atributos suavidad, jugosidad y aceptación general de la carne, lo que indica que el panel sensorial no entrenado pudo diferenciar los tratamientos más suaves y jugosos coincidiendo con la fuerza de corte más baja reportada por el Brookfield Texture Analyzer TC3.

4. CONCLUSIONES

- Ni los mejoramientos estudiados, ni el efecto de la interacción entre ellos, tienen efecto sobre los valores de color a*, b* en los bistecs del M. *Infraspinatus*, sin embargo, el tipo de empaque tuvo influencia en L*, ya que al vacío se producen tratamientos más luminosos que en bandeja.

- La fuerza de corte disminuye en el tiempo cuando se adicionan salmueras a la carne, la cual es aún menor al incluir bromelina. El factor empaque tiene efecto en la suavidad produciendo al vacío bistecs más suaves.

- Tanto el uso de salmuera como la interacción del factor empaque disminuyen la purga, mientras que la adición de bromelina a la salmuera no tiene efecto sobre la misma.

- El empaque al vacío de los bistecs del *M. Infraspinatus* produce menos rendimiento de cocción que el empaque en bandeja, sin importar la adición de salmuera o bromelina en la salmuera.

- Los atributos sensoriales de sabor, jugosidad y suavidad en los bistecs del *M. Infraspinatus* fueron los que obtuvieron mayor correlación con la aceptación sensorial general.

- El mejoramiento con salmuera y bromelina presentó una mejor aceptación para los atributos de sabor, suavidad y aceptación en comparación al control.

5. RECOMENDACIONES

- Llevar a cabo un estudio de vida anaquel óptimo de la carne mejorada al vacío almacenada a diferentes temperaturas de refrigeración.

- Conducir un estudio de vida anaquel aplicando diferentes atmósferas modificadas y tipos de vacío en carnes mejoradas.

- Realizar un estudio con diferentes cantidades de vacío y una bolsa con menor transmisión de oxígeno (OTR) a diferentes temperaturas de sellado para carnes mejoradas.

6. LITERATURA CITADA

ASTM (2005). ASTM D6290-05e1: standard test method for color determination of plastic pellets. Consultado 20 de Septiembre de 2011. Disponible en: http://www.astm.org/Standards/D6290.htm

ASTM (2006). ASTM C1252-06: Standard test method for uncompacted void content of fine aggregate (as influenced by particule shape, surface texture, and grading). Consultado 20 de Septiembre de 2011. Disponible en: http://www.astm.org/Standards/C1252.htm

Baublits, R.T., Pohlman, F.W., Brown, A.H. y Johnson, Z.B. 2005. Effects of enhancement with varying phosphate types and concentrations, at two different pump rates on beef biceps femoris instrumental color characteristics. Meat Science 71(2): 264-276.

Baublits, R.T., Pohlman, F.W., Brown, A.H. y Johnson, Z.B. 2006. Effects of enhancement with differing phosphate types, concentrations, and pump rates, without sodium chloride, on beef biceps femoris instrumental color characteristics. Meat Science 72(3): 503-512

Chacón A. 2005. Efecto de la maduración, cocción y congelamiento sobre la suavidad, rendimiento y carga microbiana del corte de lomo (outside), 16(2): 199-213

Doug Care Equipment, Inc. 2007. Disponible: http://www.dougcare.com/foodstorage/homebags.htm

Hui, Y.H., Nip, W.K., Rogers, R.W., Young, O.A. 2005. Meat Science and Applications. Taylor and Francis. New York, United States.

Johnson, R. Chen, C. M., Muller, T. S., Costello, W. H., Romans, J. R., and Jones, K.W. 1988. Characterization of the muscles within the beef forequarter. Journal of food Science, 53, 1247-125

Jones, S.J., Guru, A., Singh, V., Carpenter, B., Calkins, C.R., and Johnson, D. 2004. Bovine Myology and Muscle Profiling. Disponible: http://bovine.unl.edu.

Kolle D.S. y Savell J.W. 2003. Using Activa™ TG-RM to bind beef muscles after removal of excessive seam fat between the m. longissimus thoracis and m. spinalis dorsi and heavy connective tiss e from within the m. infraspinatus. Meat Science 64 (1): 27-33.

Lagerstedt, A., Lundstrom, K., Lindahl, G. 2011. Influence of vacuum or high-oxygen modified atmosphere packaging on quality of beef M. longissimus dorsi steaks after different ageing times. Meat Science 87: 101-106.

Lawrie R.A, 1998. Lawriés meat scince, sixth edition, Cambridge CB1 6AH, England, Technomic Publishing company, Inc. 417.

Lee, K.T., y Yoon, C.S. 2001. Quality changes and shelf life of imported vacuum-packaged beef chuck during storage at 0°C. Meat Science. 59(1): 71-77.

Lopez, Quintero y García. 2004. Biotecnología alimentaria. México D.F., México, Editorial Limusa. 231.

Maturin y Peeler, 2001. Bacteriological Analytical Method (BAM). Aerobic Plate Count: Conventional Plate Count Method. Consultado Lunes 22 de Agosto de 2011. Disponible en:
http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/ucm063346.htm

Meilgaard, M.; Civille, G.; Carr, B., 1999. Sensory Evaluation Techniques. Tercera Edición, Boca Raton. Florida: CRC Press, 293 p.

Nam, K.C. y Ahn, D.U. 2003. Combination of aerobic and vacuum packaging to control lipid oxidation and off-odor volatiles of irradiated raw turkey breast. Meat Science. 63(3): 389-395.

Pearson y Dutson. 1999. Quality Attributes and Their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products. New York. United States. 76 p.

Pietrasik, Z., & Shand, P. J. (2011). Effects of moisture enhancement, enzyme treatment, and blade tenderization on the processing characteristics and tenderness of beef semimembranosus steaks. Meat Science 88(1): 8-13

Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria (SENASA) (1995). Reglamento de inspección de carnes y productos cárnicos. Artículo 259 Criterios microbiológicos para productos cárnicos (online) pag.72. Consultado martes 13 de septiembre de 2011. Disponible en: http://www.senasa-sag.gob.hn/index.php?option=com_content&task=view&id=61&Itemid=129

Smiddya, M., Fitzgeraldb, M., Kerrya, J.P., Papkovskyb, D.B., O' Sullivanc, C.K., G.G. Guilbaultc G.G. 2002. Use of oxygen sensors to non-destructively measure the oxygen content in modified atmosphere and vacuum packed beef: impact of oxygen content on lipid oxidation. Meat Science 61(3): 285-290

Sullivan, G.A. y Calkins C.R. 2010. Application of exogenous enzymes to beef muscle of high and low-connective tissue. Meat Science 85(4): 730-734

Tarté, R. 2009. Ingredients in meat products. Wisconsin, United States, Springer Science.(NY USA) 18-19.

Toldrá F. 2010. Handbook of meat processing. Iowa, Estados Unidos. Blackwell publishing. 87 p.

Zakrys, P.I., Hogan, S.A., O´Sullivan, M.G., Allen, P., Kerry, J.P. 2008. Effects of oxygen concentration on the sensory evaluation and quality indicators of beef muscle packed under modified atmosphere. Meat Science 79(4): 648-655

Zakrys, P.I., O´Sullivan, M.G., Allen, P., Kerry, J.P. 2009. Consumer acceptability and physiochemical characteristics of modified atmosphere packed beef steaks. Meat Science 81:720-72

7. ANEXOS

Anexo 1.Hoja de evaluación sensorial de la carne marinada.

Evaluación Sensorial "Carne de Res Marinada"

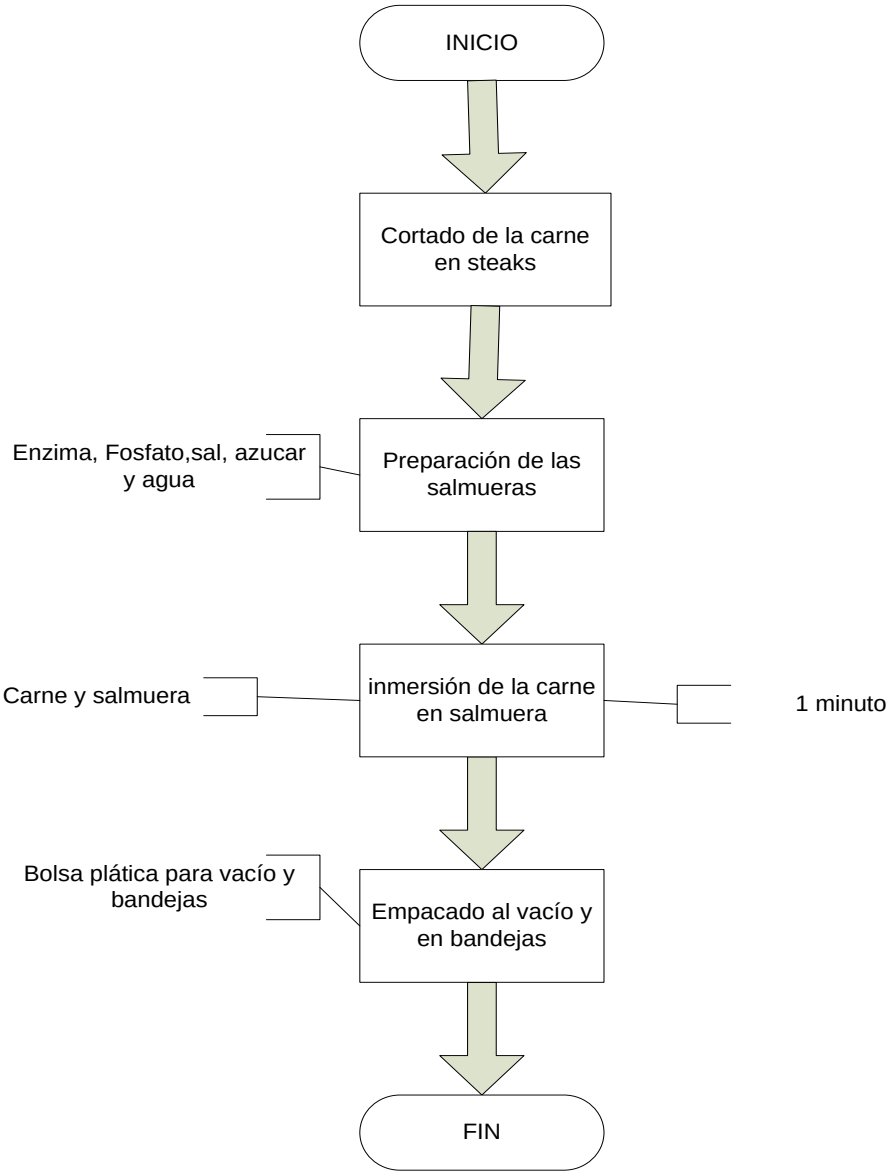
Nombre:_____
Fecha:_____
Instrucciones:
Colocar nombre y fecha en su boleta.

- Se le presentarán 3 muestras codificadas de carne marinada, una galleta de soda y un vaso con agua.
- Limpie su paladar con agua antes y después de cada muestra
- Haga su evaluación de izquierda a derecha
- Marque con una "X", según su evaluación, de las muestras de acuerdo con los atributos: color, sabor, suavidad, jugosidad y aceptación general.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta extremadamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta poco	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente

Muestra____

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Sabor									
Suavidad									
Jugosidad									
Aceptación General									

Observaciones:
_____

Anexo 2. Flujo de proceso de elaboración de carne marinada.