

**Evaluación de uso de dos concentraciones de cloruro de calcio y dos tipos de empaque en la maduración de carne de res**

**Carlos Alfredo Landaverde Tejada**

**Zamorano, Honduras**

Diciembre, 2009

ZAMORANO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

# **Evaluación de uso de dos concentraciones de cloruro de calcio y dos tipos de empaque en la maduración de carne de res**

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

Presentado por

**Carlos Alfredo Landaverde Tejada**

**Zamorano, Honduras**

Diciembre, 2009

# **Evaluación de uso de dos concentraciones de cloruro de calcio y dos tipos de empaque en la maduración de carne de res**

Presentado por:

Carlos Alfredo Landaverde Tejada

Aprobado:

---

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

---

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

---

Luis Fernando Osorio, Ph.D.  
Asesor

---

Raúl Espinal, Ph.D.  
Decano Académico

---

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

## RESUMEN

Landaverde, C. 2009. Evaluación del uso de dos concentraciones de cloruro de calcio y dos tipos de empaque en la maduración de carne de res. Proyecto de graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 29 p.

La ternura de la carne es uno de los principales factores deseados por el consumidor. Una de las variables que afectan la ternura de la carne es el manejo *postmortem* de la canal. El objetivo principal del estudio fue la evaluación del uso de dos concentraciones de cloruro de calcio y dos tipos de empaque en la maduración de carne de res. Se analizaron dos factores: con y sin inyección de cloruro de calcio y empaque en bandeja o al vacío. Se realizó un diseño de bloques completos al azar (BCA), con arreglo factorial 2x2, con cuatro tratamientos y tres bloques para un total de 12 unidades experimentales que se evaluaron con medidas repetidas en el tiempo. Se analizaron los datos mediante un análisis de varianza con una separación de medidas Tukey y Lsmeans con una probabilidad del 95 % ( $P \leq 0.05$ ). Las variables evaluadas fueron fuerza de corte, valores de color  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ , pH, TBA y los atributos sensoriales de aceptación de textura, sabor, aroma, color, apariencia y aceptación general a los días 1 y 7 de aplicación de tratamiento. Los valores de TBA y análisis microbiológicos fueron evaluados únicamente al final del estudio. Se encontró que el tratamiento con una menor fuerza de corte fue con cloruro de calcio empacado al vacío seguido del tratamiento sin cloruro de calcio empacado al vacío. Los tratamientos más aceptados sensorialmente fueron con cloruro de calcio empacado al vacío y el tratamiento sin cloruro de calcio empacado al vacío. El empaque de vacío presentó mayor efecto sobre la suavidad del corte que la inyección de cloruro de calcio. El tratamiento preferido fue el inyectado con cloruro de calcio empacado al vacío.

**Palabras clave:** conservación, procesamiento, suavidad de la carne.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Contenido .....	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>5</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>24</b>
<b>6. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>25</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>26</b>
<b>8. ANEXOS .....</b>	<b>29</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

### Cuadro

1. Límites microbiológicos hondureños para carnes frescas. ....	9
2. Diseño experimental.....	10
3. Medias de pH de los tratamientos a través del tiempo. ....	11
4. Medias de fuerza de corte a través del tiempo. ....	13
5. Medias de valor L* a través del tiempo.....	15
6. Medias de valor a* a través del tiempo. ....	16
7. Medias de valor b* a través del tiempo. ....	16
8. Conteo de Aerobios mesófilos totales. ....	17
9. Promedio de TBA de la mejor muestra. ....	17
10. Medias para el atributo color en el tiempo. ....	18
11. Medias para el atributo textura en el tiempo. ....	19
12. Medias para el atributo aroma en el tiempo. ....	20
13. Medias para el atributo sabor en el tiempo.....	20
14. Medias para el atributo apariencia en el tiempo. ....	21
15. Medias para el atributo aceptación general en el tiempo. ....	22
16. Resultados del análisis sensorial de preferencia.....	22
17. Análisis de correlación entre fuerza de corte y textura .....	23

### Figura

18. Diagrama de flujo de proceso de elaboración de tratamiento. ....	7
19. Efecto de % inyección en el pH día uno.....	12
20. Efecto de % de inyección en el pH día siete. ....	12
21. Efecto de % inyección en la fuerza de corte del día uno.....	14
22. Efecto de % inyección en la fuerza de corte del día siete. ....	14

### Anexo

1. Formato utilizado para el análisis sensorial de aceptación.....	29
2. Formato utilizado para el análisis sensorial de preferencia.....	29

## 1. INTRODUCCIÓN

La carne es uno de los alimentos más nutritivos para consumo humano debido a su aporte en proteínas de alto valor biológico, grasas, vitaminas y minerales. Provee calorías procedentes fundamentalmente de su contenido de lípidos, pero su contribución vital a la dieta son las proteínas, vitaminas del complejo B, ciertos minerales como hierro, zinc y fósforo y ácidos grasos esenciales (Hedrick *et al.* 1994; Pearson y Dutson 1994; Pearson y Tauber 1984).

Los atributos sensoriales son de gran importancia para el consumidor al momento de elegir un producto alimenticio. Cuando se habla de la calidad de carnes frescas, algunos de los atributos que el consumidor frecuentemente busca son la terneza, jugosidad y color. Estas propiedades están influenciadas por varios factores como la raza del animal, el manejo *antemortem* del mismo, los procesos de matanza, el manejo de las canales durante el almacenamiento *postmortem*, las características intrínsecas del músculo y tejido conectivo, intensidad de proteólisis *postmortem* en las células musculares y temperatura de cocción de la carne (Pearson 1966; Pearson y Dutson 1994).

La blandura de la carne es una parte fundamental en cuanto a la aceptabilidad o rechazo por parte del consumidor, y depende de un gran número de factores biológicos intrínsecos, tales como la raza, edad, sexo, tipo de musculo, y extrínsecos tales como la alimentación. Así como los factores de manejo de los animales ante y post mortem (Thompson 2002).

La maduración de las carnes ha sido utilizada por años como una forma de incrementar la terneza, pero se ha demostrado que el suministro de cantidades adicionales de calcio la mejora aun más. Se han desarrollado experiencias exitosas en este sentido como la inyección *postmortem* de cloruro de calcio (Maglietti *et al.* 2004)

Algunos procedimientos industriales simples o combinados como el empacado al vacío, la cocción y congelación pueden tener un efecto importante en la suavidad (Maltin *et al.* 2003; Chacón 2004). El empacado al vacío ha demostrado mejorar no solo la aceptación, la inocuidad y vida útil, así también la suavidad de la carne (Golovkin *et al.* 1984; Costell 1992; Heinemann y Pinto 2003; Hurta-Leidenz *et al.* 2004; Vázquez *et al.* 2004).

El presente estudio tiene como objetivo la evaluación de uso de cloruro de calcio y tipo de empaque en la maduración de carne res, en los diferentes atributos que son esenciales para el consumidor tales como apariencia de la carne, color, textura, sabor y la aceptación. 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**

Evaluación de uso de dos concentraciones de cloruro de calcio y dos tipos de empaque en la maduración de carne de res.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Analizar las características de fuerza de corte, color y pH de los tratamientos, durante los días uno y siete.
- Analizar la carga de aerobios mesófilos totales de los tratamientos al final del estudio.
- Analizar sensorialmente las características del color, aroma, textura y sabor de los tratamientos, durante los días uno y siete.
- Realizar análisis de preferencia con los dos tratamientos de mayor aceptación para escoger el mejor tratamiento.
- Realizar análisis de TBA al mejor tratamiento de cada repetición.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 SUAVIDAD**

Epley (1992), comprobó que la jugosidad, el sabor y la suavidad son los principales componentes sensoriales asociados con la carne. Mientras Smith (1997), comprueba que la jugosidad y el sabor ciertamente contribuyen con el agrado general. Los consumidores catalogan a la suavidad como el variable más importante asociado a la aceptación final de la carne. Lo anterior es de gran importancia, sobre todo si se considera que aunque la jugosidad y el sabor normalmente no varían significativamente, la dureza puede variar considerablemente entre un corte y otro.

Ashie *et al.* (1997), demostraron que durante la maduración el aumento en la suavidad se da rápidamente durante los primeros tres ó siete días, período después del cual la mejoría es relativamente pequeña. Períodos de maduración más prolongados a temperatura de refrigeración pueden favorecer poco a la los principales sistemas enzimáticos ligados con la degradación proteolítica del músculo son las colagenasas, las proteasas alcalinas, y principalmente las proteinasas neutras activadas por calcio y las catepsinas. Clare *et al.* (1997), comprobaron que la inyección mecánica de cloruro de calcio en piezas de carne, puede ser empleada como un método para estimular la acción de las calpaínas y obtener así una mayor suavidad gracias a la acción proteolítica de dichas enzimas sobre las líneas Z de los sarcómeros.

Koohmararie (1992), demostró que basándose en el potencial de las calpaínas como entes proteolíticos que mellan estructuralmente a los sarcomeros, y habiéndose establecido que el grado de contracción y la integridad de los mismos es el factor determinante en la dureza final de la carne. Mientras que Wheeler (2000), concluyó que la inyección mecánica de una disolución salina de cloruro de calcio, ofrece los mejores resultados gracias a la distribución más uniforme.

### **2.2 EFECTO DEL CLORURO DE CALCIO**

La inyección mecánica de cloruro de calcio en piezas de carne a las 24 horas *postmortem* (una vez dada la resolución del rigor), puede ser empleado como un método de bajo costo para estimular la acción calpaínas (Chacón 2004).

La maduración en presencia de  $\text{CaCl}_2$  muestra menores fuerzas de corte que aquellas enunciadas por Chacón (2005), para un solomo madurado sin presencia de este agente (5,50 kg/cm<sup>2</sup>), y para aquellas correspondientes a un solomo simplemente madurado y posteriormente congelado (5,42 kg/cm<sup>2</sup>). Estos resultados evidencian una estimulación de las calpaínas debido al  $\text{CaCl}_2$ , lo que se manifiesta en la mejor suavidad final obtenida.

El porcentaje de inyección recomendado de 5 % de la masa de la pieza con una disolución al 3 % (m/v) en  $\text{CaCl}_2$  es lo suficientemente reducido para que no se registren sabores y olores indeseables en el producto (Wheeler *et al.* 1993; Lourdes *et al.* 1998). Las calpaínas expresan una mejor actividad a medida que decrece la fuerza iónica del medio (Maddock *et al.* 2005), por lo cual un aumento en el porcentaje de inyección o la concentración de la misma podría tener un efecto contra productivo (Pérez *et al.* 2005).

### **2.3 EFECTO DEL EMPAQUE EN LA SUAVIDAD DE LA CARNE**

Algunos procedimientos industriales simples o combinados, como el empaque al vacío, la cocción y congelación pueden tener un efecto importante en la suavidad de la carne (Malten *et al.* 2003). El empaque al vacío ha demostrado mejorar no solo la aceptación, la inocuidad y vida útil, así también la suavidad de la carne lo cual se demostró con los datos obtenidos ya que los tratamientos con menor fuerza de corte son los que se empacaron al vacío (Vázquez *et al.* 2004). Rowe *et al.* (2004), señalan que las calpaínas son susceptibles a ser inactivadas por la oxidación, aspecto que podría explicar por qué el empaque al vacío podría influir positivamente sobre su acción proteolítica.

Según las recomendaciones de Wheeler (1998), la carne una vez inyectada se empaque al vacío y se madura durante un período de siete días en refrigeración a 7 °C. Este período es el recomendado para la acción efectiva de las enzimas, aunque el mismo puede ser incluso mayor; no es aconsejable sin embargo superar los 35 días de maduración (Wichlacz *et al.* 1995, Clare *et al.* 1997, Wheeler 1998).

Hoffman *et al.* (2003), señala que el masajeo al vacío de los productos cárnicos permite una extracción óptima de la proteína, mediante la abertura de la estructura celular de la carne, permitiendo que la salmuera o marinado penetre en todo el producto, produciendo de esta forma una carne más suave, con un mejor sabor, facilidad de rebanado y aun con mejor color. Asimismo, Andersen y Grunert (2000), afirman que el uso del masajeo al vacío en carne, aves y mariscos, puede producir un producto con valor agregado, aumentando los rendimientos, mejorando color, suavidad y jugosidad en general del producto.

## **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 UBICACIÓN**

El presente estudio se llevo a cabo en la Planta de Industrias Cárnicas. Los análisis de textura, color, pH, TBA fueron realizados en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ), mientras que la evaluación sensorial se realizo en la Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo (PAID). Los análisis microbiológicos fueron ejecutados en el Laboratorio de Microbiología. Todos los centros mencionados pertenecen a la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, ubicado en la Escuela Agrícola Panamericana, Valle del Yeguaré, departamento de Francisco Morazán, a 32 km de Tegucigalpa, Honduras.

### **3.2 MATERIALES Y EQUIPOS**

#### **3.2.1 Materiales**

- Cuadril del músculo *Biceps femoris*
- Bolsas
- Bandejas de EPS
- Papel toalla
- Filmína para envoltura de bandejas
- Agua destilada
- Cloruro de calcio líquido
- Vasos
- Platos
- Probetas
- Servilletas
- Galletas soda

#### **3.2.1.1 Materiales para análisis microbiológicos**

- Tubos de ensayo con 9 ml de agua de dilución (agua peptonada)
- Bolsas esteriles
- Alcohol al 70 %
- Erlenmeyers

- Parafilm
- Pipetas de 10 ml y 1 ml
- Medio de cultivo PCA
- Platos Petri
- Espátula
- Gradilla

### 3.2.2 Equipos

- Balanzas y balanzas analíticas
- Potenciómetro portátil Oakton
- ColorFlex HunterLab®
- Cuarto frío (4 °C)
- Autoclave (modelo 109-85-E, Market Force Industries Inc)
- Cámara de flujo laminar Purifier class II (catálogo # 36209-04, Fisher)
- Incubadora Thermolyne Type 42000
- STOMACHER®
- Horno al vacío
- Empacadora al vacío
- Instron 4444®
- Plancha
- Termómetro
- Jeringa

## 3.3 METODOLOGÍA

### 3.3.1 Preparación de muestras

Se realizaron cuatro tratamientos para los cuales se utilizó el músculo *Biceps femoris* de res de la Planta de Industrias Cárnicas de Zamorano.

### 3.3.2 Ingredientes

Se determinó el uso de un 10 % de la salmuera en base al peso de cada cuadril de res. La disolución utilizada de cloruro de calcio contiene un 0.3 % de concentración (Wheeler *et al.* 1993).

### 3.3.3 Preparación de los tratamientos

Cada tratamiento fue cortado en kg para luego aplicarles el 10 % de su peso de cloruro de calcio a una concentración del 3 % a los tratamientos que llevan inyección. Luego fueron empacadas unas al vacío y otras en bandejas de EPS. Seguido de eso fueron almacenados en el cuarto frío a una temperatura  $4 \pm 0.5$  °C. Una parte de los tratamientos fueron utilizados para los análisis físico-químicos y sensoriales del día uno. Otra parte de los tratamientos se almacenaron para realizar los análisis físico-químicos, microbiológicos y sensoriales del día siete (Figura 1).

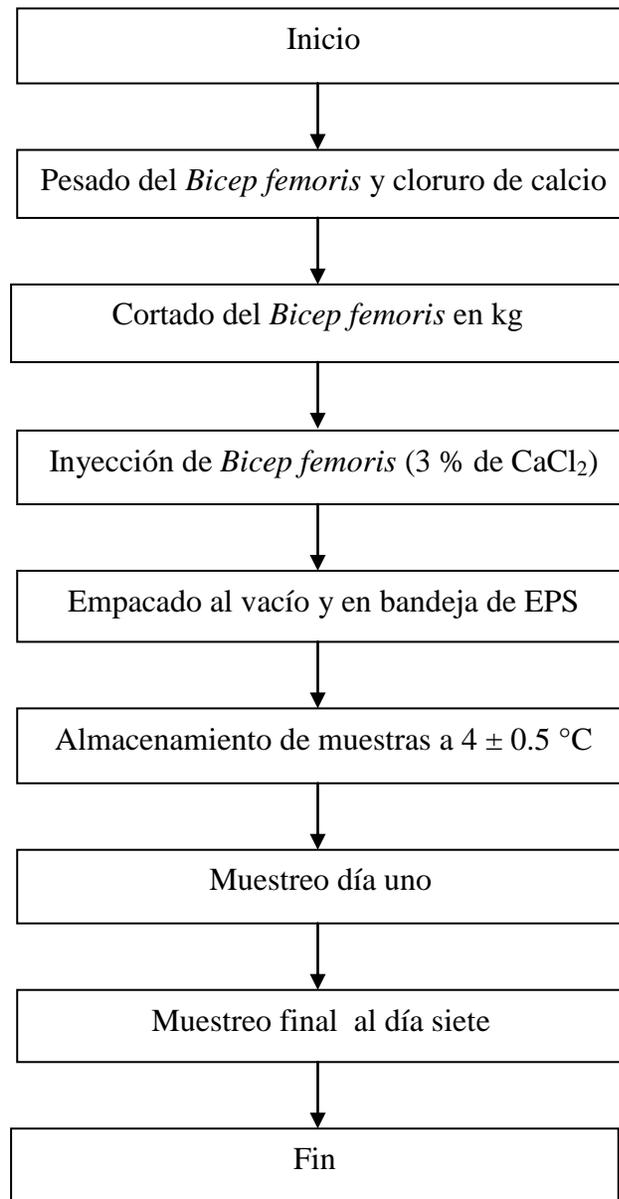


Figura 1. Diagrama de flujo de proceso de elaboración de tratamiento.

### 3.3.4 Análisis de color

El color de los tratamientos se evaluó utilizando el colorímetro Hunter Lab. Los parámetros evaluados fueron: claridad ( $L^*$ ) en donde tiene una escala de blanco 100, negro es 0, intensidad del color rojo ( $a^*$ ) se mide en las siguientes escalas, rojo +60, verde tiene un valor de -60 y intensidad de color amarillo es medido por medio de ( $b^*$ ) en donde +60 es amarillo, -60 azul. Las muestras de los músculos *Biceps femoris* se prepararon en cuadros de 5x5 cm de cada tratamiento, tanto en los tratamientos evaluados en el día 1 como a los 7 días. De cada variable ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), se tomaron tres lecturas y se promediaron para la obtención de los datos.

### 3.3.5 Análisis de pH

El pH de las muestras del *Biceps femoris* se obtuvo utilizando una emulsión con una relación de 10 mililitros de agua destilada por cada gramo de carne, las lecturas se registraron utilizando un potenciómetro portátil Oakton, se tomaron tres lecturas por cada muestra y se registró el promedio de estas para la obtención de los datos finales.

### 3.3.6 Análisis de fuerza de corte

Para determinar la textura del *Biceps femoris* se utilizó el INSTRON 4444® con Acople Warner Bratzler. Se utilizó un cubo de 2x2x2 cm, realizando tres lecturas por muestra y usando el promedio de las muestras. El valor fue registrado en unidades de kilo Newtons.

### 3.3.7 Análisis de TBA

Para realizar los preparativos del ácido tiobarbitúrico (TBA), se procedió a pesar 200 mg de 2- ácido tiobarbitúrico, luego se colocaron en un balón de 100 mL con 1- butanol. La solución se dejó en reposo durante 24 hr, luego fue filtrada para remover el residuo insoluble; compensando el volumen que se perdió en el filtrado con 1- butanol.

Se realizó la extracción de grasa por medio del extracto eterio durante 2 hr, después de extraída la grasa se procedió a pesar 0.2 g de grasa, colocándola en un balón de 25 mL con 1- butanol, se tomaron 5 mL de la solución muestra en una pipeta para ser transferido a un tubo de ensayo; se le agregó 5 mL de la reacción reactivo utilizando una pipeta. Se tapó el tubo de ensayo con papel aluminio para ser introducido en un beaker de 500 mL con agua corriente, se coloca durante 2 hr a  $95 \pm 1$  °C. Después se sacaron los tubos de ensayo y se colocaron en un beaker con agua corriente durante 10 minutos para que alcance una temperatura ambiente. Se procedió a tomar la absorbancia de la solución reactiva a 530 nm, se utilizó agua destilada como referencia.

### 3.3.8 Análisis microbiológico

Inicialmente se preparó el medio de cultivo (Plate count Agar), a continuación se preparó el agua peptonada a una concentración del 0.1 % y luego se introdujo al autoclave para esterilizar los medios y luego 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. Hasta llegar a una dilución de  $10^{-7}$ .

A continuación de las diluciones se realizó la siembra en duplicado de cada muestra. La siembra se efectuó por medio de la técnica de plato vertido (Pour Plate), que consiste en colocar 1ml de la dilución en agar para conteos en placa 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 48 horas a 35 °C. Después de 48 horas de incubación se prosiguió al conteo de las colonias encontradas en los platos y se recolectaron los datos obtenidos (cuadro 1).

Cuadro 1. Límites microbiológicos hondureños para carnes frescas.

Microorganismo	Valor de UFC/g Referencia
Salmonella spp.	Ausente en 25 g
Mesófilos Aeróbios	1,000,000
Coliformes	100,000
L.monocytogenes	100
S.aureus	100

Fuente: SENASA (1999).

### 3.3.9 Análisis sensorial

Se realizó un análisis afectivo cualitativo con un panel de 12 personas no entrenadas, 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  $70 \pm 1$  °C. Posteriormente se cortaron las muestras en cubos iguales de 2x2x2 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 cuatro diferentes muestras y la hoja para evaluar los atributos de las muestras. Los atributos evaluados por los panelistas fueron color, aroma, textura, sabor, apariencia y aceptación general, los cuales se evaluaron con una escala hedónica de uno a cinco para cada atributo siendo uno extremadamente desagradable y cinco extremadamente agradable.

También se realizó un análisis de preferencia entre los dos tratamientos más aceptado con un panel de 100 personas, con los alumnos de Zamorano. Se realizó una prueba apareada T- Student para conocer si existió una preferencia significativa de un producto sobre el otro.

### 3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglo factorial 2x2 para un total de 4 tratamientos y 3 repeticiones, reportando 12 unidades experimentales. Donde cada repetición representó un bloque. Se realizaron medidas repetidas en el tiempo, analizado los días uno y siete. Los tratamientos utilizados se evaluaron por medio de un análisis de varianza (ANDEVA), con una separación de medias Tukey y un análisis LSmeans para el arreglo factorial, con una probabilidad del 95 % ( $P < 0.05$ ), para determinar la existencia de diferencias significativas. En el cuadro 2 se ejemplifica el diseño experimental.

Cuadro 2. Diseño experimental.

Cloruro de calcio	Bandeja	Vacío
Con	T1	T3
Sin	T2	T4

Las variables de color, humedad, pH, textura y atributos sensoriales entre el día uno y a los siete días de su tratamiento se evaluaron como medidas repetidas en el tiempo. Las medias repetidas en el tiempo se analizaron mediante la prueba Wilks' Lambda para analizar si existían diferencias a través del tiempo. El valor de TBA y conteo microbiológico de aerobios totales, únicamente fue medido en el día siete. Todos los análisis se desarrollaron utilizando el programa "Statistical Analysis System" SAS® Versión 9.1.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 ANÁLISIS DE PH

Se puede observar que el tratamiento con cloruro de calcio empacado al vacío y sin cloruro de calcio empacado al vacío presentaron un valor de pH distinto que los tratamientos con cloruro de calcio empacado en bandeja y sin cloruro de calcio empacado en bandeja, los tratamientos empacados en bandeja presentaron un pH más básico que los empacados al vacío (Figura 2).

En el día siete los tratamientos con y sin cloruro de calcio empacados al vacío presentaron un pH significativamente más bajo ( $P \leq 0.05$ ) que el resto de tratamientos. En el día uno los tratamientos empacados en bandeja al igual que en el día siete presentaron un pH básico comparado con los empacados al vacío, en los cual se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) (Figura 3). No se obtuvo una diferencia significativa a través del tiempo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Medias de pH de los tratamientos a través del tiempo.

Tratamiento	pH día 1	pH día 7
	Media $\pm$ DE <sup>&amp;</sup>	Media $\pm$ DE
Con CaCl <sub>2</sub> , bandeja	5.49 $\pm$ 0.09 <sup>ab(x)</sup>	5.41 $\pm$ 0.01 <sup>ab(x)</sup>
Sin CaCl <sub>2</sub> , bandeja	5.56 $\pm$ 0.09 <sup>a(x)</sup>	5.72 $\pm$ 0.25 <sup>a(x)</sup>
Con CaCl <sub>2</sub> , vacío	5.31 $\pm$ 0.12 <sup>c(x)</sup>	5.29 $\pm$ 0.08 <sup>b(x)</sup>
Sin CaCl <sub>2</sub> , vacío	5.40 $\pm$ 0.10 <sup>b(x)</sup>	5.30 $\pm$ 0.10 <sup>b(x)</sup>
CV <sup>†</sup> (%)	0.96	2.27

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

x Medias en la misma fila con la misma letra son estadísticamente iguales ( $P > 0.05$ )

<sup>&</sup>DE desviación estándar

<sup>†</sup>C.V (%) Coeficiente de variación

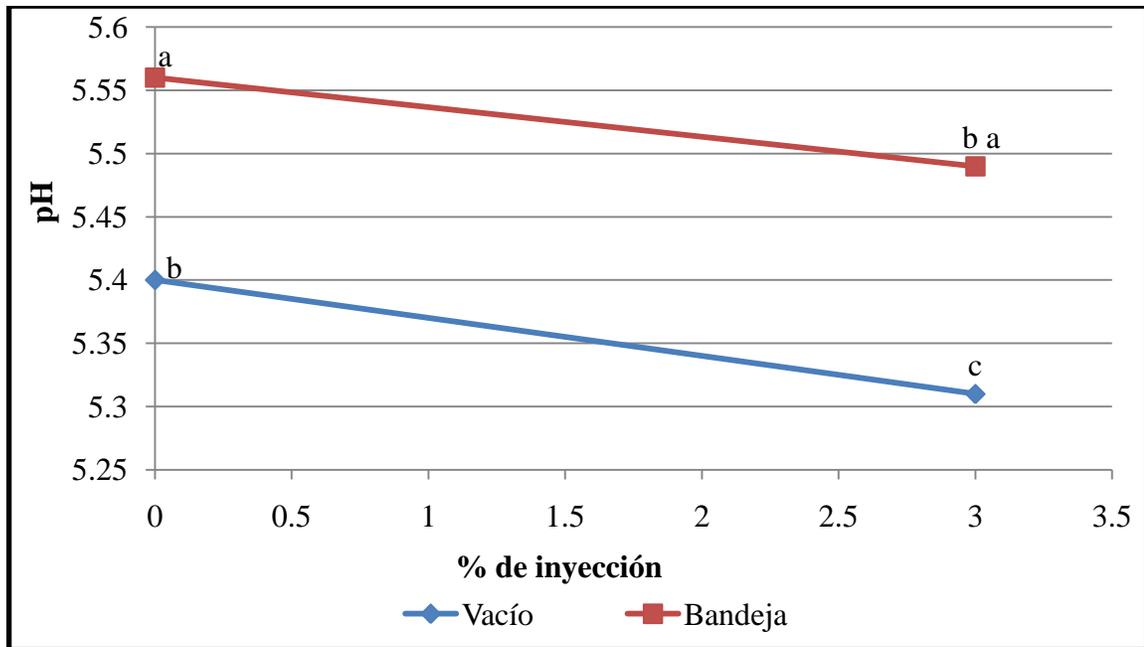


Figura 2. Efecto de % inyección en el pH día uno.

a-c Medias en la figura con letra diferente son estadísticamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

En el día uno las UE empacadas al vacío presentaron un pH más bajo que las empacadas en bandeja, la ausencia o presencia de cloruro de calcio, no afecto el pH. La interacción de cloruro de calcio y vacío presento el pH más bajo, el pH menos ácido se determino en las UE sin cloruro de calcio y empacado en bandeja.

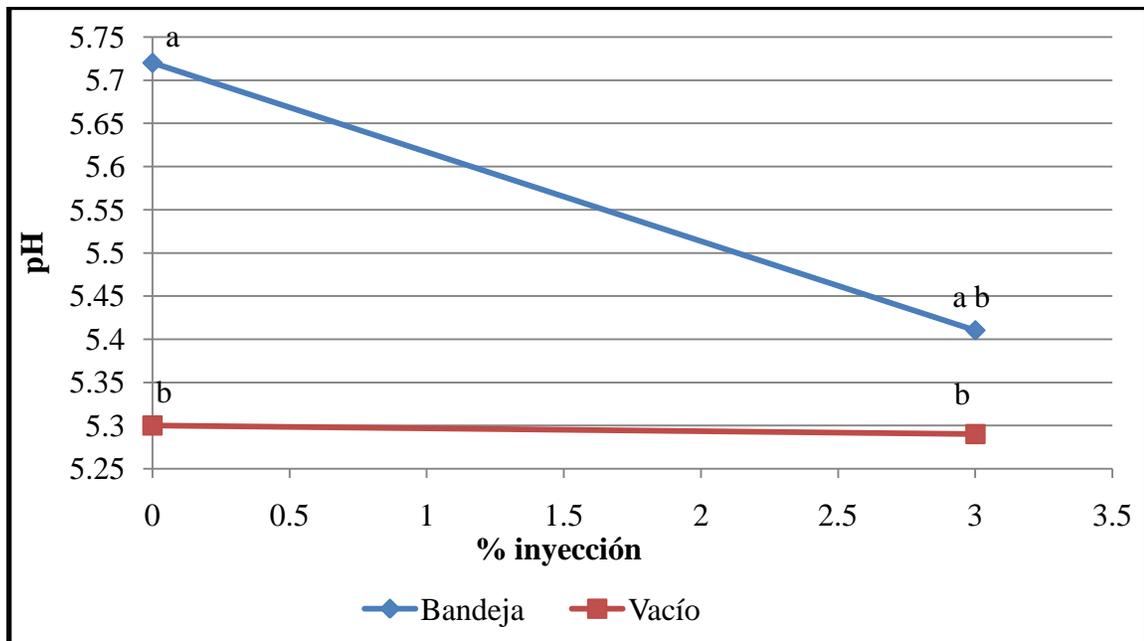


Figura 3. Efecto de % de inyección en el pH día siete.

a-b Medias en la figura con letra diferente son estadísticamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

## 4.2 FUERZA DE CORTE

El tratamiento sin cloruro de calcio empacado en bandeja necesito mayor fuerza de corte con un valor de 0.17 y 0.14 kN para el día uno y siete respectivamente (Cuadro 4). Mientras que todos los demás tratamientos presentaron igual fuerza de corte. El tratamiento sin cloruro de calcio empacado al vacío exhibió una diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) en la fuerza de corte a través del tiempo.

Vazquez *et al.* (2004), comprobaron que el empacado al vacío no solo mejora la aceptación, inocuidad y vida útil, sino también la suavidad de la carne, esto fue demostrado en este estudio, dado que las UE empacadas al vacío tuvieron una menor fuerza de corte comparado con los empacados en bandeja (Figura 4 y 5), el cloruro de calcio únicamente afecto la suavidad de la carne empacada en bandeja.

El ablandamiento es resultado de la actividad de las enzimas proteolíticas que se encuentran en el músculo, la calpaína y la catepsina. La calpaína es la más importante en carne de res, dado que es la primera en actuar y se ve afectada por niveles elevados de calcio, pH y temperatura, pero es inhibida por la calpastatina. Al liberarse iones de calcio, la reacción proteolítica de la calpaína aumenta. Los iones de calcio evitan la unión de la calpastatina con la calpaína (Warriss 2003).

Cuadro 4. Medias de fuerza de corte a través del tiempo.

Tratamiento	Textura (kN) día 1	Textura( kN) día 7
	Media $\pm$ DE <sup>&amp;</sup>	Media $\pm$ DE
Con CaCl <sub>2</sub> , bandeja	0.12 $\pm$ 0.01 <sup>a (x)</sup>	0.11 $\pm$ 0.01 <sup>a (x)</sup>
Sin CaCl <sub>2</sub> , bandeja	0.17 $\pm$ 0.01 <sup>b (x)</sup>	0.14 $\pm$ 0.02 <sup>b (x)</sup>
Con CaCl <sub>2</sub> , vacío	0.09 $\pm$ 0.01 <sup>a (x)</sup>	0.08 $\pm$ 0.03 <sup>a (x)</sup>
Sin CaCl <sub>2</sub> , vacío	0.11 $\pm$ 0.02 <sup>a (x)</sup>	0.09 $\pm$ 0.09 <sup>a (y)</sup>
CV <sup>r</sup> (%)	10.2	8.31

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

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

<sup>&</sup>DE desviación estándar

<sup>r</sup>C.V (%) Coeficiente de variación

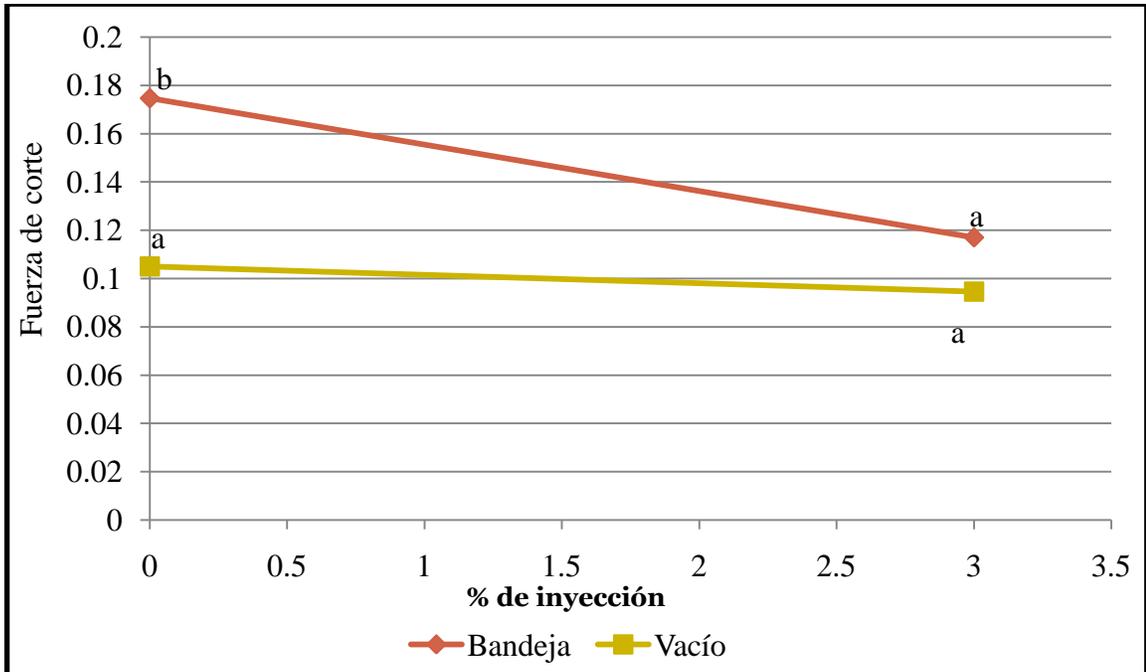


Figura 4. Efecto de % inyección en la fuerza de corte del día uno.  
a-b Medias en la figura con letra diferente son estadísticamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

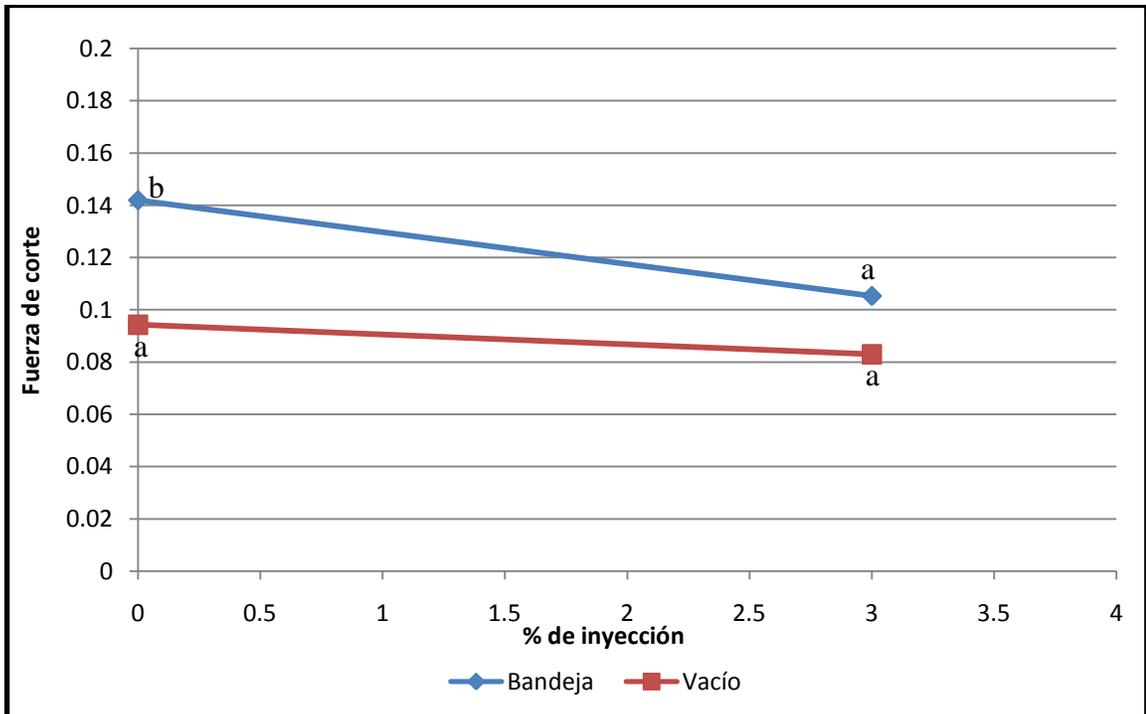


Figura 5. Efecto de % inyección en la fuerza de corte del día siete.  
a-b Medias en la figura con letra diferente son estadísticamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

### 4.3 COLOR

#### 4.3.1 Valor L\*

El cuadro 5 muestra que no existe diferencia significativa ( $\leq 0.05$ ) para el valor L\*(claridad) en el día uno en los tratamientos, obteniendo los mismos resultados para el día siete donde no se encontró ninguna diferencia significativa entre tratamientos. Los tratamientos sin cloruro de calcio empacado en bandeja y cloruro de calcio empacado al vacío, perdieron claridad a través del tiempo.

Cuadro 5. Medias de valor L\* a través del tiempo.

Tratamiento	L* día 1	L* día 7
	Media $\pm$ DE <sup>&amp;</sup>	Media $\pm$ DE
Con CaCl <sub>2</sub> , bandeja	33.06 $\pm$ 0.25 <sup>a(x)</sup>	32.32 $\pm$ 0.34 <sup>a(x)</sup>
Sin CaCl <sub>2</sub> , bandeja	31.18 $\pm$ 0.30 <sup>a(x)</sup>	30.37 $\pm$ 0.28 <sup>a(y)</sup>
Con CaCl <sub>2</sub> , vacío	33.10 $\pm$ 1.17 <sup>a(x)</sup>	32.24 $\pm$ 0.97 <sup>a(y)</sup>
Sin CaCl <sub>2</sub> , vacío	31.44 $\pm$ 1.40 <sup>a(x)</sup>	30.27 $\pm$ 1.63 <sup>a(x)</sup>
CV <sup>r</sup> (%)	2.44	2.84

a Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

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

&DE desviación estándar

<sup>r</sup>C.V (%) Coeficiente de variación

#### 4.3.2 Valor a\*

En el cuadro 6 se muestra que en la variable a\* se observaron diferencias, las UE con calcio empacada al vacío presentaron un color más rojizo que los demás tratamientos en el día uno. En el día siete los tratamientos con color más rojizo fueron con y sin cloruro empacados al vacío. En el día siete se puede observar que los tratamientos empacados al vacío presentaron un color más rojizo que en el día uno, mientras que los empacados en bandeja mostraron un color más pardo. El color no cambió significativamente a través del tiempo ( $P \leq 0.05$ ) en los tratamientos. Por los resultados obtenidos para el valor a\* nos indica que el cloruro de calcio nos permite mantener el color rojizo de la carne, esto es muy bien visto por el consumidor, ya que lo atrae para poder elegir un producto cárnico.

Entre las características de la carne, el color es el atributo sensorial más importante al momento de decidir la compra por parte del consumidor. Éste depende del contenido y estado de oxidación de la mioglobina (pigmento principal de la carne) y de la estructura del músculo, ya que permite que absorba o refleje la luz. La unión del oxígeno con la mioglobina le otorga a la carne el color rojo brillante (carne fresca), en cambio en ausencia de oxígeno, la carne exhibe un color rojo oscuro o púrpura (Depetris y Santini 2002).

Cuadro 6. Medias de valor a\* a través del tiempo.

Tratamiento	a* día 1	a* día 7
	Media $\pm$ DE <sup>&amp;</sup>	Media $\pm$ DE
Con CaCl <sub>2</sub> , bandeja	12.65 $\pm$ 1.14 <sup>b(x)</sup>	11.67 $\pm$ 3.28 <sup>b(x)</sup>
Sin CaCl <sub>2</sub> , bandeja	14.28 $\pm$ 1.40 <sup>ab(x)</sup>	13.08 $\pm$ 3.06 <sup>b(x)</sup>
Con CaCl <sub>2</sub> , vacío	16.23 $\pm$ 1.69 <sup>a(x)</sup>	17.01 $\pm$ 1.74 <sup>a(x)</sup>
Sin CaCl <sub>2</sub> , vacío	13.55 $\pm$ 2.22 <sup>b(x)</sup>	16.91 $\pm$ 2.52 <sup>a(x)</sup>
CV <sup>†</sup> (%)	5.51	7.84

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

x Medias en la misma fila con la misma letra son estadísticamente iguales ( $P > 0.05$ )

<sup>&</sup>DE desviación estándar

<sup>†</sup>C.V (%) Coeficiente de variación

### 4.3.3 Valor b\*

En el cuadro 7 se muestran las medias para el eje b\* donde se encuentran diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) para el valor b\* entre los tratamientos en el día uno. El tratamiento con cloruro de calcio empacado al vacío el que mostro un valor de b\* mayor. No existió una diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) en el resto de los tratamientos. En el día siete el tratamiento con cloruro de calcio empacado al vacío continua con el valor b\* más alto, pero el tratamiento con cloruro de calcio empacado en bandeja y sin cloruro de calcio al vacío fueron iguales al tratamiento con cloruro de calcio empacado al vacío.

Cuadro 7. Medias de valor b\* a través del tiempo.

Tratamiento	b* día 1	b* día 7
	Media $\pm$ DE <sup>&amp;</sup>	Media $\pm$ DE
Con CaCl <sub>2</sub> , bandeja	14.95 $\pm$ 0.40 <sup>b(x)</sup>	14.82 $\pm$ 0.40 <sup>ab(x)</sup>
Sin CaCl <sub>2</sub> , bandeja	14.61 $\pm$ 0.23 <sup>b(x)</sup>	13.80 $\pm$ 0.23 <sup>b(x)</sup>
Con CaCl <sub>2</sub> , vacío	15.91 $\pm$ 0.28 <sup>a(x)</sup>	16.10 $\pm$ 0.28 <sup>a(x)</sup>
Sin CaCl <sub>2</sub> , vacío	14.49 $\pm$ 0.23 <sup>b(x)</sup>	14.66 $\pm$ 0.23 <sup>ab(x)</sup>
CV <sup>†</sup> (%)	2.17	4.24

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

x Medias en la misma fila con la misma letra son estadísticamente iguales ( $P > 0.05$ )

<sup>&</sup>DE desviación estándar

<sup>†</sup>C.V (%) Coeficiente de variación

#### 4.4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Los conteos microbiológicos encontrados en este estudio están bajo el límite máximo de aerobios totales, emitido por la Secretaria de Agricultura y Ganadería de Honduras (SAG, 2000), acuerdo No. 078-00 en el reglamento de inspecciones de carnes y productos cárnicos, se establece en los criterios microbiológicos para carne fresca y canales de res y cerdo, un límite de colonias aerobias totales máximo de 500,000 UFC/cm<sup>2</sup> (unidades formadoras de colonias por centímetro cuadrado). Lo cual demuestra que sin y con cloruro de calcio empacado al vacío y en bandeja se encuentran dentro de los límites establecidos (Cuadro 8).

Cuadro 8. Conteo de Aerobios mesófilos totales.

Tratamientos	Aerobios totales finales (UFC/g)
Con cloruro de calcio en bandeja	310,000
Sin cloruro de calcio en bandeja	785,000
Con cloruro de calcio al vacío	255,000
Sin cloruro de calcio al vacío	285,000

#### 4.5 ANÁLISIS DE TBA

En el cuadro 9 se observa el promedio del ácido tiobarbitúrico (TBA) obtenido de las tres análisis del mejor tratamiento de cada repetición, se obtuvo 0.043 mg Ma/kg que está por debajo del límite de 2 mg de TBA/kg, considerado como límite de aceptabilidad sensorial en cuanto a la oxidación de lípidos (Chow 1992).

Cuadro 9. Promedio de TBA de la mejor muestra.

Tratamiento	TBA mg Ma/kg
Con CaCl <sub>2</sub> , vacío	0.043

#### 4.6 ANÁLISIS SENSORIAL

##### 4.6.1 Color

Al evaluar sensorialmente el atributo color en el día uno, se observó que los panelistas calificaron cercano a me gusta el tratamiento con cloruro de calcio empacado al vacío, sin cloruro de calcio en bandeja y con cloruro de calcio en bandeja, siendo estos tres iguales, el tratamiento sin cloruro de calcio empacado al vacío presentó la aceptación más baja (cuadro 10).

En el día siete los panelistas encontraron iguales a los tratamientos con cloruro de calcio empacado al vacío, sin cloruro de calcio empacado al vacío y sin cloruro de calcio empacado en bandeja, el tratamiento con cloruro de calcio empacado en bandeja mostro la menor aceptación por parte de los panelistas.

Cuadro 10. Medias para el atributo color en el tiempo.

Tratamiento	Color día 1	Color día 7
	Media $\pm$ DE <sup>&amp;</sup>	Media $\pm$ DE
Con CaCl <sub>2</sub> , bandeja	3.61 $\pm$ 0.96 <sup>ab(x)</sup>	3.50 $\pm$ 0.88 <sup>b(x)</sup>
Sin CaCl <sub>2</sub> , bandeja	3.55 $\pm$ 0.73 <sup>ab(x)</sup>	3.64 $\pm$ 0.99 <sup>ab(x)</sup>
Con CaCl <sub>2</sub> , vacío	3.88 $\pm$ 0.66 <sup>a(x)</sup>	4.00 $\pm$ 0.67 <sup>a(x)</sup>
Sin CaCl <sub>2</sub> , vacío	3.36 $\pm$ 0.93 <sup>b(x)</sup>	3.66 $\pm$ 0.79 <sup>ab(x)</sup>
CV <sup>Y</sup> (%)	22.06	21.55

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

x Medias en la misma fila con la misma letra son estadísticamente iguales ( $P > 0.05$ )

<sup>&</sup>DE desviación estándar

<sup>Y</sup>C.V (%) Coeficiente de variación

#### 4.6.2 Textura

Como se observa en el cuadro 11 los panelistas evaluaron el atributo textura como me gusta para el tratamiento con cloruro de calcio empacado al vacío en el día uno, existiendo una diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) entre el resto de los tratamientos. El tratamiento peor evaluado por los panelistas fue con cloruro de calcio empacado en bandeja, evaluado como ni me gusta ni me disgusta.

En el día siete el tratamiento mejor evaluado ( $P \leq 0.05$ ), con "Me gusta" fue el tratamiento con cloruro de calcio empacado al vacío al igual que en el día uno a pesar que los panelistas no detectaron una diferencia significativa a través del tiempo en ambos días fue percibido como "Me gusta", siendo este diferente al resto de los tratamiento.

Cuadro 11. Medias para el atributo textura en el tiempo.

Tratamiento	Textura día 1	Textura día 7
	Media $\pm$ DE <sup>&amp;</sup>	Media $\pm$ DE
Con CaCl <sub>2</sub> , bandeja	3.00 $\pm$ 0.95 <sup>c(x)</sup>	3.25 $\pm$ 0.76 <sup>b(x)</sup>
Sin CaCl <sub>2</sub> , bandeja	3.33 $\pm$ 0.75 <sup>bc(x)</sup>	3.11 $\pm$ 0.97 <sup>b(x)</sup>
Con CaCl <sub>2</sub> , vacío	4.00 $\pm$ 0.63 <sup>a(x)</sup>	4.19 $\pm$ 0.67 <sup>a(x)</sup>
Sin CaCl <sub>2</sub> , vacío	3.50 $\pm$ 0.77 <sup>b(x)</sup>	3.30 $\pm$ 0.88 <sup>b(x)</sup>
CV <sup>r</sup> (%)	21.89	24.67

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

x Medias en la misma fila con la misma letra son estadísticamente iguales ( $P > 0.05$ )

<sup>&</sup>DE desviación estándar

<sup>r</sup>C.V (%) Coeficiente de variación

#### 4.6.3 Aroma

Como lo muestra el cuadro 12 del atributo aroma, el tratamiento significativamente mejor evaluado ( $P \leq 0.05$ ) en el día uno fue el tratamiento con cloruro de calcio empacado al vacío. Los panelistas no encontraron diferencia significativa entre los tratamientos con cloruro de calcio empacado al vacío, con cloruro de calcio empacado en bandeja, sin cloruro de calcio empacado en bandeja. El tratamiento peor evaluado en este caso fue el sin cloruro de calcio al vacío.

Al observar las diferencias entre tratamientos en el día siete, se encontró que el tratamientos significativamente mejor evaluado fue, con cloruro de calcio empacado al vacío al igual que en el día uno, mostrando diferencia con los tratamientos sin cloruro de calcio empacado en bandeja, sin cloruro de calcio empacado al vacío y con cloruro de calcio en bandeja, los cuales tampoco fueron significativamente diferentes a través del tiempo.

Cuadro 12. Medias para el atributo aroma en el tiempo.

Tratamiento	Aroma día 1	Aroma día 7
	Media $\pm$ DE <sup>&amp;</sup>	Media $\pm$ DE
Con CaCl <sub>2</sub> , bandeja	3.55 $\pm$ 0.90 <sup>ab(x)</sup>	3.58 $\pm$ 0.90 <sup>b(x)</sup>
Sin CaCl <sub>2</sub> , bandeja	3.36 $\pm$ 0.79 <sup>ab(y)</sup>	3.86 $\pm$ 0.83 <sup>b(x)</sup>
Con CaCl <sub>2</sub> , vacío	3.83 $\pm$ 0.61 <sup>a(x)</sup>	3.97 $\pm$ 0.69 <sup>a(x)</sup>
Sin CaCl <sub>2</sub> , vacío	3.30 $\pm$ 0.92 <sup>b(x)</sup>	3.50 $\pm$ 0.81 <sup>b(x)</sup>
CV <sup>†</sup> (%)	22.84	22.59

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

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

<sup>&</sup>DE desviación estándar

<sup>†</sup>C.V (%) Coeficiente de variación

#### 4.6.4 Sabor

Como se observa en el cuadro 13, el tratamientos que los panelistas evaluaron cercano a "Me gusta" fue el tratamiento con cloruro de calcio empacado al vacío, no existiendo una diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) con el tratamiento con cloruro de calcio empacado en bandeja. Al evaluar el atributo sabor en el día siete se observó que el tratamiento con cloruro de calcio empacado al vacío fue mejor evaluado por los panelistas estando dentro del rango "Me gusta". Sin embargo los panelistas no percibieron diferencias significativas entre resto de los tratamientos.

No se encontró un efecto a través del tiempo para los tratamientos. El cloruro de calcio a través del tiempo nos permite mantener el sabor de la carne de res, con y sin uso del empaque al vacío.

Cuadro 13. Medias para el atributo sabor en el tiempo.

Tratamiento	Sabor día 1	Sabor día 7
	Media $\pm$ DE <sup>&amp;</sup>	Media $\pm$ DE
Con CaCl <sub>2</sub> , bandeja	3.58 $\pm$ 0.69 <sup>ab(x)</sup>	3.50 $\pm$ 0.69 <sup>b(x)</sup>
Sin CaCl <sub>2</sub> , bandeja	3.36 $\pm$ 0.96 <sup>b(x)</sup>	3.52 $\pm$ 1.05 <sup>b(x)</sup>
Con CaCl <sub>2</sub> , vacío	3.94 $\pm$ 0.71 <sup>a(x)</sup>	4.16 $\pm$ 0.50 <sup>a(x)</sup>
Sin CaCl <sub>2</sub> , vacío	3.47 $\pm$ 0.65 <sup>b(x)</sup>	3.64 $\pm$ 0.72 <sup>b(x)</sup>
CV <sup>†</sup> (%)	20.22	22.36

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

x Medias en la misma fila con la misma letra son estadísticamente iguales ( $P > 0.05$ )

<sup>&</sup>DE desviación estándar

<sup>†</sup>C.V (%) Coeficiente de variación

#### 4.6.5 Apariencia

En el cuadro 14 se puede observar que los tratamientos mejor evaluados por los panelistas en el día uno, son con cloruro de calcio empacado al vacío, evaluado como Me gusta, seguido por el tratamiento sin cloruro de calcio empacado al vacío, los cuales son significativamente iguales. Los tratamientos con y sin cloruro de calcio empacado en bandeja fueron los que presentaron apariencia menos agradable.

Los panelistas en el día siete coincidieron que los mejores tratamientos en apariencia son con cloruro de calcio empacado al vacío y sin cloruro de calcio empacado en bandeja, los tratamientos con y sin cloruro de calcio empacado en bandeja y sin cloruro de calcio empacado al vacío son iguales. No existiendo una diferencia significativa a través del tiempo en el atributo apariencia.

Cuadro 14. Medias para el atributo apariencia en el tiempo.

Tratamiento	Apariencia día 1	Apariencia día 7
	Media $\pm$ DE <sup>&amp;</sup>	Media $\pm$ DE
Con CaCl <sub>2</sub> , bandeja	3.41 $\pm$ 1.02 <sup>b(x)</sup>	3.50 $\pm$ 0.84 <sup>b(x)</sup>
Sin CaCl <sub>2</sub> , bandeja	3.47 $\pm$ 0.87 <sup>b(x)</sup>	3.66 $\pm$ 0.89 <sup>ab(x)</sup>
Con CaCl <sub>2</sub> , vacío	4.00 $\pm$ 0.63 <sup>a(x)</sup>	4.11 $\pm$ 0.62 <sup>a(x)</sup>
Sin CaCl <sub>2</sub> , vacío	3.69 $\pm$ 0.85 <sup>ab(x)</sup>	3.61 $\pm$ 0.76 <sup>b(x)</sup>
CV <sup>†</sup> (%)	21.45	20.39

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

x Medias en la misma fila con la misma letra son estadísticamente iguales ( $P > 0.05$ )

<sup>&</sup>DE desviación estándar

<sup>†</sup>C.V (%) Coeficiente de variación

#### 4.6.6 Aceptación general

Al evaluar la aceptación general (Cuadro 15), se observa que en el día uno el tratamiento más aceptado por los panelistas, fue el de cloruro de calcio empacado al vacío, con una calificación cercana a "Me gusta", siendo este tratamiento diferente significativamente del resto de los tratamientos. Sin embargo, el día siete el tratamiento mejor evaluado por los panelistas fue el tratamiento con cloruro de calcio empacado al vacío, mostrando una diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) del resto de los tratamientos. Mientras que los panelistas detectaron una diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) a través del tiempo en el tratamiento con cloruro de calcio empacado al vacío.

Cuadro 15. Medias para el atributo aceptación general en el tiempo.

Tratamiento	Acep. general día 1	Acep. general día 7
	Media $\pm$ DE <sup>&amp;</sup>	Media $\pm$ DE
Con CaCl <sub>2</sub> , bandeja	3.22 $\pm$ 0.86 <sup>b(x)</sup>	3.36 $\pm$ 0.83 <sup>b(x)</sup>
Sin CaCl <sub>2</sub> , bandeja	3.27 $\pm$ 0.94 <sup>b(x)</sup>	3.50 $\pm$ 0.97 <sup>b(x)</sup>
Con CaCl <sub>2</sub> , vacío	3.83 $\pm$ 0.61 <sup>a(y)</sup>	4.16 $\pm$ 0.69 <sup>a(x)</sup>
Sin CaCl <sub>2</sub> , vacío	3.27 $\pm$ 0.94 <sup>b(x)</sup>	3.44 $\pm$ 0.99 <sup>b(x)</sup>
CV <sup>†</sup> (%)	24.94	24.62

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

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

<sup>&</sup>DE desviación estándar

<sup>†</sup>C.V (%) Coeficiente de variación

#### 4.6.7 Preferencia

Al analizar estadísticamente los datos obtenidos mediante la prueba pareada T- Student, utilizando una significancia de 5% encontramos que se necesita que 59 de 100 panelistas determinen que una muestra sea significativamente preferida sobre la otra. Se encontró que el tratamiento con cloruro de calcio empacado al vacío fue preferido por los panelistas, ya que 67 panelistas prefirieron este producto sobre el tratamiento sin cloruro de calcio empacado al vacío (cuadro 16).

Cuadro 16. Resultados del análisis sensorial de preferencia.

Tratamiento	No. de panelistas que prefieren el tratamiento.
3. con cloruro de calcio al vacío	67
4. sin cloruro de calcio al vacío	33

Se puede observar que en los atributos color, olor, sabor, textura, apariencia y aceptación general, el tratamiento con cloruro de calcio empacado al vacío, presenta una tendencia a cambiar con el tiempo, siendo significativamente el mejor calificado en el día siete. El cual podemos observar que el cloruro de calcio no brinda ningún cambio negativo en la carne, siempre se mantiene una mejora constante a través del tiempo, así fue observado por los panelistas.

#### 4.7 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

Los resultados de los análisis sensoriales fueron correlacionados con los análisis físicos, sin embargo como se muestra en el cuadro 17 no se encontró una correlación significativa. Esto se debe a que el panel sensorial utilizado no detectó los cambios en la textura en de los tratamientos y que se utilizó panelistas no entrenados, como también no se utilizaron los mismos panelistas.

Cuadro 17. Análisis de correlación entre fuerza de corte y textura

	textura
Fuerza corte	-0.33 <sup>α</sup>
	0.11 <sup>αα</sup>

<sup>α</sup> Valor de correlación. <sup>αα</sup> Probabilidad

## 5. CONCLUSIONES

- La acción del  $\text{CaCl}_2$  no tienen efecto sobre el pH de la carne, sin embargo, los cortes que no tienen  $\text{CaCl}_2$  empacados en bandeja presentaron pH más alcalinos.
- Empacar en bandeja o adicionar  $\text{CaCl}_2$  reduce de igual manera la fuerza de corte de la carne al día uno pero no se ve afectada con el tiempo.
- Los cortes empacados al vacío dan tonalidades más rojas que los empacados en bandeja y ninguno cambia con el tiempo sin ser afectados por la adición de cloruro de calcio.
- La carga de aerobios totales en el músculo *Biceps femoris* a través del estudio estuvo debajo de máximo permisible por la secretaria de Agricultura y Ganadería de Honduras.
- El músculo *Biceps femoris* sometido a cloruro de calcio, empacado al vacío, fue el más preferido por los panelistas y obtuvo un nivel de rancidez por debajo del límite establecido, como percibido por el consumidor.

## **6. RECOMENDACIONES**

- Realizar análisis microbiológicos tanto al inicio como al final del estudio.
- Realizar este estudio en músculos duros como también músculos que sean suaves.
- Evaluar el efecto de cloruro de calcio y empaque en bandeja o al vacío, en músculo proveniente de animales más viejos.
- Evaluar otros sistemas de empackado comunes en la industria cárnica.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Andersen, S. y Grunert, K. G. 2000. Purchase decision, quality expectations and quality experience for organic pork. Consultado el 7 de septiembre del 2009. Disponible en: [http://www.qporkchains.org/Consumer/~media/Qpork/docs/pdf/a%20short%20review%20of%20research%20on%20consumer%20perception%20of%20pork.pdf.ashx](http://www.qporkchains.org/Consumer/~/media/Qpork/docs/pdf/a%20short%20review%20of%20research%20on%20consumer%20perception%20of%20pork.pdf.ashx)

ASHIE, I.; SIMPSON, B.K. 1997. Proteolysis in food myosystems. Journal of food Biochemistry 21(2): 91-123.

Chacón, A. 2004. La suavidad de la carne: implicaciones físicas y bioquímicas asociadas al manejo y proceso Agroindustrial. Agronomía Mesoamericana 15(2):225-243.

Chow, C.K. (editor); Fatty acid in foods and their health implications, Publisher: Marcel Dekker, New York (1992).

Clare, T.L.; Jackson, S.P.; Miller, M.F.; Elliot, C.T.; Ramsey, C.B. 1997. Improving tenderness of normal and callipyge lambs with calcium chlorine. Journal of Animal Science 75: 377-385.

Costell, E. 1992. Influencia del envase en la aceptabilidad de los alimentos. Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos 32(5): 493-507.

Depetris, G. y Santini, F. 2002. Metabolismo y Calidad de Producto (en línea). Consultado el 17 de octubre del 2009. Disponible en: [http://www.inta.gov.ar/balcarce/noticias/expo\\_ganadera/articulos/depetris.htm](http://www.inta.gov.ar/balcarce/noticias/expo_ganadera/articulos/depetris.htm)

Epley, R.J. 1992. Meat tenderness (en línea). Consultado 17 septiembre 2009. Disponible en: <http://www.extension.vacumn.edu/Documents/D/J/DJ0856.html>

Golovkin, N.A.; Ivanova, R.; Sharobaiko, V.; Vorobeva, N. 1984. Changes in meat tenderness during storage. Proceedings of the European Meeting of Meat Research Workers 30: 4-20.

Hedrick, H.B.; Aberle, E.; D. Forrest, J. C.; Judge, M. D. y Merkel, R. A. 1994. Principles of Meat Science. 3rd. ed., Kendall Hunt Publishing Co., Dubuque, Iowa. 1, 3, 274, 289, 317.

Heinemann, R. J. B.; Pinto, M. F. 2003. Effect of different concentration of calcium chloride in texture and acceptability of aged beef. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 23: 146-150.

Hoffman, L. C., Moelich, E. I. y Conradie, P. J. 2003. Sensory and functional meat quality characteristics of pork derived from three halothane genotypes. *Meat Science* 63, 333-338. Consultado el 19 de octubre del 2009. Disponible en: <http://dissepsilon.slu.se/archive/00000445/01/Mall-final-korr.pdf>.

Hurta-Leidenz, N. O.; Rodas-González, A. R.; Smith, G. C. 2004. Effect of vacuum aging and influence of sire on palatability of beef longissimus from grass-fed F1 Senepol x Zebu bulls. *Revista Científica, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Del Zulia* 14(3): 263-269.

Lourdes, M.; Escalona, H.; Guerrero, I. 1998. Effect of calcium chloride marination on calpain and quality characteristics of meat from chicken, horse, cattle and rabbit. *Meat, Poultry and Game* 48(1-2):125-134.

Maddock, K. R.; Huff-Lonergan, E.; Rowe, L. J.; Lonergan, S. M. 2005. Effect of pH and ionic strength on  $\mu$  and m-calpain inhibition by calpastatin. *Journal of Animal Science* 83(6): 1370-1376.

Madhavi, D. L., & Carpenter, C. E. (1993). Aging and processing affect color, metmyoglobin reductase and oxygen consumption of beef muscles. *Journal of Food Science*, 58, 939-942, 947.

Maglietti, C.; Santini, F.; Paván, E. 2004. Terneza de la carne vacuna de novillos terminados sobre pasturas con un contenido de calcio contrastante y suplementados con una dosis supranutricional de calcio pre-faena. Consultado el 2 de noviembre del 2009. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/balcarce/ResumenesPG/PGPA2007/resumen%20proyecto%20Maglietti.doc>.

Maltin, C.; Balcerzak, D.; Tilley, R.; Delday, M. 2003. Determinants of meat quality: tenderness. *Proceedings of the Nutrition Society* 62(2): 337-347.

Pearson, A.M. 1966. Desirability of beef - its characteristics and their measurement. *Journal of Animal Science*. 25: 843-851.

Pearson, A.M. y Dutson, T. R. 1994. Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products, 1st edition. Blackie Academic & Professional, New York, 18-19, 48-50, 79, 289-331, 480, 486, 489.

Pearson, A. M. y Tauber, F. W. 1984. Processed meats. 2nd edition. AVI Publishing Company, Westport Connecticut, 29.

Perez, M. L.; Guerrero, I.; Gutierrez, M. C.; Betancourt, J. M. 2005. Effect of calcium chloride marination and collagen content on beef, horse, rabbit and hen meat hardness. *Journal of Muscle Foods* 16(2): 141-154.

Rowe, L. J.; Maddock, K. R.; Lonergan, S. M.; Huff-Lonergan, E. 2004. Oxidative environments decrease tenderization of beef steaks through inactivation of  $\mu$ -calpain. *Journal of Animal Science* 82(11): 3254-3266.

SAG (Secretaría de Agricultura y Ganadería, HN). 2000. Reglamento de inspecciones de carnes y productos cárnicos, Acuerdo No. 078-00. *La Gaceta*, Tegucigalpa, HN, feb. 15:49.

Smith, T. 1997. The beef tenderness challenge continues (en línea). Consultado 17 septiembre 2009. Disponible en: [http://www.angus.org/journal/97\\_03mar/tender.htm](http://www.angus.org/journal/97_03mar/tender.htm)

Thompson, J. 2002. Managing meat tenderness. *Meat science* 62,295-308.

Vázquez, B. I.; Carreira, L.; Franco, C.; Fente, C.; Cepeda, A.; Barros-Velázquez, J. 2004. Shelf life extension of beef retail cuts subjected to an advanced vacuum skin packaging system. *European Food Research and Technology* 218(2): 118-122.

Warriss, P. 2003. *Ciencia de la carne*. Trad. JR Carrascal y R Cava. Zaragoza, ES, Acribia. 309 p.

Wheeler, T. 1998. Suavizamiento de la carne por inyección de cloruro de calcio. *World Wide Web*, San José. Comunicación Personal.

Wheeler, T.; Koohmaraie, M.; Landsdell, J.; Silragusa, G.; Miller, M. 1993. Effects of *postmortem* injection time. Injection level and concentration of calcium chloride on beef quality traits. *Journal of Animal Science* (71): 2965-2974.

Wichlacz, H.; Grzeskowiak, E.; Borzuta, K. 1995. Effect of postmortem injection of calcium chlorine and sodium ascorbate on some quality traits of cow meat. *Roczniki Instytutu Przemysłu Miesnego i Tluszczowego* (32-33): 79-87.

## 8. ANEXOS

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

**Tesista: Carlos Alfredo Landaverde**  
**Fecha: 03 de septiembre del 2009**

**Instrucciones:**

- Por favor coloque su nombre y fecha.
- Se le presentarán cuatro tipos de carnes codificadas 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" el círculo adecuado según su evaluación de las muestras de acuerdo con los atributos de aroma, suavidad, sabor, color y aceptación general.
- En la Escala: 1 significa extremadamente desagradable, 3 significa no me gusta, ni me disgusta (N.g/N.d), extremadamente agradable.
- Al finalizar el análisis de atributos de cada muestra, se le plantea una interrogante de preferencia, por favor mar "X" que muestra prefiere.
- Al finalizar la evaluación deje la hoja en su cubículo.

**\*Asegúrese de haber leído todas las instrucciones antes de ejecutar la evaluación. Si tiene alguna inquietud, apro para indicarle al instructor.**

**Hoja de Evaluación**

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

**Muestra 153:**

	Extremadamente desagradable	N.g/N.d.	Extremadamente agradable
Apariencia:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Olor:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Textura:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sabor:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Color:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aceptación General:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

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

#### PREFERENCIA

¿Que muestra prefiere? Por favor marque con una "X" la muestra que prefiere.

250

123