

1-1-2013

Evaluación fisicoquímica y sensorial del jamón cocido de carne tumbleada de búfalo (*Bubalus bubalis*) con fibra soluble y suero lácteo

Ángela Viviana González Ochoa
Universidad de La Salle, Bogotá

Gyselth Andrea Londoño Castrellón
Universidad de La Salle, Bogotá

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos

Citación recomendada

González Ochoa, Á. V., & Londoño Castrellón, G. A. (2013). Evaluación fisicoquímica y sensorial del jamón cocido de carne tumbleada de búfalo (*Bubalus bubalis*) con fibra soluble y suero lácteo. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/231

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería de Alimentos by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Programa Ingeniería de Alimentos**

**Evaluación fisicoquímica y sensorial del jamón cocido de carne tumbleada de búfalo
(*Bubalus bubalis*) con fibra soluble y suero lácteo**

Autoras: González Ochoa Angela Viviana

Londoño Castellon Gyselth Andrea

Dirigido por: Ing. Lena Prieto Contreras MSc

Bogotá

2013

A Dios por permitirme alcanzar mi propósito, a mis Padres y mis hermanas por su apoyo, comprensión y ayuda incondicional y Henry Nel Acevedo por acompañarme en este camino.

Ángela González.

Ante todo a Dios por darnos sabiduría, fortaleza y constancia en este trabajo de grado, a mi hijo Nicolás quien me da la fuerza necesaria para el día a día, a mi abuela Amparo y a mi madre Carmen Rosa por su apoyo constante, a mi tío Jorge por su gran soporte, a mi esposo John por su paciencia y ayuda y por último a mi familia en general por acompañarme en este camino.

Andrea Londoño

AGRADECIMIENTOS

Las autoras expresan sus agradecimientos a:

- Luis Fernando García, Ingeniero de Alimentos, Gerente de FEMAX TECNOLOGÍA S.A.S, quien amablemente nos permitió emplear los equipos para el desarrollo de este trabajo de grado.
- Lena Prieto Contreras, Ingeniera Química MSc, profesora de la Universidad de La Salle, por su dirección, acompañamiento y asesoría en cada etapa de este proceso.
- Javier Francisco Rey Rodríguez, Ingeniero de Alimentos, profesor de la Universidad de La Salle, por sus recomendaciones y apoyo para llevar a cabo el trabajo de grado.
- Nuestros familiares por sus consejos, confianza y apoyo a lo largo de nuestra carrera.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	11
GLOSARIO	12
INTRODUCCIÓN	14
1. MARCO DE REFERENCIA	16
1.1 CARNE DE BÚFALO	16
1.1.1 Composición nutricional	17
1.2 JAMÓN COCIDO	18
1.2.1 Formulación y métodos de elaboración del jamón	18
1.2.2 Tipos de jamón comercial	19
1.2.3 Factores que afectan la textura del jamón curado	21
1.3 ELABORACIÓN DE JAMÓN COCIDO	22
1.4 OPERACIÓN DE TUMBLEADO	27
1.5 SALMUERAS PARA PRODUCTOS CÁRNICOS	28
1.5.1 Clases de salmueras	29
1.5.2 Puntos críticos de control en la elaboración de la salmuera	29
1.6 FIBRA SOLUBLE	30
1.6.1 Propiedades de la fibra soluble	31
1.7 FIBRA DE NARANJA	32
1.8 SUERO LÁCTEO	34
1.9 TEXTURA EN ALIMENTOS	35
1.10 ESTADO DEL ARTE	37
1.11 MARCO LEGAL	38
1.12 FEMAX TECNOLOGÍA S.A.S	40
2. METODOLOGÍA DE LA EXPERIMENTACIÓN	41
2.1 CARACTERIZACIÓN DE LA CARNE DE BÚFALO	41
2.1.1 Determinación de la capacidad de retención de agua por goteo	41
2.1.2 Determinación de la capacidad de agua por cocción	42
2.1.3 Determinación de la capacidad emulsionante	42
2.1.4 Determinación de la textura	42

2.1.5 Determinación del color	42
2.2 ELABORACIÓN DEL JAMÓN COCIDO	43
2.3 MODIFICACIONES DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL JAMÓN COCIDO	45
2.3.1 Modificación 1 con inyección de salmuera	45
2.3.2 Modificación 2 sin inyección de salmuera	46
2.3.3 Jamón cocido patrón	49
2.4 CARACTERIZACIÓN DE LOS JAMONES ELABORADOS CON MODIFICACIONES EN EL PROCESO	49
2.4.1 Caracterización fisicoquímica	49
2.4.2 Caracterización de textura	51
2.4.3 Caracterización sensorial	51
2.5 SELECCIÓN DE UN JAMÓN COCIDO DE BÚFALO ELABORADO	53
2.5.1 Análisis de procesos	53
2.5.2 Evaluación estadística	53
3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA EXPERIMENTACIÓN	55
3.1 CARACTERIZACIÓN DE LA CARNE DE BÚFALO	55
3.1.1 Capacidad de retención de agua (CRA) por goteo	55
3.1.2 Capacidad de retención de agua (CRA) por cocción	56
3.1.3 Capacidad emulsionante	56
3.1.4 Textura	56
3.1.5 Color	57
3.2 ELABORACION DE JAMÓN COCIDO	58
3.3 MODIFICACIONES DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL JAMÓN COCIDO	59
3.3.1 Modificación 1 con inyección de salmuera	59
3.3.2 Modificación 2 sin inyección de salmuera	60
3.3.3 Jamón cocido patrón	61
3.4 CARACTERZACION DE LOS JAMONES ELABORADOS CON MODIFICACIONES EN EL PROCES	61
3.4.1 Caracterización fisicoquímica	61

3.4.2 Caracterización de textura	63
3.4.3 Loncheado	70
3.4.4 Caracterización sensorial	72
3.5 SELECCIÓN DE UN JAMÓN COCIDO DE BÚFALO ELABORADO	76
3.5.1 Balance de materia	76
3.5.2 Balance de energía	78
3.5.3 Evaluación estadística	78
3.6 PROCESO DE ELABORACIÓN DEL JAMÓN SELECCIONADO	80
CONCLUSIONES	83
RECOMENDACIONES	85
REFERENCIAS	86
APÉNDICES	96

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Mezcladora industrial para masajeo de carne	23
Figura 2. Tanque de escaldado de carne	24
Figura 3. Tajadora de jamón cocido	25
Figura 4. Envasadora al vacío	25
Figura 5. Proceso de elaboración de jamón cocido	26
Figura 6. Tumbler o masajeador visto desde el exterior e interior	27
Figura 7. Curva característica del análisis del perfil de textura	35
Figura 8. Elaboración del jamón cocido de búfalo con inyección de salmuera y tumbleado	47
Figura 9. Elaboración del jamón cocido de búfalo con tumbleado sin inyección de salmuera	48
Figura 10. Gráfica de textura en el músculo de la carne de búfalo sin tumbleado muestra 1	57
Figura 11. Coordenadas CIELAB	58
Figura 12. Tumbler visto desde el interior y exterior	60
Figura 13. Músculo de la carne de búfalo sometido a mezclado	61
Figura 14. Resultados promedios de proteína y fibra cruda en los jamones cocidos	62
Figura 15. Comportamiento del TPA del jamón cocido tumbleado a 50rpm con compresión al 30%	64
Figura 16. Comportamiento del TPA del jamón cocido tumbleado con inyección a 30 rpm con compresión al 30%	67

Figura 17. Grafica de Loncheado jamón de búfalo cocido	70
Figura 18. Coordenadas CIELAB	72
Figura 19. Grafica características sensoriales	73
Figura 20. Resultados pérdidas en el proceso de tumbleado y escaldado en el jamón de búfalo	75
Figura 21. Resultados rendimiento en el proceso de tumbleado y escaldado en el jamón de búfalo.	76
Figura 22. Proceso de elaboración del jamón seleccionado	81

LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla1. Composición química centesimal y valor energético de la carne fresca bufalina	17
Tabla2. Requisitos de composición y formulación para jamones cocidos y fiambre	18
Tabla3. Métodos de elaboración del jamón	19
Tabla4. Tipos de jamón comercial	19
Tabla5. Contenido de fibra dietaria total, insoluble y soluble de fibra dietaria de residuos de naranja	33
Tabla6. Capacidad de retención de agua (g/g ms) de la fibra dietaria de residuos de naranja	33
Tabla 7. Parámetros de perfil de textura (TPA) y características sensoriales.	36
Tabla 8. Pruebas de caracterización de la carne de búfalo	41
Tabla 9. Formulación de la salmuera para la elaboración de jamón cocido de búfalo	43
Tabla10. Modificaciones de la elaboración de jamón cocido de búfalo	45
Tabla11. Organización de resultados en el diseño experimental	53
Tabla12. Resultados promedios de la caracterización de la carne de búfalo	55
Tabla 13. Resultados del proceso de elaboración del jamón cocido	58
Tabla14. Resultados de perfil de textura por TPA compresión al 30%	65
Tabla15. Resultados de perfil de textura por TPA compresión al 40%	66
Tabla16. Resultados promedios prueba loncheado en jamones de búfalo cocido	70
Tabla17. Resultados promedio de color en el jamón cocido de búfalo	71
Tabla18. Resultados del balance de energía modificaciones 1 y 2	77
Tabla 19. Resultados de la evaluación estadística	78

LISTA DE APÉNDICES

	Pag.
Apéndice 1. Formato de prueba afectiva de aceptación jamón de búfalo cocido	94
Apéndice 2. Resultados de la caracterización fisicoquímica del corte de la carne de búfalo	95
Apéndice 3. Resultados de la operación de tumbleado en la elaboración del jamón cocido	96
Apéndice 4. Resultados de la caracterización de los jamones elaborados	98
Apéndice 5. Resultados prueba sensorial de aceptabilidad jamones cocidos de búfalo	99
Apéndice 6. Cálculos balance de materia para las modificaciones 1 y 2.	101
Apéndice 7. Cálculos Balance de energía para las modificaciones 1 y 2	104
Apéndice 8. Cálculos balance materia y energía para el jamón cocido seleccionado	108
Apéndice 9. Graficas de textura carne de búfalo	110
Apéndice 10. Comportamiento del TPA del jamón cocido con compresión del 30%	111
Apéndice 11. Comportamiento del TPA del jamón cocido con compresión del 40%	113
Apéndice 12. Comportamiento de loncheado jamón de búfalo	116
Apéndice 13. Evaluación estadística del jamón cocido de búfalo	119

RESUMEN

Para un músculo de carne de búfalo (*Bubalus bubalis*) o corte de segunda se le determinaron sus características como: capacidad de retención de agua por goteo, capacidad de retención de agua por cocción, capacidad emulsionante, textura por método de Warner Bratzler y color por colorimetría. Con los resultados anteriores, se evaluó el efecto del tumbleado del músculo de carne de búfalo para la producción de jamón cocido con y sin inyección de salmuera, la cual se preparó con fibra soluble y suero lácteo en una cantidad de 0,5% en peso seco y 1% en peso seco respectivamente; así mismo, la salmuera en polvo representó un 17,34% y el agua 81,16% de agua para un total de 210 g de salmuera. El tumbleado se varió en la velocidad (30 y 50 rpm), temperatura (2-4°C y 5-7°C) y tiempo de reposo durante el masajeo. Luego las características como proteína, fibra cruda, perfil de textura y loncheado se valoraron en los productos finales. De igual manera se valoraron parámetros sensoriales con una prueba afectiva de aceptación con 30 personas no entrenadas para conocer su aceptación de sabor, color, textura, agrado y dureza en los jamones cocidos de búfalo. Los jamones elaborados se compararon entre sí, seleccionando el que se elaboró con operaciones de tumbleado e inyección de salmuera. Los valores obtenidos se analizaron con análisis de varianza para arreglos factoriales, y prueba de comparación de varianzas de Tukey con 95% de confiabilidad.

PALABRAS CLAVE: búfalo, tumbleado, inyección, fibra de naranja, suero lácteo

GLOSARIO

Ácido orótico. Compuesto heterocíclico ácido, conocido también como ácido pirimidinecarboxílico, elaborado por la flora intestinal. Sus sales, conocidas como orotatos, a veces se usan como portador de minerales en algunos suplementos dietéticos para aumentar su biodisponibilidad. Orotato de litio es el más usado en esta forma.

Añojos. Becerro, búfalo o cordero de un año de edad cumplido.

Bucerros. Cría del búfalo menor de tres años.

Búfalo de agua. Nombre científico (*Bubalus bubalis*) es un gran bóvido procedente del sudeste asiático. En la actualidad se encuentra tanto en estado salvaje como doméstico, y ha sido introducido en muchos otros lugares.

Extendedor. Componentes no cárnicos, con excepción del agua, sal y especias, que se adiciona en cantidad suficiente para aumentar el volumen o cambiar la composición de los embutidos. Las finalidades principales de los extendedores son: mejorar la estabilidad de la emulsión, aumentar la capacidad de ligar agua, resaltar el aroma, disminuir las mermas durante la cocción, disminuir los gastos de formulación.

Fibra. Sustancia comestible que se encuentra en células vegetales, conformado por polisacáridos, lignina y sustancias resistentes a las enzimas digestivas, confiere la propiedad de afectar o modificar algunas características de un alimento.

Jamón cocido. Derivado cárnico del cerdo formado por una única pieza o bloque, compuesto de carne picada de magro al que se le inyecta sal en gran cantidad a través de un proceso conocido como inyección.

Malaxar. Proceso que consiste en amasar una sustancia para reblandecerla o mezclar sus componentes.

Suero lácteo. Líquido obtenido en el proceso de fabricación del queso y de la caseína, después de la separación de la cuajada o fase micelar. Sus características corresponden a un líquido fluido, de color verdoso amarillento, turbio, de sabor fresco, débilmente dulce, de carácter ácido, con un contenido de nutrientes o extracto seco del 5,5% al 7% proveniente de la leche.

Tumbleado. Operación para el tratamiento de tejidos cárnicos, al golpear la banda contra los elementos de impacto, el volteo da la banda proporciona una textura más suave, más flexible por la relajación de la estructura de la carne.

INTRODUCCIÓN

El jamón cocido es considerado un alimento común en la canasta familiar, apetecido por su contenido de proteína cárnica vacuna, superior a otros embutidos encontrados en el mercado; sin embargo se hace necesario encontrar modalidades viables culturalmente, que fortalezcan la economía, la agricultura, los recursos naturales y la calidad de vida en todas las formas de producción de este tipo de productos.

Actualmente se estima que en Colombia existe una población bufalina aproximada de 100.000 cabezas con un crecimiento anual cercano al 10%, alcanzando el peso para el sacrificio en periodos más cortos. Dentro del trópico colombiano, los sistemas de producción de doble propósito bufalino (SDPB) están asociados a bajos costos de producción y este sistema representa una alternativa viable para aprovechar los recursos naturales regionales y hacer frente a los desafíos que se presentan como resultado de la globalización económica, así como para la generación de empleos.

Las tendencias actuales en la industria cárnica colombiana se enfocan en desarrollar productos alternativos con la utilización de otros tipos de carne diferentes a los convencionales como lo son el pollo, res, pescado y cerdo, que ofrezcan características similares o mejores a los ya existentes en el mercado; por ende se ha propuesto como opción a esta industria la utilización de carne de búfalo en jamón cocido, usando como técnica el tumbleado en el musculo de este tipo de carne.

Es por esto que se hace necesario potenciar acciones que permitan el incremento de consumo de la carne de búfalo y su aprovechamiento a largo plazo, lo que se traduce en mejores oportunidades, aprovechamiento de los recursos naturales regionales y fortalecimiento económico. Por otra parte, la producción de jamón cocido con el tumbleado como nueva tecnología, juega un papel primordial en la solubilización de las proteínas miofibrilares debido a su capacidad de provocar cambios estructurales del músculo de carne; además, permite una mejor incorporación de salmuera enriquecida con nuevos

insumos para garantizar un producto uniforme con características químicas y físicas superiores.

Por lo anterior se propuso como objetivo general, evaluar las características fisicoquímicas y sensoriales del jamón cocido de carne tumbleada de búfalo (*Bubalus bubalis*) con adición de fibra de naranja (soluble) y suero lácteo, por lo cual para llegar a este fin se contó con cuatro objetivos específicos los cuales se centran en:

- Determinar las características de capacidad de retención de agua por goteo, capacidad de retención de agua por cocción, capacidad emulsionante, textura y color en el músculo de búfalo sin tumbleado.
- Determinar el efecto de la operación de tumbleado con y sin inyección de salmuera durante la elaboración del jamón cocido.
- Caracterizar los jamones cocidos obtenidos con las variaciones de la operación de tumbleado con y sin inyección de salmuera.
- Establecer el proceso de elaboración del jamón cocido con operación de tumbleado para el producto obtenido que presenta mejores características fisicoquímicas y sensoriales.

El jamón cocido que presentó mejores características fisicoquímicas y sensoriales, fue el elaborado con las dos modificaciones de tumbleado a una velocidad de 50 rpm; presentando mayor contenido de proteína y de fibra, con valores de 28,95% y 26,8% respectivamente. Para la textura se obtuvieron valores aceptables para cohesividad y elasticidad en la segunda modificación (0,47N y 9,004 mm); y valores para dureza, gomosidad y masticabilidad (6,0247 kgf, 2,4548 mm y 15,988 mm) fueron aceptables para la primera modificación para una compresión del 30% en el ensayo de perfil de textura. En cuanto al loncheado el jamón con una velocidad de tumbleado de 30 rpm de la segunda modificación presentó una extensión máxima de 30 mm, siendo mayor que la extensión mostrada por el jamón con velocidad de 50 rpm primera modificación con un resultado de 10 mm. El color obteniendo presentó las coordenadas CIELAB 42,68 L*, 16,58 a* y 5,45 b* mayores para la segunda modificación a una velocidad de 50 rpm.

1. MARCO DE REFERENCIA

A continuación se presenta brevemente generalidades sobre la carne de búfalo, los procesos de elaboración de jamón cocido, las salmueras empleadas y los tipos de fibra alimentaria. Después, se encuentra el estado del arte sobre investigaciones del aprovechamiento del suero lácteo y de la fibra soluble en el desarrollo de productos alimenticios.

1.1 CARNE DE BÚFALO

La carne de búfalo se distingue de la de los bovinos por su consistencia más tierna. Su sabor parecido al de la carne de vaca de alta calidad, no presenta ningún matiz exótico ni extraño. En cuanto al rendimiento en canal para un búfalo de agua oscila entre 41,78 a 55%. Las canales de los búfalos son de mayor tamaño que de las razas Europeas del vacuno productor de carne. La grasa de la canal de búfalo posee un punto bajo de fusión (36-37 °C), el porcentaje de carne magra es buena (79%), aunque el porcentaje de hueso resulta elevado (19-21%) (Cuellar y Arévalo, 1996). La proporción de grasa es máxima en los añojos y mínima en bucerros. El color de la carne tiende a oscurecerse con la edad, y la carne magra de los terneros es de un color más claro que la de los machos adultos. Las pruebas permiten comprobar que la terneza disminuye con la edad (Almaguer, 2007).

Se ha comprobado suficientemente que el búfalo, alimentado adecuadamente y criado en condiciones apropiadas para su matanza puede suministrar una carne de excelente calidad y con buenos rendimientos (Cuellar y Arévalo, 1996). Esta carne presenta los siguientes componentes característicos.

- **Proteínas.** Según Mengana y Martínez (1980, citados en Cuellar y Arévalo, 1996) las proteínas son compuestos altomoleculares, indispensables para la vida; están constituidas por aminoácidos unidos entre sí por enlaces peptídicos. Son coloides hidrofílicos, es decir que tienen afinidad con el agua. Cuando se disuelven en ella, aparece la hidratación de cada molécula. Montoya (1996, citado en Cuellar y Arévalo, 1996) menciona que la carne de búfalo tiene una buena cantidad de proteína comparada con la de las otras especies. Este contenido repercute en el buen valor nutricional del producto y a su vez garantiza una buena emulsión de la grasa que se adiciona.

- **Grasa.** Indica que la carne de búfalo es más magra comparada con la de bovino, lo que señala que esta carne es bastante saludable (tipo *light*), desde el punto de vista industrial este tipo de carne brinda una mayor estabilidad a la emulsión, obteniéndose así mejores propiedades físicas en el producto final Montoya (1996, citado en Cuellar y Arévalo, 1996).
- **Agua.** El porcentaje de humedad de la carne de búfalo es bastante alto, comparada con la de bovino este valor es una ventaja desde el punto de vista nutricional, puesto que en el agua se encuentran disueltas vitaminas y proteínas, sin embargo este mismo valor puede favorecer el crecimiento de bacterias aerobias, las cuales hacen que la carne se descomponga más fácilmente Montoya (1996, citado en Cuellar y Arévalo, 1996).

Por otra parte, Miranda (1991, citado en Cuellar y Arévalo, 1996) define la capacidad de retención de agua como la habilidad que posee la carne para retener su agua durante y después de la aplicación de tratamientos físicos tales como cortado, escaldado, molido, y ahumado. La capacidad de retención de agua de tejido muscular tiene un efecto directo sobre las mermas no solo de la carne fresca durante su almacenamiento, sino también en los productos cárnicos procesados y terminados. Además afirma que la carne de búfalo puede tener una capacidad de retención del orden del 49%, en cocción, lo que mejora también la calidad de la emulsión.

1.1.1 Composición nutricional

Según Cedres *et al.*, (S.F) Las características físico-químicas de la carne de búfalo tabla 1 pueden variar debido a numerosos factores, como lo son la especie, raza, edad, manejo y alimentación del animal como se expuso anteriormente. La siguiente tabla presenta el valor nutritivo de la carne de búfalo, utilizando ejemplares de la misma madurez fisiológica.

Tabla 1. Composición química centesimal y valor energético de la carne fresca bubalina

Agua (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Minerales (%)	Carbohidratos (%)	Energía bruta (kcal)
74,26± 0,69	23,43± 0,80	0,52± 0,35	1,06± 0,09	0,73 ± 0,12	101.10± 2,94

Fuente: Cedres *et al.*, (S.F)

1.2 JAMÓN COCIDO

Según la Norma Técnica Colombiana NTC 1325 define el jamón cocido como un producto cárnico procesado, cocido, embutido, moldeado o prensado, elaborado con músculo sea éste entero o troceado (se excluyen los sistemas cárnicos homogenizados y picados), con la adición de sustancias de uso permitido.

1.2.1. Formulación y métodos de elaboración del jamón. El producto elaborado hace referencia a la especie animal empleada. El jamón se fabrica a partir de los cuartos traseros del cerdo mientras que el de espaldilla se elabora de los cuartos delanteros señala la Asociación Argentina de Producción Animal (AAPA, 2004). Según la Norma Técnica Colombiana NTC 1325 para la elaboración de jamón cocido en Colombia existen ciertos parámetros de composición y formulación para esta clase de alimentos como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Requisitos de composición y formulación para jamones cocidos y fiambre

Parámetro*	Premium		Seleccionada		Estándar	
	Mínimo (%)	Máximo (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)
Proteína (Normalidadx6,25) en fracción masa	14		12		10	
Grasa, en fracción masa		6		10		10
Humedad en fracción masa		86		88		90
Almidón en fracción masa		3		5		7
Proteína no cárnica en fracción masa		1		3		6

Los resultados obtenidos para cada parámetro se expresan en fracción masa según el Sistema Internacional de Unidades (S.I.). Anteriormente se usaba la notación % masa/masa pero esta no es aceptada en el S.I. Ahora., se expresará la fracción de masa del constituyente x, con el símbolo W_x .

$$W_x = m_x/m$$

Donde
 m_x : es la masa del constituyente x
 m: la masa total
 Esta cantidad se expresa frecuentemente en porcentaje.

Fuente: Norma Técnica Colombiana NTC 1325 (ICONTEC Internacional)

Por otra parte, en la elaboración de jamón cocido se conocen diferentes técnicas de procesamiento que varían de acuerdo al tipo de salazón empleado y la incorporación de la salmuera, expuestos en la tabla 3.

Tabla 3. Métodos de elaboración del jamón

MÉTODOS	CONSISTE EN	PRODUCTOS
POR ACCIÓN DE SALAZÓN EN SECO	Salazón por inmersión e inyección de salmuera, prensado y secado al aire.	Tipo Jamón Natural
POR AHUMADO	Salazón menos intensa que el anterior y posterior ahumado en cámaras.	Tipo Jamón Serrano
POR COCIDO	Inmersión previa en salazón y posterior deshuesado, cocido y dar forma redondeada.	Tipo Jamón de York
HORNEADO	Salazón y cocción dado por cámaras de horneado hasta un tostado deseado	Tipos Americano, Virginia, Holandés.

Fuente: ANTAD (2007, citado en Morales 2010)

1.2.2 Tipos de jamón comercial. La clasificación de los diferentes tipos de jamón que existen en el mercado tabla 4 se realiza teniendo en cuenta varios aspectos tales como la raza del cerdo, el tipo de alimentación y los sistemas de cría al cual se ha sometido el animal (Frontela, *et al.*, 2006). Además, los jamones comerciales como lo expresa López (S.F.) se clasifican por lugar de procedencia y por el método utilizado para su elaboración, como se observa en la tabla 4.

Tabla 4. Tipos de jamón comercial

JAMÓN	CARACTERÍSTICAS
Jamón ibérico	<p>Procedente del cerdo de raza ibérica, original de la península Ibérica. Las características sensoriales del jamón Ibérico frente a su color son rosado, textura poco fibrosa y con grasa infiltrada, sabor y olor a bellota dada por la alimentación del cerdo señala Ventanas (2006). Los diferentes tipos de jamón Ibérico se clasifican dependiendo de la alimentación a la que ha sido sometido el animal, para esta clase de jamón se conocen 4 tipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ibérico Cebo. Los cerdos son alimentados solo por piensos (forraje). • Ibérico Cebo de Campo. Los cerdos son alimentados con pastos, leguminosas y cereales. • Ibérico Recebo. Cerdos alimentados de hierbas y piensos naturales, su alimentación se complementa con cereales y legumbres. • Ibérico Bellota. El cerdo es alimentado a base de piensos naturales, bellotas y pasto sin ningún suplemento añadido.

Jamón Serrano	<p>Procede de una variedad de raza del cerdo blanco, y se distingue por el color de la piel. Se le llama serrano cuando es curado en clima de sierra, frío y seco.</p> <p>Estos se clasifican según su curación :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jamón Serrano. No tiene ninguna exigencia en tiempo de curación. • Jamón Bodega. Período de curación 9-12 meses. • Jamón Reserva. De 12 a 15 meses • Jamón Gran reserva. Con curaciones a partir de 15 meses.
Jambon	<p>En Francia existen tres categorías conocidas de este jamón de los cuales sus técnicas de conservación otorgan distintos grados de humedad final a la carne y distintos sabores dependiendo si se trata de conservación en sal seca, en salmuera o de un producto ahumado entre estos están:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jambon sec. La curación debe durar 130 días. dentro de esta categoría se encuentran el jambon de Bayonne y el jambon de las Ardenes • Jambon sec supérieur. Tiempo total de curación no menor de 210 días. • Jambon cru. Se produce de la misma manera que el jambon sec pero carece de una duración mínima de maduración.
Prosciutto	<p>El término prosciutto se refiere a un corte de la carne del cerdo correspondiente al miembro posterior. Cabe destacar las siguientes variedades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jamón de Parma: En su elaboración, se somete a un proceso de curación mínimo de 10 a 12 meses.. • Jamón San Daniele: Su forma de “guitarra” es su rasgo distintivo. Tiene una curación mínima de un año. Este jamón se presenta sin hueso. El tiempo de secado no baja de los doce meses. • Speck Alto Adige: Tiene un gusto particular, resultado del proceso de ahumado y de los ingredientes utilizados.
Country Ham	<p>El sabor es particularmente salado, debido a que la salazón dura unos 40 días (a temperaturas muy bajas, de 3-4 °C).. Pasado este tiempo se le deja madurar un mínimo de 25 días a unos 25 °C y con una humedad relativa del 60% (Lopez S.F.).</p>
Presunto	<ul style="list-style-type: none"> • Presunto de Chaves. Es un tipo de Jamón Blanco con un período de curación natural añadiéndole especias y vino para después proceder a un ahumado ligero, con una maduración y envejecimiento es de 18 a 24 meses. • Jamón ibérico puro DOP Barrancos. Jamón de corte fino y alargado, estilizado, perfilado o recortado en pico o punta.
Schinken	<p>La diferencia principal entre los jamones se caracterizan por tener un breve periodo de salazón,. El sabor de estos jamones es ligeramente ahumado y su color tiene tonalidades ocres. Distinguimos tres tipos de jamones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jamón de Ammerland: Es un jamón deshuesado, sometido a un proceso de salazón en salmuera, ahumado en frío al aroma de madera de haya y de bayas de enebro. • Jamón de la Forêt Noire: Deshuesado y salado en salmuera aromatizada. Curado al aire libre antes de ahumarlo. Con aroma de ramas de pino. • Jamón de Westphalie: Cortado en redondo, frotado con sal y salado en salmuera, desalado, escurrido y ahumado en frío con esencias muy aromatizantes.
Tipo York	<p>Suele elaborarse mediante diversos procedimientos uno de los más habituales es la inyección de una aguja hipodérmica, en diversos puntos del tejido, de una solución acuosa de sal. Se comercializa generalmente envasado en latas metálicas, con una capa de gelatina natural recubriendo la capa exterior.</p>

Fuente: López (S.F.)

1.2.3 Factores que afectan la textura del jamón curado

Los jamones curados tienen características definidas frente a su calidad sensorial, la textura es una de las particularidades de esta calidad, por ende hay factores que afectan esta propiedad entre estas están.

- **Materia prima utilizada.** En la industria cárnica mundial se utilizan cerdos de raza Pietrain, Duroc, Large White, Landrace Belga para la elaboración de los distintos tipos de jamón existente en el mercado. La trazabilidad, la raza y las condiciones de crianza del animal influyen directamente en la textura del jamón curado. Investigaciones de Gou *et al.*, (1995, citado en Ruiz, 2005) y Oliver *et al.*, (1994, citado en Ruiz, 2005) señalan que el cruce de raza de cerdos Duroc, generan una mayor pastosidad en los jamones curados, gracias a que se reduce el contenido de NaCl/humedad, provocada por mayor contenido de grasa intramuscular e intermuscular que dificulta la difusión de sal. Del mismo modo investigaciones realizadas por Guerrero *et al.*, (1996, citado en Ruiz 2005), encontraron mayor pastosidad y desmenuzabilidad en razas puras de cerdo Pietrain y Landrace Belga. La dureza en el producto final del jamón curado se ve influenciado por el cruce de las razas anteriormente descritas, dando como resultado una menor dureza y mayor desmenuzabilidad sensorial en el jamón con cruce de Landrace Belga y Duroc.
- **Contenido y composición de la intramuscular del cerdo.** La grasa intramuscular del cerdo influye en el producto final del jamón curado, Parolari *et al.*, (1988, citado en Ruiz, 2005), hallaron una correlación negativa entre la dureza del jamón curado y el contenido de lípidos en el jamón final, sin embargo investigaciones realizadas por Buscailhon *et al.*, (1994, citado en Ruiz, 2005) no encontraron ninguna relación entre los parámetros de textura y fracción de grasa. En investigaciones más recientes se encontró una correlación negativa entre la dureza sensorial y el contenido de grasa intramuscular y entre dos ácidos grasos monoinsaturados (oleico y palmitoleico) Ruiz *et al.*, (2000, citado en Ruiz 2005) en concordancia con Parolari *et al.*, (1988, citado en Ruiz 2005).
- **pH.** El pH inicial de la carne de cerdo tiene efecto importante sobre algunas características que pueden ser determinadas sensorialmente o instrumentalmente al final del proceso del jamón curado Arnau *et al.*, (1998, citado en Ruiz 2005) y Guerrero *et al.*, (1996, citado en Ruiz, 2005), encontraron menor dureza y mayor

brillo, desmenuzabilidad, pastosidad y adhesividad, en los jamones curados elaborados con $\text{pH} > 6,2$, que aquellos con $\text{pH} < 5,8$. Debido al mayor grado de extractibilidad y funcionalidad (capacidad de retención de agua, solubilidad, viscosidad etc.) de las proteínas con pH mayores y con un alto contenido de humedad. Investigaciones realizadas por Magraner *et al.*, (2003) encontraron mayor dureza y pastosidad en los jamones curados con $\text{pH} > 5,6 < 6,0$, que en aquellos con pH menores a 5,6, atribuyendo a que el $\text{pH} < 5,6$ favorece una mayor actividad enzimática proteolítica, la cual está asociada con altos contenidos de nitrógeno no proteico.

1.3 ELABORACIÓN DE JAMÓN COCIDO

Para la elaboración a nivel industrial del jamón cocido se realizan las siguientes actividades.

- **Recepción.** Esta operación considera las características sensoriales de color, olor, textura al igual que la temperatura y el pH de llegada de la carne tanto en el centro como en la superficie de esta. De esta manera se procede a realizar una inspección completa de la materia prima a utilizar.
- **Pesaje.** Posteriormente se cuantifica la cantidad de carne recibida para procesarla y así conocer la cantidad de salmuera que se adiciona al producto.
- **Preparación de la salmuera.** Las salmueras para el curado son disoluciones acuosas, a concentraciones diferentes, de sal común y nitrato o sal de nitrito y sal común, ésta juega papeles múltiples en la elaboración de embutidos, en primera instancia frena y detiene el crecimiento bacteriano, aumenta la solubilidad de las proteínas musculares favoreciendo así la manifestación de sus propiedades tecnológicas (poder emulsificante, ligante, entre otros) (Prändl *et al.*, 1994). La salmuera para curación puede prepararse de diferente forma, dependiendo del tipo de procesado, si la carne se sumerge en la salmuera (curado húmedo), o si se inyecta la salmuera en el músculo (inyección intramuscular) Paltrinieri (1985 citado en Prändl *et al.*, 1994). La adición de ingredientes a través de la salmuera busca dar cohesión a la mezcla lo que asegura la futura cohesión de la tajada, y también homogenizar la mezcla. El principio de esta fase es extraer las proteínas utilizando los efectos de la sal, para que ellas se solubilizan. (Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD, SF).

- **Masaje.** Esta etapa del proceso somete la carne a un masaje por medio de una de las dos técnicas que se describen a continuación. Esta operación busca que la salmuera se distribuya uniformemente por todo el interior del músculo y que se incremente el color (Prändl *et al.*, 1994).
 - **Tumbleado.** Tratamiento mecánico mediante el cual el material cárnico es sometido a golpes mecánicos, ejerciendo movimientos de giro vertical que impulsan las piezas cárnicas hacia arriba por medio de un tambor rotatorio.
 - **Mezclado.** El objetivo principal de este proceso es lograr una masa homogénea con la incorporación de ingredientes y aditivos y que la ligazón de la masa sea excelente, se realiza mediante un equipo denominado mezcladora que consta de un brazo giratorio que ejerce una acción de amasado sobre la pieza cárnica (figura 1).

Figura 1. Mezcladora industrial para masajeo de carne



Fuente: Universidad Nacional de Colombia a Distancia (UNAD, S.F)

- **Moldeado.** El producto masajeador, lo más rápido posible, se puede embutir en fundas fibrosas o de cocimiento directo, tripas, bolsas, películas o moldes de metal. La superficie del producto masajeador debe mostrar una capa pegajosa de proteínas extraídas. Esta capa es crítica para la adherencia de las piezas de carne durante la cocción y coagulación, lo que repercute en la cohesión (Fondo Nacional de Apoyos para Empresas en Solidaridad-FONAES, 2003). Los moldes de metal suelen ser moldes de aluminio o acero inoxidable, teniendo como ventaja de asegurar una presentación regular y darle una forma deseada: molde largo, (es el más común y de forma rectangular), otro muy utilizado es el de forma de mandolina (FONAES, 2003). Las variables a controlar en este proceso son: 1) la temperatura de la pasta, 2) el diámetro, el perímetro y el largo de la pieza, 3) el peso de la misma, 4) las

burbujas de aire en el producto embutido (las mínimas posibles) y 5) la presión de vacío del equipo de masaje (FONAES, 2003).

- **Escaldado.** Esta actúa sobre la coagulación de las proteínas de la carne, para la obtención del color y proporcionando un efecto de conservación en el producto (efecto de pasteurización), generando además, estabilidad en el color del producto, consistencia durante su corte y la formación de la piel o costra exterior, en el caso de los productos ahumados (FONAES, 2003). La cocción se puede realizar en marmitas o tanques de escaldado (figura 2), donde se sumergen los moldes (si es el caso) en agua, manteniendo un calentamiento constante a 68°C o 70°C en el centro del producto, durante un tiempo entre 30-60 min (Lagares, 2004).

Figura 2. Tanque de escaldado de carne



Fuente: Universidad Nacional de Colombia a Distancia (UNAD, S.F)

- **Enfriamiento.** Una vez alcanzada la temperatura interna, se deben enfriar los productos inmediatamente en una ducha fría por 20 min. o por inmersión en agua fría por 10 min. El enfriamiento rápido inhibe el desarrollo de los microorganismos sobrevivientes o de sus esporas, gracias al choque térmico. Se aconseja un reposo de 24 a 48 h antes de empacarlos, se considera que este tiempo es el conveniente para que la proteína de carne ligue el posible exceso de humedad en el producto (FONAES, 2003).
- **Refrigeración.** Se requiere un tiempo mínimo de permanencia en cámara refrigerada de 24 h antes del desmolde y 48 h antes de la comercialización, a fin de asegurar que el color y demás propiedades organolépticas del producto se hayan estabilizado. Como mínimo debe asegurarse que el producto llegue a temperaturas inferiores a los 4°C en el centro térmico del jamón (Lagares, 2004).
- **Porcionado.** Con el fin de obtener rebanadas o lonchas de diferente espesor, se emplea una tajadora (figura 3) que corta el producto por medio de un disco que gira

sobre su eje en forma inversa a las manecillas del reloj. La tajadora industrial trabaja con un motor eléctrico (0.3 HP mínimo), carro para determinar el espesor del corte (0 a 16 mm) y un soporte general.

Figura 3. Tajadora de jamón cocido



Fuente: Universidad Nacional de Colombia a Distancia (UNAD, S.F)

- **Envasado.** Con el fin de prolongar la vida útil del producto y servir como barrera a factores externos se envasan los jamones empleando para tal fin una máquina denominada envasadora al vacío (figura 4). Esta consta de una cámara o campana (donde se colocan las bolsas a sellar) a la cual se le extrae el aire por intermedio de una bomba, con presiones hasta de 5 milibares y un sistema de sellado por calentamiento de resistencias que sellan las bolsas sin aire. Para evitar que un vacío muy intenso pueda deteriorar el producto se pueden utilizar cámaras de doble cámara que hacen el vacío en dos tiempos. Es posible también inyectar gases en las cámaras. (Universidad nacional Abierta y a Distancia- UNAD, S.F).

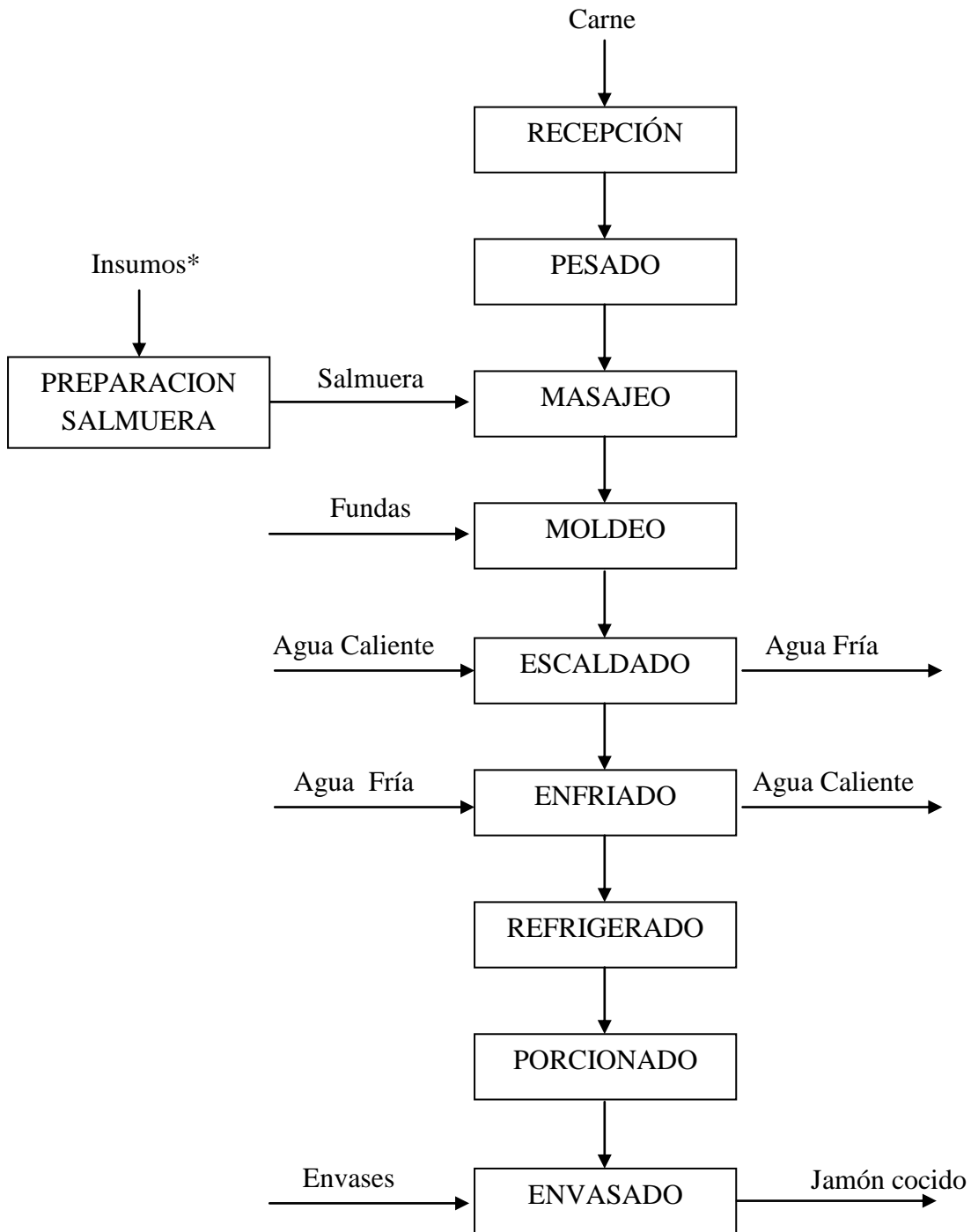
Figura 4. Envasadora al vacío



Fuente: Universidad Nacional de Colombia a Distancia (UNAD, S.F)

En la figura 5 se presentan las etapas descritas que se aplican a la carne para la elaboración de jamón cocido.

Figura 5. Proceso de elaboración de jamón cocido



*Sal, Fosfatos, Azúcar, Carrageninas, Nitrito, Ascorbatos, Sorbitos, Suero Lácteo, Fibra Soluble, Ajo, Aroma Jamón Hielo, Agua.

Fuente: Adaptado de Xargayó (S.F.)

1.4 OPERACIÓN DE TUMBLEADO

De acuerdo con el tipo de tratamiento mecánico, existen diferencias entre golpear fuerte (en inglés, *to tumble* = golpear) y malaxar la carne. En el tratamiento mecánico, llamado tumbleado, el material cárnico es sometido a acciones mecánicas de golpeteo, impulsando hacia arriba las piezas cárnicas, en un tambor mediante movimientos de giro en vertical (figura 6). La energía cinética que se origina al caer la carne, ocasiona una deformación y con ella cambios estructurales del músculo, sobre todo el sarcolema que se desgarra, observándose grietas entre las haces musculares, propiciando con esta ruptura de las fibras musculares, la extracción y solubilización de las proteínas miofibrilares (Prändl *et al.*, 1994).

El masajeado consiste en someter las piezas saladas a acciones mecánicas de frotamiento y de compresión que favorecen la salida de la salmuera por la masa muscular y la aparición en la superficie del limo de exudados proteicos, coagulables por el calor y que hacen de cemento de ligazón durante la cocción. De esta forma se facilita el repegado de los trozos de carne en la fabricación de jamón afirma Llona, (2005, citado en Morales. 2010). Estos exudados se componen de agua, grasa, fragmentos de proteínas de fibras musculares y proteínas disueltas, entre las que predominan actina y miosina.

Figura 6. Tumbler o masajeador visto desde el exterior e interior



Fuente: Morales (2010)

A medida que se prolonga la acción mecánica, disminuye el contenido de agua, a la vez que aumenta la tasa de grasa y proteína, así como la fracción de fibra muscular; esta acción se limita sólo a la capa externa del músculo, pero a medida que aumenta el tiempo del tratamiento mecánico, esta acción se traslada a las capas profundas del músculo (espacios

interfibrilares), formando una masa finamente granulada en el espacio inter- y extracelular (Prändl *et al.*, 1994). El malaxado consiste en dar a la carne un movimiento de frotación y amasado mediante un brazo agitador distribuyendo la carne, y confiriendo ablandamiento de la carne, permitiendo la incorporación de la salmuera (Prändl *et al.*, 1994). El resultado de utilizar estos equipos es un ahorro en el tiempo de fabricación, una mejor cohesión del producto acabado, disminución de las mermas durante la cocción, estabilización del color y un producto más tierno sin adición de productos químicos, solo por proceso físico (2005, citado en Morales, 2010)

1.5 SALMUERAS PARA PRODUCTOS CÁRNICOS

Valessert (2009) describió que la salmuera consiste en agua fría, sal, nitrito de sodio y es un producto que se utiliza para el rendimiento y está compuesto por:

- Extractos de especias y sabores naturales, para lograr un genuino sabor a carne.
- Azúcares para lograr una consistencia adecuada al morder y para desarrollar un color atractivo.
- Aditivos para el desarrollo y estabilidad de un color fresco y atractivo de la carne durante muchas semanas.
- Fosfatos y carragenatos para una mejor ligazón de agua.

Para Valessert (2009) la salmuera es el vehículo de introducción en el jamón de sal, aromas y otros aditivos utilizados en la tecnología de producción. Su composición varía en función del tipo de producto lo que determina el porcentaje de inyección además de la selección y cantidad de ingredientes y aditivos a agregar al producto terminado, entendiéndose con este término el producto antes de la cocción (carne pulpa más salmuera inyectada). Según Lagares (2004), el uso de multiagujas ayuda a obtener un producto final que contenga una distribución homogénea de la salmuera. El marinado, incorporado en el músculo, sufre de mínimas pérdidas por escurrido y, al penetrar profundamente dentro del músculo, un mayor volumen muscular quedará cubierto con dicho marinado con lo que cabe esperar mejoras en la distribución del mismo. En investigaciones realizadas por Serrad (1999) se puede observar el efecto de los polifosfatos en la retención de agua ya que inyección con polifosfato mejoró la retención del agua y produjo una mayor ternura y

jugosidad en la carne, aunque la intensidad del sabor se reduce y la intensidad de sabores anormales incrementan.

1.5.1 Clases de salmueras. De acuerdo a su preparación y concentración existen varios tipos de salmuera empleadas en los productos cárnicos elaborados a partir de trozos de carne o productos de consumo a corto plazo. La salmuera tiene una concentración entre el 15-20% de sales curantes, la cual debe cubrir la totalidad de la carne evitando cambios indeseables en el producto (Universidad Nacional Abierta y a Distancia –UNAD, S.F).

- **Salmuera cruda.** Es una solución de agua cruda, adicionada de sal, nitratos y azúcar. Su conservación es limitada, por lo tanto debe utilizarse inmediatamente.
- **Salmuera cocida.** La solución de agua, sal y demás ingredientes es sometida a ebullición por un tiempo de 20 a 30 min.
- **Salmuera aromatizada.** La salmuera se somete a cocción adicionándole aromatizantes, que pueden ser yerbas frescas, cuyos sabores y aromas aparecerán en el producto final. Los aromatizantes se deben colocar dentro de un lienzo amarrado y se retiran de la salmuera, solamente cuando esté completamente fría.

1.5.2 Puntos críticos de control en la elaboración de la salmuera. La preparación de la salmuera considera unos puntos críticos a saber según información de la Universidad Nacional (S.F.).

- Es de vital importancia contar con agua potable a bajas temperaturas, no mayores a 2°C antes de realizar la mezcla e incorporación de los ingredientes de la salmuera. Una temperatura baja es importante tanto para la duración como para la estabilidad del color en el jamón
- Debe emplearse agua potable y mantener una temperatura de 4-7°C en la preparación de la salmuera, esta nunca puede sobrepasar los 15°C con el fin de evitar pérdidas de nitrito.
- La temperatura óptima de procesamiento durante la elaboración del jamón debe permanecer a 5°C y como máximo 10°C

- El hielo debe estar completamente disuelto antes de añadir cualquier ingrediente a la salmuera pues que puede causar una distribución no homogénea de los ingredientes en la salmuera, lo que se verá reflejado en la calidad del producto.
- Es recomendable que los productos de inyección que contengan carragenatos, se dejen espesar durante 30 min. antes de inyectar.

1.6 FIBRA SOLUBLE

Según Chimborazo (2011), la fibra soluble también conocida también como fibra dietética, es una sustancia comestible que se encuentra en las células vegetales, conformado por polisacáridos (celulosa, hemicelulosa y pectina), lignina y sustancias resistentes a las enzimas digestivas humanas. Este compuesto se destaca por la disminución de la absorción de colesterol por los intestinos, también porque se disuelve y se espesa en agua formando geles, señalo Watson (2003), por lo cual es una alternativa para la industria cárnica su aplicación en esta clase de productos cárnicos. Según Goni (1998, citado en Ospina, Restrepo y López, S.F.) la fibra ha sido previamente usada para incrementar el rendimiento en cocción, debido a las propiedades de ligazón de agua y grasa y para mejorar la textura. Se han estudiado varios tipos de fibras solas o combinadas con otros ingredientes, para formulaciones de productos cárnicos reducidos en grasa, finamente molidos y productos reestructurados y emulsiones cárnicas (Ospina *et al.*, S.F.).

Según Botanical (2011), estudios realizados recientemente afirman que el consumo de fibra soluble en la dieta diaria ayuda a controlar el colesterol en la sangre, mantiene los niveles de azúcar estables en las personas diabéticas, al igual deshace las partículas nocivas del intestino y ayuda a reducir el riesgo de padecer cáncer de colon. De esta manera resalto las ventajas de utilizar la fibra soluble en el jamón cocido. Brown (1999) mencionó que la fibra vegetal en especial la fibra soluble es a veces denominada como un conjunto heterogéneo de moléculas complejas, los beneficios son varios y por esta razón conviene la ingesta de diversas fuentes antes que la de una sola señalo (*American Association Of Cereal Chemists*, 2001). Las fibras suelen contener compuestos tales como:

- Inulina
- Compuestos no carbohidratados, como la lignina

- Gomas
- Mucílagos
- Otras sustancias, como cutina, taninos, suberina, ácido fítico, proteínas, iones como calcio, potasio y magnesio.

Las propiedades funcionales de la fibra soluble en la alimentación humana y en la industria de alimentos, se deben a la fibra soluble contiene mayoritariamente pectinas, gomas y algunas hemicelulosas (arabinoxilanos y arabinogalactanos) que ayudan a la capacidad de retención de agua y aceite, tienen efectos benéficos en los productos alimentarios y efectos fisiológicos en el organismo del ser humano. Por tal motivo es una alternativa saludable con un valor agregado a esta clase de jamón cocido (Lestter, 2010). Botanical (2011) afirmó que entre los alimentos más ricos en fibra solubles se tienen:

- Los cereales especialmente los integrales, entre ellos se destacan la cebada, la avena, el arroz integral, el centeno y el salvado de avena.
- Las legumbres especialmente los guisantes, la soja, las habichuelas y las habas.
- Las frutas como las fresas, las frambuesas, las zarzamoras, las manzanas, las ciruelas, las peras, naranjas, limones, pomelos y nectarinas.
- Las verduras y hortalizas como brócoli, coles de Bruselas, pimientos, remolachas, alcachofas patatas, pepinos, espárragos, berenjenas, zanahorias, borrajas, calabazas, ajos, lechugas, yuca, espinacas, chayote y tomates.

1.6.1 Propiedades de la fibra soluble. A continuación se mencionan algunas propiedades importantes de este tipo de fibra.

- **Capacidad de retención de agua.** Orihuela y Matos (2011) afirman que la capacidad de retención de agua se entiende como la mayor cantidad de agua en ml que puede ser retenida por gramo de material seco bajo la acción de una fuerza. Esta propiedad depende el efecto fisiológico de la fibra y el nivel máximo de incorporación a un alimento. La retención de agua afecta la viscosidad de los

productos facilitando o dificultando su procesamiento señaló Zambrano (1998, citado por Orihuela y Matos, 2011).

- **Capacidad de retención de aceite.** Esta se expresa como la cantidad máxima de aceite en gramos que puede ser retenida por gramo de material seco por acción de una fuerza. Teóricamente las partículas con gran superficie presentan mayor capacidad para absorber y atrapar componentes de naturaleza aceitosa; la grasa es atrapada en la superficie de la fibra principalmente por medios mecánicos. Se ha observado que las fibras insolubles presentan mayores valores de absorción de grasa que las fibras solubles, sirviendo como emulsificante. A esta propiedad se le relaciona con la composición química, el tamaño y el área de las partículas de fibra Cruz (2002, citado en Orihuela y Matos, S.F). La retención elevada de aceite imparte jugosidad y mejora la textura de los productos cárnicos. Peraza (2000, citado en Orihuela y Matos 2011)
- **Capacidad de intercambio de cationes (Cic).** Esta propiedad puede estar ligada a la absorción de minerales y depende fundamentalmente del medio en que estén las fibras (Fuerza iónica, pH). Las fibras de hortalizas se comportan como algunas resinas de bajo intercambio de cationes mono funcionales debido a la presencia de ácidos galacturónicos en las paredes primarias y glucurónicos en las paredes secundarias. La capacidad de intercambio de cationes de las hortalizas es superior a la de los cereales (0,5 a 3,2 meq/g). Thibault *et al.*, (S.F, citados en Orihuela y Matos, 2011)

1.7 FIBRA DE NARANJA

Según Mendosa (2007, citado en Chimborazo, 2011) la fibra dietética tiene la funcionalidad de un componente o ingrediente que puede definirse como cualquier propiedad fisicoquímica de cualquier polímero que afecta y modifica algunas de las características de un alimento, o que contribuye a la calidad del producto final. Los residuos industriales de las frutas que se obtienen como subproductos de las plantas de procesamiento constituyen una fuente alternativa de fibra. También García (S.F, citado en Ospina, Retrepo y López, 2011) estudió el efecto de la adición de fibras cereales (trigo y avena) y de frutas (pera, manzana y naranja) en concentraciones de 1,5% y 3%, donde la fibra de naranja proporciona mejores propiedades sensoriales similares a un embutido común. La fibra dietética de naranja contiene elementos nutricionales como proteína (6,85%), lípidos totales (1,13%) y fibra dietética total (55,48%) entre las que consta de fracciones de fibra dietética soluble (22,97%) y fibra dietética insoluble (32,51%) (Chimborazo *et al.*, 2011). Además Chimborazo *et al.* (2011) concluyeron que la fibra dietética de naranja posee una capacidad

de hidratación mucho mayor que el resto de las fibras obtenidas a partir de los cereales y frutas, lo que indica que resulta muy efectivo para evitar problemas de sinéresis (llorar o sangrar), viscosidad y mejora la calidad nutricional y funcional.

- **Fibra dietaría total, insoluble y soluble.** Hernández *et al.*, (1995, citado en Gálvez y Gutiérrez S.F) señalan que los efectos fisiológicos de la fibra dietaría se encuentran en función de los componentes químicos que la formen y, por tanto, de sus características fisicoquímicas, también dependen de los procesos que haya experimentado el alimento. Una buena fuente de fibra dietaría es aquella presenta óptimas propiedades fisicoquímicas: alta capacidad de retención de agua (CRA), alta capacidad de hinchamiento (CH) y buena capacidad de adsorción de aceite (CAA), estas propiedades dependen principalmente de la proporción de fibra dietaría soluble (FDS) y fibra dietaría insoluble (FDI). La fibra proveniente de frutas se caracteriza por tener alto contenido de FDS y por lo tanto buenas propiedades de hidratación.

En el estudio realizado por Galvez y Gutierrez (S.F) se puede observar la cantidad de fibra dietaría total, insoluble y soluble en los residuos de naranja (tabla 5).

Tabla 5. Contenido de fibra dietaría total, insoluble y soluble de fibra dietaría de residuos de naranja.

ANÁLISIS	NARANJA (10 min y 297 µm)
Fibra insoluble (g/100 g ms)	48,44
Fibra soluble (g/100 g ms)	26,19
Fibra total (g/100 g ms)*	74,63

Fuente: Adaptado de Galvez y Gutierrez (S.F)

- **Capacidad de retención de Agua:** Orihuela y Matos (2011) afirman que la capacidad de retención de agua se entiende como la mayor cantidad de agua en ml que puede ser retenida por gramo de material seco bajo la acción de una fuerza. Galvez y Gutierrez (S,F) mostraron en su estudio que a mayor tamaño de partícula existe una mayor capacidad de retención de agua como se muestra en la tabla 6, esto se ve influenciado por la cantidad de pectina presente en la fibra y el procesamiento del alimento.

Tabla 6. Capacidad de retención de agua (g/g ms) de la fibra dietaría de residuos de naranja

MUESTRA	177 µ	297 µ	420 µ
Fibra dietaría de residuos de naranja	9.44 ± 0.15	9.99 ± 0.13	10.06 ± 0.39

Fuente: Adaptado de Galvez y Gutierrez (S.F)

1.8 SUERO LÁCTEO

Es un producto que resulta al separar la caseína que se ha precipitado o coagulado al fabricar el queso (Gómez *et al.*, 1999). Las proteínas del suero son ricas en lisina y triptófano y están bien equilibradas en aminoácidos sulfurados por el elevado contenido de cisteína (Locasa, 1974 citado en Parra, 2009). El suero contiene de 20 - 24% de albúminas y de 44 - 52% de lactoglobulina. El suero además es rico en vitaminas hidrosolubles y liposolubles, y en minerales: principalmente calcio, fósforo, magnesio, sodio, potasio y otros que le dan valor nutritivo adicional. (Arteaga *et al.*, 2009) señala que de la concentración de la leche durante el procesamiento del queso, se libera lacto suero que corresponde a cerca del 83% del volumen de leche utilizada como materia prima, el cual es exudado desde el interior de la cuajada de queso. El lacto suero contiene alrededor del 50% de la concentración de los sólidos de la leche y particularmente por sus proteínas séricas, que son de muy buena calidad debido a que aportan aminoácidos esenciales y poseen un alto coeficiente de absorción, por lo cual es considerado un producto de alto valor nutritivo.

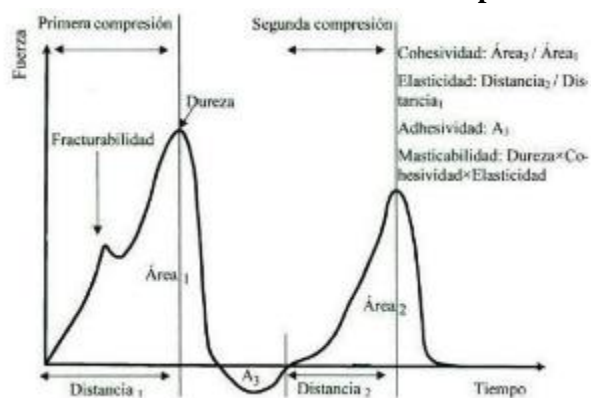
Además, contiene lactosa y un perfil de minerales donde se destaca la presencia de potasio, lo que favorece la eliminación de líquidos y toxinas del organismo, dispone también de calcio, fósforo y magnesio, y oligoelementos como zinc, hierro y cobre, formando sales de gran biodisponibilidad para el organismo. Adicionalmente, posee vitaminas A, C, D, E y del complejo B, así como ácido orótico, que es fundamental para la absorción de las minerales, y ácido láctico que ayuda a mejorar el proceso de respiración celular, junto con un contenido muy bajo en grasas y calorías señalo (Arteaga *et al.*, 2009). Según Almécija (2007, citado en Parra, 2009) en el año 2005 la producción mundial de suero lácteo en Europa fue de 53%, en América del Norte y central 28%, Asia 6%, África 5%, Oceanía 4%, América del Sur 4%; anualmente estos porcentajes representan 110-115 millones de toneladas métricas de suero lácteo las cuales, son producidas a nivel mundial a través de la elaboración de queso, de este valor, el 45% se desecha en ríos, lagos y otros centros de aguas residuales, o en el suelo, lo que representa una pérdida significativa de nutrientes ocasionando serios problemas de contaminación (Londoño, 2006 citado en Parra, 2009), el porcentaje restante es tratado y transformado en varios productos alimenticios, de los cuales cerca del 45% es usado directamente en forma líquida, 30% en polvo, 15% como lactosa y subproductos, y el resto como concentrados de proteína de suero lácteo Panesar *et al.*, (2007 citado en Parra, 2009).

1.9 TEXTURA EN ALIMENTOS

Se refiere a la apreciación sensorial sobre la estructura de un alimento y a la forma de reaccionar frente a la aplicación de fuerzas afirma Cañequé (2000). Por esto al obtener un alimento procesado, la textura es un factor que influye directamente en la calidad sensorial y en la aceptación del consumidor. En el ámbito de los productos cárnicos elaborados, la dureza es parte fundamental de la textura afectando así mismo la aceptación del producto. Existen diferentes métodos para determinar la textura en los alimentos dentro de ellos los métodos objetivos, de los cuales se destacan los métodos mecánicos; los que a su vez según Cañequé (2000) comprenden:



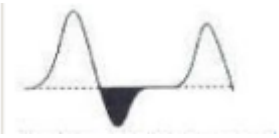
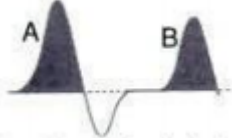
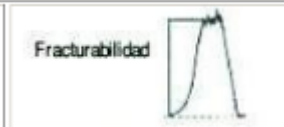
- **Métodos fundamentales:** Miden la reología de los alimentos como la elasticidad y viscosidad.
- **Métodos empíricos:** Calculan la penetrometría en los alimentos, punción, compresión y corte, al igual que los métodos imitativos se caracterizan por la imitación de características externas de los alimentos dentro de las sensaciones de la boca humana, entre estos se destacan la dureza, elasticidad, adherencia, cohesividad, masticabilidad, fracturabilidad y gomosidad
- **Métodos imitativos:** Comprende el perfil de textura TPA, desarrollado por la *General Foods* en el año de 1960, basando su técnica en la realización de dos ciclos de compresión-descompresión sucesivos sobre el alimento como puede observarse en la tabla 4, imitando la acción de las mandíbulas, con el fin de calcular la medida a partir de la curva dada como se muestra en la figura 7 (Szczesniak, 1963)

Figura 7. Curva característica del análisis del perfil de textura



Fuente. Szczesniak (1963, citado en Morales 2010)

Tabla 7. Parámetros de perfil de textura (TPA) y características sensoriales

PARÁMETRO	SENSORIAL	DEFINICION	INSTRUMENTAL
Dureza	Fuerza requerida para comprimir un alimento entre los molares.	Fuerza máxima que tiene lugar en cualquier tiempo durante el primer ciclo de compresión. 	Se expresa en unidades de fuerza kg, g, Newton
Elasticidad	Es una medida de cuanta estructura original de la muestra se ha roto por la compresión inicial.	 Altura que recupera el alimento durante el tiempo que recorre entre el primer ciclo y el segundo = $L2/L1$	Adimensional
Adhesividad	El trabajo requerido para retirar el alimento de la superficie.	Seguindo al primer ciclo de compresión, se elimina 	No existen medidas reales de este parámetro, que se expresa en unidades del integrador interno del ordenador kg x s ó g x s
Cohesividad	La fuerza que los enlaces internos hacen sobre el alimento		Adimensional.
Fracturabilidad	La fuerza a la que el material se fractura.		Se expresa en unidades de fuerza kg, g, Newton
Masticabilidad	La energía requerida para desintegrar un alimento sólido hasta que está listo para ser tragado.	Las masticabilidad es el producto de la multiplicación de la cohesividad y la elasticidad.	Kg
Gomosidad	La energía requerida para desintegrar un alimento semisólido de modo que esté listo para ser tragado.	La gomosidad es el resultado de la multiplicación de la dureza por la cohesividad.	Kg

Fuente. Szczesniak (1963, citado por Morales 2010)

De la misma manera que existen métodos objetivos también se los conocen métodos subjetivos, estos consisten en la calificación del consumidor mediante paneles sensoriales.

1.10 ESTADO DE ARTE

Cuellar y Arévalo (1996) en su estudio de prefactibilidad para el montaje de una planta procesadora de embutidos cárnicos de búfalo, se refiere a la carne de búfalo como un producto de alto valor y excelente calidad que debería hallar una buena acogida en los mercados del mundo, puesto que a diferencia de la carne de bovino, la carne de búfalo presenta menor porcentaje de humedad, colesterol y grasa, además un mayor porcentaje de proteína y hierro. Por otra parte los consumidores de embutidos cárnicos están abiertos a la posibilidad de consumir productos cárnicos que empleen como alternativa otro tipo de proteína cárnica distinta a la de res, e inclusive con buena publicidad podría alcanzar niveles de aceptación iguales o similares a los productos derivados de carne bovina. De igual manera Muñoz (2002) afirma que la carne de búfalo como producto se considera de unas características especiales a diferencia de otras carnes. La carne de búfalo es más saludable ya que contiene 40% menos de colesterol, 92% menos grasas saturadas y un 56% menos de calorías, además contiene 17% más proteínas que el ganado vacuno.

Según Abadie (2006), en su estudio sobre el efecto de tres métodos de aplicación de salmuera sobre las cualidades sensoriales y físicas de un jamón; el cual constaba de tres tipos de tratamientos para la incorporación de la salmuera en el músculo de la carne, uno por inmersión (control), otro por inyección más inmersión y masajeo más inmersión; mostró que el método de aplicación de salmuera presentó un efecto sobre las características sensoriales de color y textura evaluadas del jamón, así como, el color y fuerza al corte del jamón. Mientras que el tratamiento de inyectado más inmersión por 24 h resultó en el jamón con la textura más suave y color más pálido de los tres tratamientos. Sin embargo la aplicación de salmuera por inmersión, o masajeo más inmersión dio resultados iguales en cuanto a las características físicas de color. Se observó que los jamones sometidos al proceso de inmersión presentaron mejor color y textura en los análisis sensoriales.

Por otra parte Keeton y Prabhu (2008), en su estudio sobre las aplicaciones de productos de suero y lactosa en carnes procesadas afirma que la utilización de concentrado de proteína de suero de leche al 80% en los sistemas de carne procesada se está incrementando debido a su utilización como sustitutos parciales de carne, aglutinantes, intensificadores de sabor, emulsionantes, ingredientes de salmuera y análogos de carne que contribuyen a la nutrición, sabor y propiedades funcionales críticas.

Dentro de los ámbitos de aplicación en la industria de carnes con adición de suero lácteo están las hamburguesas de carne de res bajas en grasa y Salchichas tipo Viena bajas en grasa, que muestran un incremento en la producción en etapas como la cocción y reducción de encogimiento, además de mejoras en el perfil del sabor y propiedades sensoriales generales de las hamburguesas de carne de res bajas en grasa Keeton y Prabhu (2008).

Investigaciones sobre la aplicación de fibra, se han venido desarrollando en los últimos tiempos, Janváry (2009, citado en Botanical, 2011), señala que la demanda del consumidor por productos alimenticios nutricionalmente balanceados ha aumentado constantemente, colocando la inulina como una opción por su uso es su extraordinaria propiedad tecnológica.

Hayes *et al.*, (S.F.), menciona el proceso de tumbleado, donde destaca el desarrollo de un proceso de curado modificado en la carne seca con la implementación de una nueva tecnología de tumbleado, donde el producto con implementación del tumbleado logro mayor terneza, uniformidad de color, rendimiento y aceptabilidad global; indicando que el tumbleado al vacío proporciona ventajas significativas como un método para acelerar el proceso de curado en seco en la carne vacuna con calidad organoléptica mejorada.

En el artículo descrito por González *et al.*, (2004), señala el efecto del masajeo o marinado con cloruro de calcio en la textura de carne de bovino, donde al aplicar tumbleado a vacío se obtiene un mejoramiento mayor terneza en la carne bovina, creando la posibilidad de emplear músculos muy duros en la industria cárnica, aprovechando el canal de la res generando un ahorro de tiempo durante el proceso de marinado, curado y un mayor rendimiento en la materia prima.

1.11 MARCO LEGAL

Según el *Codex Alimentarius* (1981), dentro de las características de calidad de un jamón cocido se encuentra que el producto deberá prepararse con carne de las patas traseras del búfalo – separadas transversalmente del resto del costado en un punto que no esté más adelante que la extremidad del hueso de la cadera. Se descarta todos los huesos, cartílagos, tendones y ligamentos desprendidos. Podrán quitarse o no, a voluntad, el pellejo y la grasa.

- **CODEX STAN 96-1981: norma del Codex Alimentarius (1981) para el jamón curado cocido.** Esta Norma se aplica a los productos denominados jamón cocido envasados en un material de envase adecuado. No se aplica a los productos de jamón cocido cuyas características de composición sean distintas de las especificadas en la Norma. Estos productos se designan con una declaración calificativa que describa la verdadera naturaleza, evitando que se induzca a error al Consumidor y se confundan con los productos regulados por esta Norma.

La producción de jamones a nivel industrial y nacional se puede regir bajo los lineamientos de los siguientes documentos.

- **Norma Técnica Colombiana NTC 1325 sobre industria alimentaria de productos técnico cárnicos procesados no enlatados.** Esta norma expedida por el ICONTEC Internacional, establece los requisitos que deben cumplir los productos cárnicos procesados no enlatados. La presente norma no se aplica a productos a base de pescado, mariscos o crustáceos crudos y análogos cárnicos. Según la NTC 1325 el jamón cocido debe ser un producto cárnico procesado, embutido en tripa alifan (tripa sintética) impermeable, sometido a proceso térmico de pasteurización, tajado, empacado al vacío en película transparente impresa y en bolsa transparente termoencogible. Refrigerado entre 0 y 4°C. En las características fisicoquímicas debe proporcionar:
 - Proteína mínimo 10%
 - Humedad máximo 80%
 - Grasa máximo 10%
 - pH 5,8-6,2
 - Nitrito máximo 200 ppm

Además, esta Norma Técnica Colombiana NTC 1325 señala los parámetros microbiológicos para un jamón cocido, así:

- Mesófilos, UFC/g máximo 300.000
- Coliformes Totales, NMP/g máximo 120
- Coliformes Fecales, NMP/g máximo 3
- Esporas de *Clostridium* sulfito reductor, UFC/g máximo 100
- *Staphylococcus* coagulasa +, UFC/g máximo 100
- *Salmonella* spp., UFC/25g Negativo
- *Escherichia coli*, UFC/25g Negativo

- **Resolución 2905 de 2007 del Ministerio de la Protección Social Colombiana.** Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios y de inocuidad de la carne y productos cárnicos comestibles de las especies bovina y bufalina destinados para el consumo humano y las disposiciones para su beneficio, desposte, almacenamiento, comercialización, expendio, transporte, importación o exportación.
- **Decreto 3075 del Ministerio de Salud de 1997.** Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 09 de 1979 y se dictan otras disposiciones generales para que la industria de alimentos procese bajo Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) puesto que la salud es un bien de interés público. En consecuencia, las disposiciones contenidas en el presente Decreto son de orden público, regulan todas las actividades que puedan generar factores de riesgo por el consumo de alimentos, y se aplicaran:
 - A todas las fábricas y establecimientos donde se procesan los alimentos; los equipos y utensilios y el personal manipulador de alimentos.
 - A todas las actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos en el territorio nacional.
 - A los alimentos y materias primas para alimentos que se fabriquen, envasen, expendan, exporten o importen, para el consumo humano.
 - A las actividades de vigilancia y control que ejerzan las autoridades sanitarias sobre la fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución, importación, exportación y comercialización de alimentos, sobre los alimentos y materias primas para alimentos.

1.12 FEMAX TECNOLOGÍA S.A.S

Femax Tecnología S.A.S es una empresa dedicada a la prestación de servicios, que generen valor, mejoren características de los productos y aprovechamiento de los sub-productos, buscando hacer más eficientes y rentables las operaciones relacionadas con la industria cárnica.

Esta empresa, esta direccionada a satisfacer las necesidades de sus clientes con procesos de calidad dirigidos a obtener alimentos inocuos cumpliendo la normatividad, soportada en personal dinámico, comprometido y capacitado; con proyección permanente hacia el mejoramiento continuo.

2. METODOLOGÍA DE LA EXPERIMENTACIÓN

La experimentación presentada en la metodología se llevó a cabo en la empresa FEMAX TECNOLOGÍA S.A.S de la Ciudad de Bogotá DC, en las Plantas Piloto del programa de Ingeniería de Alimentos y en el Laboratorio de Química de la Sede Norte de la Universidad de La Salle.

2.1 CARACTERIZACIÓN DE LA CARNE DE BÚFALO

En la experimentación se seleccionaron cortes de Falda de la canal del búfalo procedente de la Empresa CARLIMA de la Ciudad de Ibagué (Departamento del Tolima), debido a que estos cortes presentaban una textura más rígida que otros, lo cual permitió la producción de los jamones cocidos de interés para este trabajo de grado. Inmediatamente, la carne de búfalo se caracterizó con las pruebas fisicoquímicas que se presentan en la tabla 8 por triplicado, los cuales se describen en seguida.

Tabla 8. Pruebas de caracterización de la carne de búfalo

CARACTERÍSTICAS	MÉTODOS	REFERENCIAS
Capacidad de retención de agua por goteo	Modificado y gravimétrico	Honikel y Hamm (1994)
Capacidad emulsionante	Presentado por Márquez	Márquez (2006)
Textura	Warner Bratzler	Vásquez <i>et al.</i> , (2007)
Color	Coordenadas espaciales CIELAB	Sañudo <i>et al.</i> , (1991)
Capacidad de retención de agua por cocción	Gravimétrico	Onega <i>et al.</i> , (2003)

2.1.1 Determinación de la capacidad de retención de agua por goteo. Esta prueba se hizo con el corte longitudinal de la fibra muscular de la carne de búfalo en trozos de 0,5 cm de ancho x 0,5 cm de alto x 3,0 cm de largo. Las muestras se pesaron en una balanza analítica y posteriormente se colocaron en vasos de plástico suspendidas las muestras con hilo, evitando que el trozo de carne tocara las paredes o tapa del vaso. Este procedimiento se realizó en una cámara a 4°C y se almacenó para su próximo pesaje con un tiempo de almacenamiento de 72 h. El método se basó en una modificación de Honikel y Hamm (1994). Para el análisis de la capacidad de retención de agua por goteo, se calculó el

porcentaje de pérdida en función a la diferencia de peso inicial menos el peso final por 100 entre el peso inicial de la carne de búfalo.

2.1.2 Determinación de la capacidad de retención de agua por cocción. Esta prueba se basó en el método de Onega *et al.*, (2003), el cual inició con el pesaje de aproximadamente 5 g del músculo de carne de búfalo en una balanza con precisión de $\pm 0,05$ g y se hicieron tres réplicas. Una vez pesada la muestra, se introdujeron en una bolsa de polietileno sin cerrar, colocándola en un baño con agua a 80°C, cuidando que el agua no penetre en las bolsas. En cada muestra se midió la temperatura interna mediante un termopar, sacándolas del baño una vez que alcanzaron 72°C. Se dejó enfriar durante 15min en agua corriente a 15°C. Las muestras se sacaron de las bolsas, secándolas ligeramente con papel de filtro (sin presionar en absoluto) y se pesaron. El resultado de esta técnica se expresó como el porcentaje del peso perdido respecto del peso inicial de la muestra.

2.1.3 Determinación de la capacidad emulsionante. Este ensayo se basó en el método descrito por Márquez (2006). Se dispusieron las muestras en condiciones de refrigeración a una temperatura de 4°C durante un tiempo de 24 h. Posteriormente se midió el pH de cada una de las muestras. Se tomaron pesos de 25 g (para cada muestra). Luego se molieron con 100 ml de solución de NaCl 1M, en una licuadora hasta obtener una pasta con una temperatura no mayor a 5°C. Prontamente se tomaron 25 g de pasta y se adicionó 75 ml de NaCl 1M a cada muestra, mezclándola por 5min en la licuadora. Se añadió aceite vegetal, usando una bureta, hasta que la pasta no se desintegró más, observándose la ruptura de la emulsión.

2.1.4 Determinación de la textura. Este parte del experimento se basó en la metodología descrita por Vásquez *et al.* (2007) basado en el método de Warner Bratzler, y se utilizó el Texturómetro marca LOID PLUS® para medir la resistencia o la fuerza al corte con una mordaza de lámina metálica de 1 mm de espesor y provista de un orificio triangular con un ángulo de 60°, la cual es nombrada Warner Bratzler. El corte transversal en la dirección de la fibra muscular de la carne de búfalo se realizó a una velocidad de 200 mm/min. Los resultados se almacenaron en el *software* Rheo-meter®.

2.1.5 Determinación del color. La evaluación de los parámetros de color se desarrolló por el método descrito por Sañudo *et al.*, (1991), quienes utilizaron el sistema de coordenadas espaciales CIELAB L*, a*, b* mediante el colorímetro marca Konica Minolta CR-400®. Para los ensayos, se empleó el músculo de la carne de búfalo con una semana de almacenamiento a una temperatura de 4°C y las mediciones se efectuaron sobre diferentes

puntos de la superficie expuesta a la atmósfera. Los valores fueron promediados para cada muestra.

2.2 ELABORACIÓN DEL JAMÓN COCIDO

Este proceso se llevó a cabo con las etapas que se describieron en el numeral 1.3.

- **Recepción.** En esta etapa se determinaron características sensoriales como color, textura, olor de la carne de búfalo para el proceso y la temperatura de llegada, en la empresa FEMAX TECNOLOGÍA S.A.S.
- **Pesaje.** Se cuantificó la cantidad de carne de búfalo recibida en una báscula de 15 kg marca Jarinox® para procesarla libre de tendones.
- **Formulación del jamón cocido.** La formulación del producto se realizó de acuerdo al peso de la carne de búfalo recibida. El 14% del peso de la carne correspondió al peso de la salmuera húmeda, la cual se preparó así: 17,34% de salmuera en polvo, 1% de suero lácteo, 0,5 % de fibra soluble y 81,16% de agua para un total de 210 g de salmuera húmeda para cada jamón. En la preparación de la salmuera se manejaron las concentraciones que actualmente la empresa FEMAX TECNOLOGÍA S.A.S., tiene establecidas. Las cantidades de los insumos requeridos se muestran en la tabla 9, resaltando los ingredientes novedosos de esta formulación como el suero lácteo y la fibra de naranja.

Tabla 9. Formulación de la salmuera para la elaboración de jamón cocido de búfalo

COMPOSICIÓN	PARTICIPACIÓN (%)	CANTIDADES (g)
Agua	81,16	170,4
Fosfatos	1,27	2,7
Sal	3,8	8
Sal nitro	2,18	4,6
Ajo	0,25	0,5
Aroma jamón	0,3	0,6
Azúcar	0,5	1,1
Carragenina	1,27	2,7
Suero lácteo	1	2,1
Harina de trigo	2	4,2
Hielo	4,35	9,1
Sorbitol	1,27	2,7
Fibra de naranja	0,5	1,1
Ascorbato	0,15	0,3
TOTAL	100	210

Fuente: FEMAX TECNOLOGÍA S.A.S

- **Preparación de la salmuera.** Con el uso de una licuadora Oster® se agregaron los ingredientes en el siguiente orden: primero el agua a 4°C de temperatura; luego fosfatos, sal nitro, sal, azúcar, sorbitol, ajo, aroma a jamón, carragenina, suero lácteo, harina de trigo, fibra de naranja, ascorbato; y el hielo se adiciona periódicamente a medida que se licua para mantener una temperatura constante de 2-4°C.
- **Inyección de salmuera.** En la elaboración de algunos jamones se le realizó una inyección intramuscular con la ayuda de un inyector con aguja ancha marca Citalsa®, inyectando el músculo de la carne de búfalo favoreciendo la penetración de la salmuera en las fibras musculares y la solubilización de proteínas.
- **Tumbleado.** Esta operación se llevó a cabo en un Tumbler marca Lance® Modelo LT-600 empleado en la empresa FEMAX TECNOLOGÍA S.A.S. a diferentes revoluciones de giros y con variaciones de tiempos de reposo durante los ciclos de masajeo de la carne de búfalo.
- **Moldeado.** La carne de búfalo se embutió en una fibra natural marca Fibronox®, cuidadosamente para no formar burbujas de aire en el producto, luego de estar totalmente compactada la carne se procedió a sellar manualmente con grapas metálicas.
- **Escaldado.** En un tanque de escaldado marca Fabrinox® con agua caliente a 75°C, se sumergió la carne moldeada por 3h hasta alcanzar una temperatura final interna en el centro del producto de 72°C.
- **Enfriamiento.** Una vez alcanzada la temperatura interna del producto embutido, se enfrió inmediatamente por inmersión en agua fría a 15°C por 15 min.
- **Refrigeración.** Se almacenó el producto en cámara refrigerada marca Colfriser® durante 24 h antes del desmolde del producto final.
- **Porcionado.** Luego se llevó el producto refrigerado a una tajadora industrial marca Surtihoteles®, cortando el jamón cocido en lonchas con un espesor aproximadamente de 2 mm.
- **Envasado.** Se utilizó una empacadora al vacío marca Egarvac® con una presión de 5 mbar y un sistema de sellado por calentamiento de resistencias. La presentación de cada muestra final fue de 200 g.

2.3 MODIFICACIONES DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL JAMÓN COCIDO

Con el fin de evaluar la incorporación del suero lácteo y de la fibra de naranja en la elaboración del jamón cocido de carne de búfalo, se procedió a realizar dos procesos con las modificaciones indicadas en la tabla 10.

Tabla 10. Modificaciones de la elaboración de jamón cocido de búfalo

MODIFICACIÓN 1	MODIFICACIÓN 2
<ul style="list-style-type: none"> • Recepción de la carne de búfalo • Pesaje • Formulación del jamón cocido • Elaboración de salmuera • Inyección de salmuera a la carne • Tumbleado • Moldeado • Escaldado • Enfriamiento • Refrigeración • Rebanado • Envasado 	<ul style="list-style-type: none"> • Recepción de la carne de búfalo • Pesaje • Formulación del jamón cocido • Elaboración de salmuera • Adición de salmuera al tumbler • Tumbleado • Moldeado • Escaldado • Enfriamiento • Refrigeración • Rebanado • Envasado

Las dos modificaciones se basaron en diferenciar y valorar el tumbleado con y sin inyección de salmuera a la carne de búfalo; así mismo, estimar la penetración por ósmosis de una salmuera durante el proceso de tumbleado sin inyección previa de salmuera a la carne.

2.3.1 Modificación 1 con inyección de salmuera. En el figura 8 se observa el proceso de elaboración del jamón cocido con la primera modificación que corresponde a la inyección de salmuera con tumbleado. Esta primera modificación consistió en pesar 1,5 kg aproximadamente del músculo de carne de búfalo a 4°C en una báscula marca Jarinox®. Posteriormente se retiraron los tendones de la carne, y se elaboró la salmuera con las concentraciones establecidas en el numeral 2.2. Seguidamente se procedió a inyectar cuatro músculos de la carne manteniendo la temperatura de 2-3°C.

Luego dos músculos se llevaron al tumbler y se emplearon giros de 50rpm en vacío durante 40 min sin tiempo de reposo en el tiempo de masajeo. Estos músculos continuaron las demás operaciones de elaboración del jamón cocido para obtener el producto por duplicado. Los otros dos músculos se llevaron después al tumbler a 30 rpm en vacío durante 10 min de trabajo con un tiempo de descanso de 5min/ciclo hasta completar 40 min

de tiempo de masajeo de la carne. Enseguida estos músculos pasaron por las operaciones de elaboración del jamón cocido y se obtuvo por duplicado el producto con otras condiciones de masajeo.

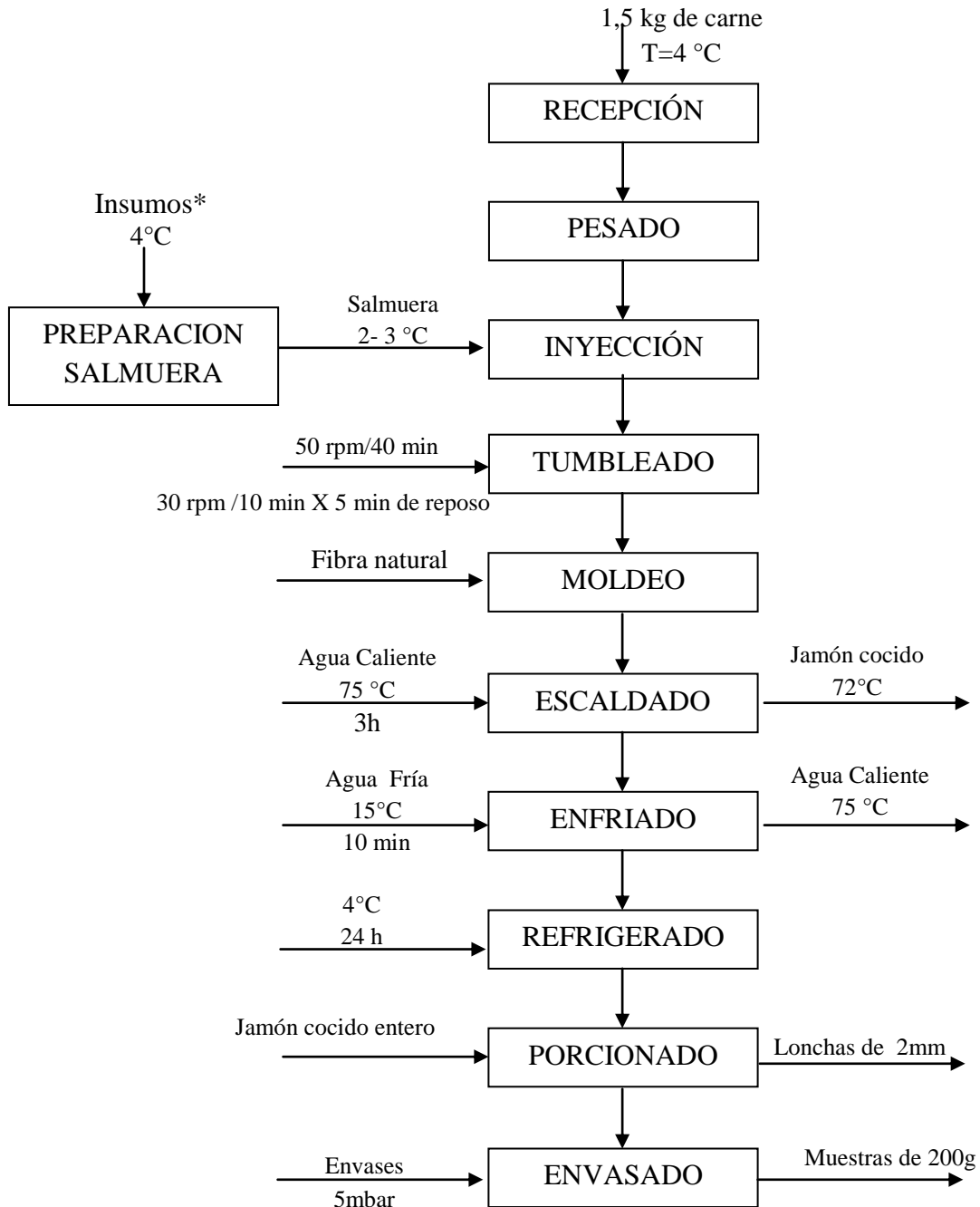
Después de pasar el músculo de la carne por las etapas de inyección y tumbleado se realizó un escaldado manteniendo la temperatura a 75°C por un tiempo de aproximadamente 3 h, hasta una temperatura final de 72°C. Seguidamente al obtener el jamón de búfalo cocido se realizó el enfriamiento hasta que la carne estuviera a una temperatura de 15°C, almacenándolo por 24 h a 4°C para posteriormente ser porcionado a 2mm de espesor, y envasándolo a vacío (figura 8).

2.3.2 Modificación 2 sin inyección de salmuera. Esta modificación consistió como primera medida en pesar 1,5 kg aproximadamente del músculo de carne de búfalo a una temperatura de 4°C. Luego se llevó el músculo entero al tumbler junto con la salmuera preparada según las concentraciones del numeral 2.2. La operación de tumbleado se realizó con dos variaciones para cuatro músculos así:

- Dos músculos se llevaron al tumbler y se emplearon giros de 50rpm en vacío durante 40 min sin tiempo de reposo en el tiempo de masajeo.
- Los otros dos músculos se llevaron después al tumbler a 30 rpm en vacío durante 10 min de trabajo con un tiempo de descanso de 5min/ciclo hasta completar 40 min de tiempo de masajeo de la carne.

Enseguida los músculos de las dos variaciones de la modificación 2, pasaron por las demás operaciones de elaboración del jamón cocido y se obtuvo por duplicado los productos con las dos variaciones de masajeo. Después del tumbler, se procedió a moldear y llevar a escaldado a 75°C por 3h hasta que la temperatura interna de jamón llegó a 72°C, y se realiza un choque térmico con agua a 15°C con el fin de disminuir la proliferación de microorganismos termófilos. Los jamones se almacenaron por 24 h a 4°C para posteriormente ser porcionado a 2mm de espesor y envasándolo a vacío para su análisis posterior (figura 9).

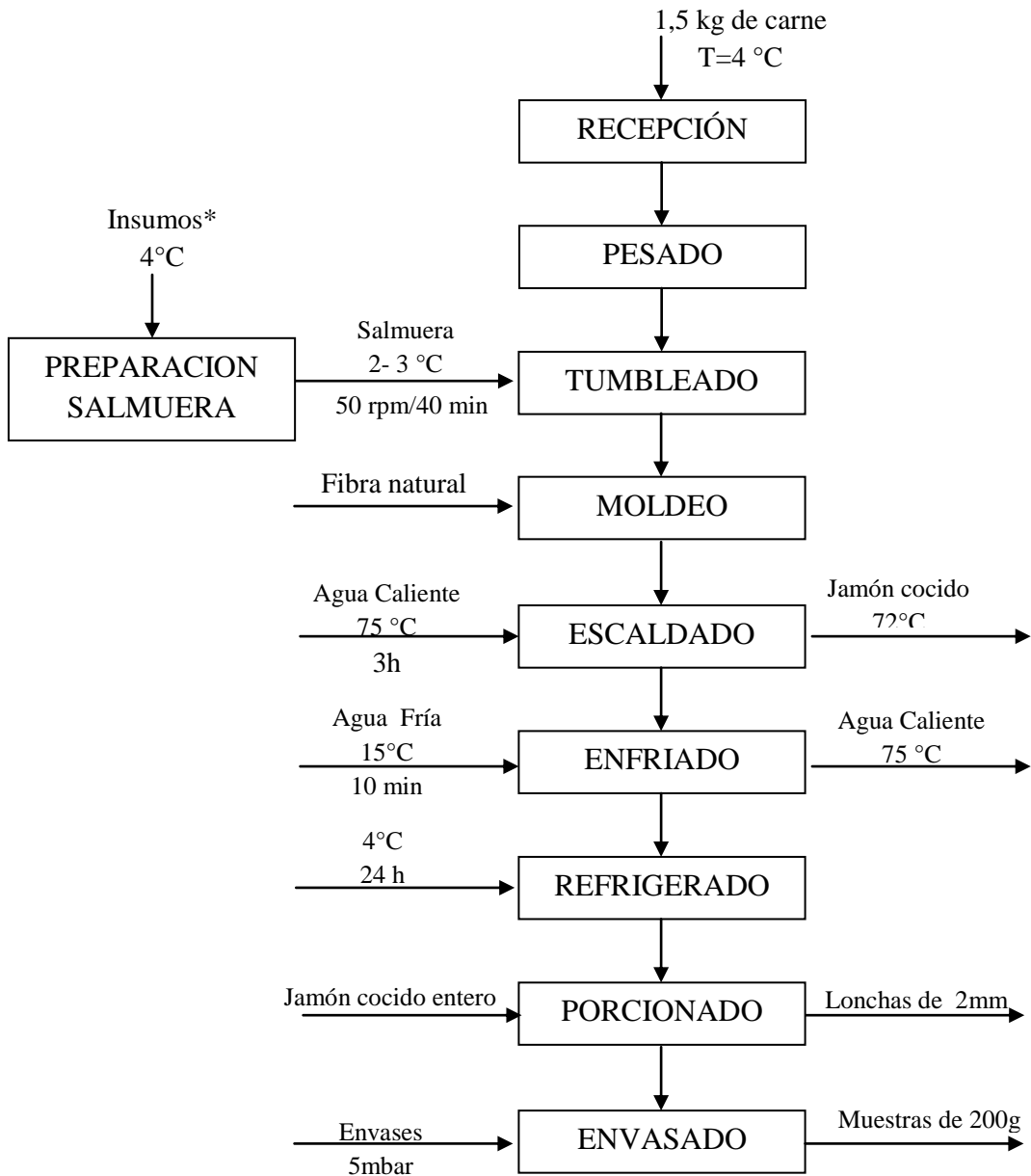
Figura 8. Elaboración del jamón cocido de búfalo con inyección de salmuera y tumbleado



*sal, fosfatos, azúcar, carrageninas, nitrito, ascorbatos, sorbitos, suero lácteo, fibra soluble, ajo, aroma jamón hielo, agua

Fuente: Adaptado de Xargayó (S.F.)

Figura 9. Elaboración del jamón cocido de búfalo con tumbleado sin inyección de salmuera



*sal, fosfatos, azúcar, carrageninas, nitrito, ascorbato, sorbitos, suero lácteo, fibra soluble, ajo, aroma jamón hielo, agua

Fuente: Adaptado de Xargayó (S.F.)

2.3.3 Jamón cocido patrón. Para cada modificación se elaboraron dos jamones cocidos por duplicado para un total de 8 jamones cocidos, y adicionalmente se preparó un jamón cocido patrón de carne de búfalo para realizar comparaciones con los jamones elaborados con las dos modificaciones, teniendo en cuenta las condiciones de la mayoría de industrias cárnicas durante la elaboración de jamones cocidos, puesto que en las empresas no tienen tumbler y algunas no aplican inyección de salmuera. Por tanto, el jamón patrón se preparó con la misma formulación de la salmuera y el mismo proceso con los siguientes cambios:

- La salmuera se inyectó en diferentes puntos del músculo.
- El músculo con la salmuera se llevó a una mezcladora marca Fabrinox® para la operación de masajeó durante 40 minutos sin reposo.
- Para la uniformidad del masajeó, se observó toda la operación para evitar que la carne quedará adherida a las paletas de la mezcladora.

2.4 CARACTERIZACIÓN DE LOS JAMONES ELABORADOS CON MODIFICACIONES EN EL PROCESO

Para la caracterización fisicoquímica y sensorial de los jamones obtenidos de los dos procesos modificados, se emplearon los métodos descritos por la AOAC *International*®. Para el caso de las pruebas físicas del perfil de textura (TPA) y loncheado se basaron en métodos de investigadores. Las pruebas sensoriales se realizaron en un panel no entrenado con consumidores habituales a este tipo de producto.

2.4.1 Caracterización fisicoquímica. Los contenidos de proteína y de fibra cruda se determinaron por duplicado así:

- **Proteína.** Para desarrollar esta prueba se trabajó la metodología de Kjeldahl según AOAC 12.1.07 (2000). se implementó el método de digestión en parrilla (bloque de calentamiento) usando cobre como catalizador y unidad de destilación con vapor. El equipo que se utilizó para este procedimiento es Büchi. Para realizar esta prueba se tomó 0,2 g de los jamones con solo tumbleado e inyección y tumbleado; se introdujo en un tubo del equipo de Kjeldahl, se procedió a agregar 0,15 g de sulfato pentahidratado 2,5 g de sulfato de potasio o sodio y 10 ml de ácido sulfúrico concentrado. Estas muestras se llevaron al equipo que ha sido precalentado a una temperatura de 360 °C, ajustando la evacuación de gases con las trampas de succión.

Se procedió a calentar hasta total destrucción de la materia orgánica, que se evidencio cuando el líquido quedo transparente, con una coloración azul verdosa. Una vez se finalizó la digestión, se procedió a enfriar.

Después de estar la muestra fría, se llevó a cabo la destilación es su respectivo equipo con la utilización de un Erlenmeyer de 250 mL; adicionando 50 mL de HCl 0,1 N y una gotas de indicador rojo de metilo 0,1 %, se conectó el equipo esperando unos minutos para que se genere el vapor necesario. Se procedió a colocar el tubo de digestión con la muestra ya estando diluida, sus sales disueltas y 10 mL de agua destilada, continuamente se adiciono sosa caustica al 36% hasta alcanzar 40 mL aproximadamente. Alcanzar un volumen de destilado en el matraz Erlenmeyer de 100-150 mL. Continuamente se tituló el exceso de ácido con una solución de NaOH 0,1N y se calculó el % de proteína con la siguiente fórmula:

$$N = \frac{14 * N * V * 100}{m * 1000}$$

Donde

V: volumen gastado de NaOH 0,1N (ml)

m: masa de la muestra (g)

$$\% \text{ Proteína} = \frac{14 * N * V * 100 * 6,25}{m * 1000}$$

- **Fibra cruda.** En la fibra cruda se basó en la AOAC (1984) modificando el filtrado a vacío y empleando para tal fin fibra de poliéster; se procedió a pesar en un matraz 3 g de de las muestras de los jamones con solo tumbleado e inyección y tumbleado y con 200 ml de solución de ácido sulfúrico en ebullición. Se tomó la muestra con el ácido y se llevó a ebullición por 30 min, manteniendo constante el volumen con agua destilada y moviendo periódicamente el matraz para remover las partículas adheridas a las paredes. Se procedió a instalar el embudo Buchner y se precalentó con agua hirviendo. Simultáneamente y al tiempo de ebullición, se retiro el matraz, dejándolo reposar por un minuto y se llevó a filtrar cuidadosamente usando poliéster; la filtración se realizó en menos de 30 min, Lavando el papel filtro con agua hirviendo.

Se transfirió el residuo desengrasado al matraz con ayuda de una pizeta conteniendo 200ml de solución de NaOH en ebullición y se deja hervir por 30 min. Por otra parte se filtró cuidadosamente usando papel filtro después de dejar reposar el hidrolizado por 10 min. Se lavó el residuo con agua hirviendo, con la solución de HCl y nuevamente con agua hirviendo, para terminar con tres lavados con éter de petróleo. Se colocó el papel de filtro que contenía el residuo en el horno a 105°C por 12 h y continuamente se enfrió en desecador. Finalmente se pesaron

rápidamente el papel filtro con el residuo y se colocaron en la mufla a 550°C por 3 h, dejándolo enfriar en un desecador y se pesó nuevamente. Cálculos

$$\text{Contenido de fibra cruda (\%)} = 100((A - B)/C)$$

Donde

A: peso del crisol con el residuo seco (g)

B: Peso del crisol con la ceniza (g)

C: Peso de la muestra (g)

2.4.2 Caracterización de textura. La textura de cada jamón elaborado se evaluó con las siguientes pruebas:

- **Perfil de textura (TPA).** La metodología descrita por Isaza *et al.* (2010) se utilizó con un texturómetro marca Loid Plus® y se realizó la determinación del perfil de textura por medio del Rheometer software versión 2.04. Para esto se emplearon muestras de los jamones con solo tumbleado e inyección y tumbleado cortados en cubos de 1,7 x 1,7 cm; la primera compresión se empleó al 30% y una segunda al 40%, con una velocidad de compresión de 600 mm/min. El método de TPA se desarrolló mediante la aplicación de una fuerza de compresión dos veces sucesivas en las muestras, con el fin de simular la masticación humana, y se obtuvo la curva fuerza/tiempo y calculados los siguientes parámetros: cohesividad, dureza, adhesividad, fracturabilidad, gomosidad, masticabilidad y elasticidad. En la prueba de corte, las muestras se colocaron sobre la mordaza, de igual manera se hará el loncheado.
- **Loncheado.** El loncheado se evaluó por la metodología descrita por Isaza *et al.* (2010), en la cual se utilizó el texturómetro marca Loid Plus® y se realizó la determinación del loncheado por medio del Rheometer® software versión 2.04. Para esto se emplearon muestras de los jamones con solo tumbleado e inyección y tumbleado cortados en lonchas de 8 cm x 8 cm; con un loncheado de 600 mm/min.

2.4.3 Caracterización sensorial. Esta evaluación se realizó con la determinación del color y con un panel sensorial, así:

- **Color.** La evaluación de los parámetros de color, se desarrolló por método descrito por Sañudo *et al.* (1991) utilizando el sistema X, Y, Z y el espacio L*, a*, b*, se realizó después de estar elaborados los jamones en estudio con una semana de

almacenamiento a una temperatura de 4°C. Las mediciones se efectuaron sobre la cara expuesta de los jamones, tomando 4 valores en cruz en cada fecha de medición (10 mediciones por muestra), con un colorímetro marca Konica Minolta CR-400®.

- **Evaluación sensorial afectiva.** Para la prueba sensorial se apreciaron parámetros sensoriales como sabor, color, textura, agrado y dureza de los jamones cocidos de carne de búfalo mediante una prueba afectiva de aceptación. El primer panel sensorial se realizó en el Colegio Departamental Santa Inés en el Municipio de Silvania (Departamento de Cundinamarca) con 18 consumidores habituales de estos productos, quienes actualmente son estudiantes Técnicos en Alimentos de la institución Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Después se llevó a cabo un segundo panel sensorial en la Universidad de La Salle con 12 estudiantes de Ingeniería de Alimentos y consumidores de productos cárnicos. A cada grupo de panelistas se les entregó muestras de 2g de los diferentes jamones de búfalo cocido a una temperatura de ambiente para su degustación y los panelistas por separado calificaban la aceptación o el rechazo de cada característica sensorial de las muestras en un formato elaborado para ese fin (apéndice 1) que manejaba la siguiente escala:

- Me gustaría muchísimo comprarlo
- Me gustaría mucho comprarlo
- Me gustaría comprarlo
- Me es indiferente comprarlo
- Me disgustaría comprarlo
- Me disgustaría mucho comprarlo
- Me disgusta muchísimo comprarlo

Los jamones de búfalo cocido se codificaron con el fin de evaluar sus características de esta manera: 345 (tumbleado a 50 rpm), 456 (tumbleado con inyección a 50 rpm), 678 (tumbleado a 30 rpm), 921 (tumbleado con inyección a 30 rpm) y 139 (patrón). Los resultados recopilados se evaluaron estadísticamente mediante un análisis de varianza con una confiabilidad del 95% para determinar las diferencias significantes de las muestras de los jamones elaborados con las dos modificaciones planteadas en el numeral 2.3. A sí mismo se realizaron diagramas de araña para apreciar visualmente la aceptación y rechazo de cada característica sensorial.

2.5 SELECCIÓN DE UN JAMÓN COCIDO DE BÚFALO ELABORADO

En el proceso de selección se tuvo en cuenta el jamón cocido de carne de búfalo que presentó mejores características de proceso, fisicoquímicas y sensoriales, mediante análisis de rendimientos y resultados estadísticos.

2.5.1 Análisis de procesos. Para las dos modificaciones de elaboración de jamón cocido a partir de carne de búfalo, se realizaron pesos de materiales empleados antes y después de cada etapa del proceso de cada producto elaborado en la Empresa FEMAX TECNOLOGÍA S.A.S. Además, se tuvo en cuenta datos de los cambios de temperaturas y consumos eléctricos en las etapas que se presentaron estas variables. Con los datos mencionados se realizaron los siguientes balances.

- **Balance de materia.** En este balance mediante ecuaciones se establecieron las pérdidas de materiales en cada parte del proceso que se presentaban. Finalmente se halló el rendimiento de cada producto elaborado para las dos modificaciones planteadas.
- **Balance de energía.** Con los cambios de temperatura se plantearon los balances de energía térmica para cuantificar el calor empleado en los procesos, y con el consumo eléctrico se plantearon los balances de energía eléctrica para establecer su consumo en cada proceso elaborado.

2.5.2 Evaluación estadística. Los resultados por duplicado de las características fisicoquímicas y sensoriales se organizaron bajo un diseño experimental de un solo factor con dos tratamientos (tabla 11).

Tabla 11. Organización de resultados en el diseño experimental

FACTOR TRATAMIENTOS	Jamón con modificación 1	Jamón con modificación 2
Tumbler: velocidad 50 rpm	*	*
Masajeo: 40 min sin reposo	*	*
Temperatura en el tumbler: 5-7 °C	*	*
Tumbler: velocidad 30 rpm	*	*

Masaje: 10min con reposo de 5 min para un total de 40min	*	*
Temperatura en el tumbler: 2-3 °C		

*resultados de proteína, fibra, del TPA y loncheado

Los resultados se analizaron con el programa Statistix® versión 10.0, con un análisis de varianza (ANOVA) aleatorizado de un solo factor para una confiabilidad del 95% con el propósito de verificar las siguientes hipótesis.

- **Hipótesis nula (H₀).** No hay diferencias significativas en las características fisicoquímicas y sensoriales de los jamones cocidos de carne de búfalo elaborados con dos modificaciones de proceso y dos tratamientos durante la inyección y el tumbleado.
- **Hipótesis alterna:** Sí hay diferencias significativas en las características fisicoquímicas y sensoriales de los jamones cocidos de carne de búfalo elaborados con dos modificaciones de proceso y dos tratamientos durante la inyección y el tumbleado.

En el caso de la aceptación de la hipótesis alterna se aplicó la prueba de comparación de varianzas de Tukey con 95% de confiabilidad en el programa Statistix® versión 10.0

3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA EXPERIMENTACIÓN

El reporte de análisis de los resultados de la experimentación planteada en el capítulo anterior se presenta a continuación para determinar el proceso del jamón cocido de carne de búfalo con mejores características fisicoquímicas y sensoriales.

3.1 CARACTERIZACIÓN DE LA CARNE DE BÚFALO

La caracterización fisicoquímica de los cortes de Falda de la carne de búfalo seleccionados para la experimentación arrojaron los resultados promedios de la tabla 12. Los triplicados de cada prueba se reportan en el apéndice 2.

Tabla 12. Resultados promedios de la caracterización de la carne de búfalo

CARACTERÍSTICAS	PRESENTACIONES	RESULTADOS	
Capacidad de retención de agua por goteo	%	3,39	
Capacidad de retención de agua por cocción	%	49	
Capacidad emulsionante	pH	5,72	
	g de aceite/g de proteína	1,154	
Textura	N	58,36	
Color	Coordenadas	L*	38,45
		a*	16,71
		b*	4,09

3.1.1 Capacidad de retención de agua (CRA) por goteo. Según Xargayó, Lagares, Fernández, Ruiz y Borell (S.F.) se puede definir la retención como la capacidad de ligar agua por parte de las proteínas naturales de la carne. Cuanto más fuerte es esta unión, mejor es la CRA de la carne y menor el drenaje posterior de agua en procesos como el inyectado y tumbleado, esto influyó directamente en el rendimiento de los productos, además de las características organolépticas como son el color, olor, sabor y textura así como la suavidad y la jugosidad de la carne procesada. Para la carne de búfalo se presentó un CRA promedio por goteo de 3,39% lo que indicó una carne de calidad para las pruebas experimentales puesto que no superó el 5% de CRA, como criterio para descartar la carne por problemas de calidad (Agrocere, S.F.). Además estuvo este dato promedio cercano al 2,98% de CRA por

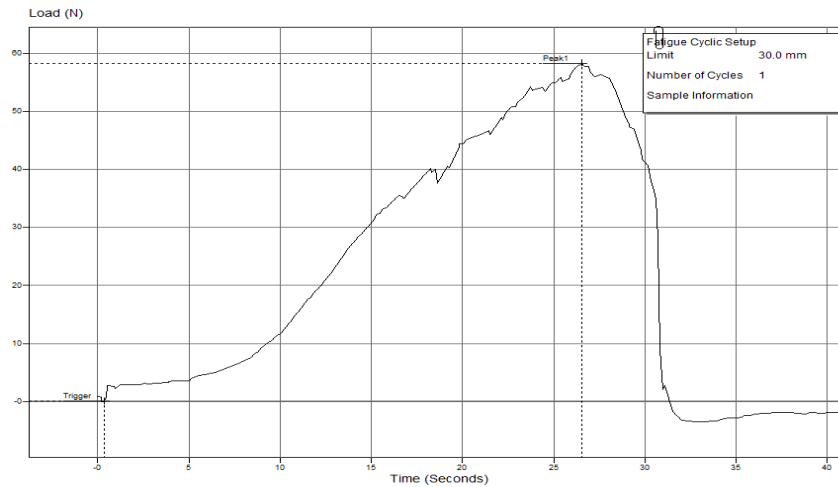
goteo reportado por Rey y Gualdrón (2011) para carne de búfalo de segunda. En cuanto a los demás resultados de la CRA se encuentran en el apéndice 2.

3.1.1 Capacidad de retención de agua (CRA) por cocción. Investigaciones realizadas por Honikel y Hamm (1986) sobre la CRA por cocción en los diferentes tipos de carne determina que el incremento de la CRA por cocción se debe a la desintegración de los filamentos de la actina que forman las líneas Z por la acción de proteasas y por los cambios en la permeabilidad de las membranas. Para la carne de búfalo se presentó una CRA por cocción promedio de 49%, que al compararse este valor con lo reportado por Rey y Gualdrón (2011) en carne de búfalo de segunda quienes obtuvieron una CRA por cocción de 55,3%; demostró que el corte seleccionado para la experimentación presentó menos pérdidas durante la cocción debido a que el músculo tenía mayor proporción de hemoglobina y la carne de búfalo retuvo más agua y grasa en la cocción (Rey y Gualdrón, 2011). Las demás repeticiones se reportan en el apéndice 2.

3.1.3. Capacidad emulsionante. La emulsión de la carne es un sistema complejo con una fase continua compuesta de agua y proteínas solubilizadas por el efecto de la adición de sal, pues al bajarse la fuerza iónica en la solución salina, se extrae fácilmente las proteínas miofibrilares que sirven como emulsificantes (Alimentarias, 2009). La capacidad emulsionante del músculo de la carne de búfalo sin tumblar tuvo un resultado promedio de 1,154 g de aceite/g de proteína frente al resultado de la investigación de Rey y Gualdrón (2011) de 1,115g de aceite/g de proteína, demostrando que la carne de búfalo posee una cantidad de tejido graso que garantizó una emulsión de carne con una pasta firme sin romperse los enlaces de sus moléculas gracias a la interacción y cohesión de las proteínas presentes en la carne y las sales adicionadas para generar buenas características finales al producto en cuanto al sabor, la extensión y la cohesión (Alimentarias, 2009) permitiendo una textura consistente y homogénea en los productos finales. Las demás repeticiones de esta prueba se encuentran en el apéndice 2.

3.1.4. Textura. Esta característica de la carne de búfalo está dada por el tamaño y desarrollo del tejido conectivo, caracterizándose por presentar mayor porcentaje de tejido muscular comparada con la de bovino (Téllez, 1992). La figura 10 muestra un ensayo para carne de búfalo con un esfuerzo cortante de 58,36N durante el primer ciclo de compresión a los 26 segundos; confrontado este valor con el reportado para la textura de la carne de bovino de corte de segunda 44,65N (González *et al.*, 2011), se apreció que el esfuerzo cortante fue mayor para la carne de búfalo frente al esfuerzo cortante reportado para la carne de bovino, dado que la carne de bovino presentó mayor grado de ternura y por tanto mayor cantidad de fibra muscular que la carne de búfalo (Rey y Gualdrón 2011). Las demás repeticiones de este ensayo se encuentran en el apéndice 2.

Figura 10. Grafica de textura en el musculo de la carne de búfalo sin tumbleado muestra 1

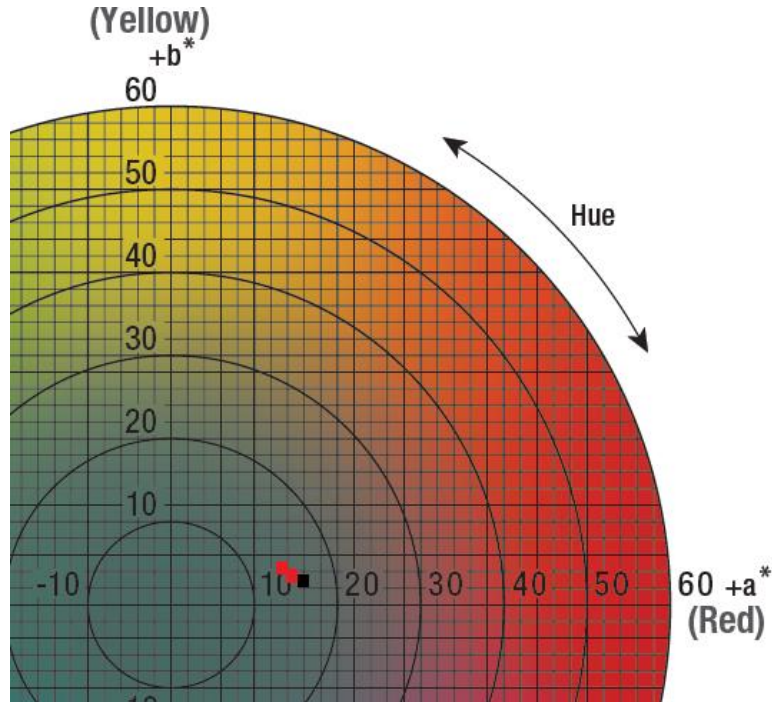


Las otras gráficas del comportamiento de la prueba de textura para las repeticiones se adjuntaron en el apéndice 8.

3.1.5 Color. Los resultados obtenidos para esta característica (figura 11) muestran que los valores de luminosidad (L^*) e intensidad de color (a^*) se asemejan a los obtenidos por Cedres *et al.* (S.F) con un valor de luminosidad de $31,65L^*$ e intensidad de color rojo de $15,275a^*$. Sin embargo el valor de obtenido de b^* para la intensidad de color azul a amarillo de $4,09b^*$, mostró diferencias significativas con respecto al valor reportado por los mismos autores de $13,715b^*$, indicando una tonalidad más cercana al color amarillo. Según Sheridan (2006) esto pudo ocasionarse debido a que las medidas del sistema de coordenadas CIELAB son sensibles a la intensidad de la luz y a la concentración de pigmento en cada corte lo que afectó la intensidad de la luz de la medición en la muestra analizada.

La figura 11 presenta las lecturas realizadas al corte de carne de búfalo de la experimentación, así: punto negro lectura promedio y puntos rojos corresponden a las lecturas de las repeticiones. Los valores numéricos de estos ensayos se encuentran en el apéndice 2.

Figura 11. Ubicación de lecturas de color de la carne de búfalo en coordenadas CIELAB



3.2 ELABORACIÓN DEL JAMÓN COCIDO

Durante la elaboración del jamón cocido se observaron los siguientes comportamientos de la carne de búfalo que se relacionan en la tabla 13.

Tabla 13. Resultados del proceso de elaboración del jamón cocido

OPERACIÓN	TIEMPO (min)	OBSERVACIONES
Recepción	15	Las características sensoriales se determinaron con los sentidos y mostraron que la carne recibida cumplió con los estándares permitidos en cuanto a color, olor, y textura firme. Posteriormente se tomó la temperatura de llegada de la carne de búfalo empleando un termómetro digital, registrando una temperatura de 5°C aproximadamente.
Pesaje	20	Se recibieron 12,67 kg de carne de búfalo, de la cual fueron retirados 667,8 g de tendones. Esta carne libre de tendones ofreció menos aporte graso a la elaboración de cada jamón.
Formulación	15	Para cada jamón de 1,5 kg de peso se empleó una salmuera húmeda con un peso de 210 g.
Preparación de la salmuera	20	El proceso se realizó, con un orden establecido en la adición de ingredientes de la salmuera y una temperatura constante de 2°C con el fin de asegurar la duración y estabilidad del color en el producto final (UNAD, S.F). La salmuera tomó una colación blanca al momento de su elaboración.

Inyección de salmuera	20	Al momento de efectuar esta operación, el color del músculo de la carne inyectado tomó una coloración de rojo oscuro a rojo opaco debido a la acción de la sal nitro que actúa directamente sobre el óxido nítrico formando el óxido nítrico mioglobina Pérez (2000)
Incorporación de salmuera por Tumbleado	10	La incorporación de la salmuera en la operación de tumbleado se efectuó bajo condiciones de osmosis, observándose un cambio en la microestructura frente a parámetros de color en el musculo de la carne de búfalo.
Tumbleado	180	La operación de tumbleado, permitió que la salmuera penetrara en el músculo de la carne de búfalo por la acción del golpe dentro del tumbler, generando el cambio de color en la carne de rojo intenso a rojo opaco, debido a que la sal nitro aumenta la solubilidad de las proteínas musculares favoreciendo el poder emulsificante y color (Prändl <i>et al.</i> , 1994).
Moldeado	15	Al ser moldeada la carne de búfalo se observó la incorporación total del músculo marinado en la fibra natural, cuidando de no formar burbujas de aire. Este tipo de envase natural favoreció la transferencia de calor por cocción en el músculo moldeado, además es aconsejable para el transporte y almacenamiento del producto final (UNAD, S.F.).
Escaldado	180	Se empleó una temperatura constante de 75 °C, donde el músculo moldeado sufrió cambios significativos en su textura, ésta se aglutinó y su color se fortaleció. El escaldado permitió por otra parte el desarrollo del color deseado en el producto final el cual presentó una temperatura en el centro del producto de 72°C.
Enfriamiento	15	Al momento de enfriar el producto se detiene el proceso de escaldado, evidenciándose la compactación del jamón. Según (UNAD, S.F.), los jamones se deben duchar tanto tiempo como sea necesario con el fin de evitar un incremento de la humedad, que es inconveniente común en el proceso de almacenamiento.
Refrigeración	1440	Se observo que la temperatura interna alcanzo 4°C y la textura del jamón adquirió firmeza. El producto final es un jamón compacto y de difícil desmoronamiento. El tiempo de reposo juega un papel primordial en etapas posteriores como el desmoldado y tajado señala (UNAD, S.F.)
Porcionado	30	El jamón cocido de búfalo fue tajado en lonchas de 2mm de espesor poco uniformes, sin rastro de adherencia de grasa externa e interna, dado que los jamones cumplieron con el tiempo estipulado para su almacenamiento.
Envasado	20	Se emplearon condiciones de vacío con una presión de 5mbar; el vacío contribuye a la estabilidad en almacenamiento del producto final creando una barrera óptima al oxígeno y la humedad, dando como resultado un producto de color característico, de textura firme, compacta, y de apariencia agradable.

3.3. MODIFICACIONES DE LA ELABORACIÓN DEL JAMÓN COCIDO

3.3.1 Modificación 1 con inyección de salmuera. Este método comúnmente utilizado en la industria cárnica, consistió en la dosificación de la salmuera en el músculo entero de la carne de búfalo, este a su vez debe garantizar la incorporación en el producto y sin pérdidas de tiempo de procesamiento que implican otros métodos. Sin embargo en esta etapa se obtuvieron pérdidas por escurrido de la salmuera en los músculos inyectados además de la

formación de depósitos y canales de marinado alrededor de la aguja debido al diseño y al tamaño de los agujeros de las agujas de inyección, implicando demoras en el tiempo de procesamiento puesto que la salmuera alojada en las paredes del recipiente empleado para esta operación debía ser reinyectado nuevamente. Según Xargayo *et al.* (S.F) para conseguir una incorporación óptima de la salmuera es necesario que el equipo utilizado pueda inyectar la cantidad deseada de salmuera de forma muy precisa y que la distribución de la misma sea regular a lo largo de la pieza, sin afectar la integridad de la misma

En el proceso de inyección intramuscular de la salmuera tanto en los músculos de la carne sometidos a tumbleado con velocidades de 30 rpm como de 50 rpm respectivamente, pudo observarse cambios significativos de color en el músculo de la carne, tomando una tonalidad oscura, esto debido a la reducción bioquímica del nitrito a óxido nítrico y del hierro del grupo hemo al estado ferroso, formándose el óxido nítrico mioglobina o nitrosomioglobina (Pérez, 2000).

3.3.2 Modificación 2 sin inyección de salmuera. Esta modificación con tumbleado, el músculo entero de la carne de búfalo fue sometido a acciones mecánicas de golpeteo en un tambor mediante movimientos de giro vertical (figura 12). La temperatura de procesamiento dentro del equipo se mantuvo constante a 4°C, garantizando la estabilidad de la salmuera en el transcurso del proceso. Según Llona (2005, citado en Morales, 2010) las acciones mecánicas de frotamiento y de compresión favorecieron la salida de la salmuera por la masa muscular y la aparición en la superficie del limo de exudados proteicos, coagulables por el calor que sirvieron de cemento de ligazón durante el escaldado, facilitando el repegado de los trozos de carne en la fabricación de jamón.

Estos cambios fueron visibles al momento de retirar el músculo del tumbler, puesto que el movimiento mecánico del tumbler desgarró las fibras del músculo entero, observándose grietas entre las haces musculares, esta ruptura de las fibras musculares propició la extracción y solubilización de las proteínas miofibrilares (Prändl *et al.*, 1994).

Figura 12. Tumbler visto desde el interior y exterior



Fuente: FEMAX TECNOLOGIA S.A.S

3.3.3 Jamón cocido patrón. Elaborado en una mezcladora para el masaje con trozos de carne de búfalo pequeños y deshuesados, puesto que los trozos grandes es difícil mantener una buena regularidad y uniformidad de los ingredientes del marinado (Xargayo *et al.* S.F) a diferencia del tumbleado donde el proceso se realizó sobre el músculo entero. Durante el masaje del músculo de búfalo, se sometió a la acción del brazo metálico giratorio del equipo (figura 13) donde la distribución de la salmuera se llevó a cabo por medio de difusión. Por medio de la acción mecánica en los trozos de la carne se observó la ruptura de las fibras y la formación de grietas entre las haces musculares dando como resultado una masa homogénea.

Figura 13. Músculo de carne de búfalo sometido a Mezclado



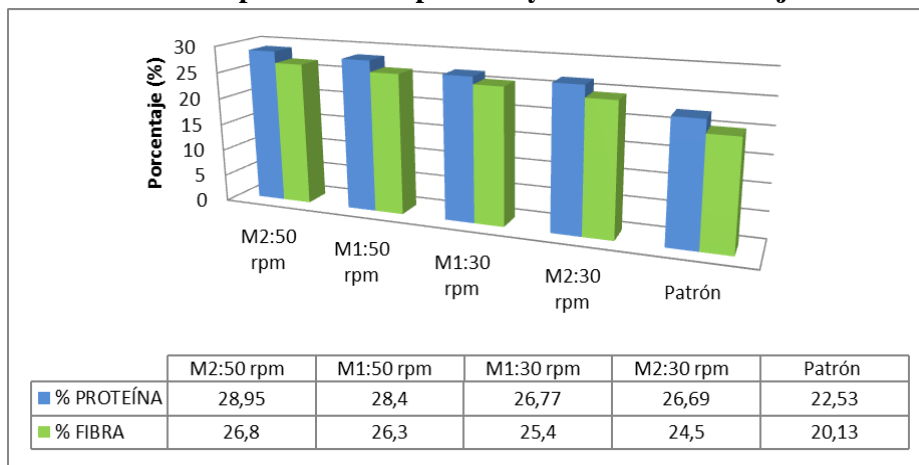
Fuente: Planta Piloto de Carnes de la Universidad de La Salle

3.4 CARACTERIZACIÓN DE LOS JAMONES ELABORADOS CON MODIFICACIONES EN EL PROCESO

Los resultados de la caracterización correspondieron a la metodología del numeral 2.4 para 4 jamones cocidos de la modificación 1, 4 jamones cocidos de la modificación 2 y un jamón cocido patrón.

3.4.1 Caracterización fisicoquímica. Los resultados de esta caracterización se adjuntaron en el apéndice 4. En la figura 14 se muestra el comportamiento de los promedios de proteína y de fibra cruda determinadas en los jamones elaborados.

Figura 14. Resultados promedios de proteína y fibra cruda en los jamones cocidos



Donde: M1 es la modificación 1 de elaboración de jamón cocido; M2 es la modificación 2 de elaboración de jamón cocido.

Con respecto a la concentración de suero lácteo y de fibra naranja expresado en porcentaje (%), como era de esperarse, la muestra patrón en la cual se empleó solamente mezclado reportó el menor porcentaje (%) de proteína 22,53% y fibra de 20,13% dado que el músculo fue inyectado pero no tumbleado en el procesamiento, provocó una menor incorporación y homogenización de la salmuera en el músculo de la carne, dando lugar a que una menor cantidad de moléculas de agua se encontrarán ligadas a las miofibrillas formando enlaces débiles con las proteínas cárnicas (Xargayó *et al.*, S.F). En investigaciones realizadas por Cedres *et al.* (S.F), como se muestra en la tabla 1, se obtuvo un valor para proteína de 23,43% en la carne de búfalo, lo que indicó un aumento en los porcentajes (%) de proteína obtenidos para las modificaciones 1 y 2, siendo mayor para el jamón solo tumbleado con 50 rpm seguido del jamón inyectado y tumbleado con 50 rpm. En cuanto al porcentaje (%) de fibra cruda en el estudio realizado por Galindo y Gómez (1989) reportaron un valor de 0,07% de fibra cruda en la carne de búfalo, lo que señaló un aumento en los porcentajes (%) de esta fibra para las modificaciones 1 y 2 siendo mayor para el jamón solo tumbleado con 50 rpm de 26,73% y 26,23% para el jamón inyectado y tumbleado con 50 rpm.

El jamón en el cual se empleó 50 rpm en el proceso de tumbleado sin inyección obtuvo un porcentaje (%) mayor para proteína de 28,95% y fibra cruda de 26,80% con respecto al resto de jamones evaluados, debido a que el efecto del tumbleado sobre la carne de búfalo ocasionó cambios estructurales en el sarcolema, que se degradó propiciando rupturas de las fibras musculares, la extracción y la solubilización de las proteínas miofibrilares; además la acción mecánica del tumbler disminuyó el contenido de agua, a la vez que aumentó la tasa de grasa y proteína, así como la fracción de fibra muscular; a medida que aumentó el

tiempo del tratamiento mecánico, y esta acción se trasladó a las capas profundas del músculo (espacios interfibrilares) formando una masa finamente granulada en el espacio inter y extracelular (Prändl *et al.*, 1994).

Sin embargo al comparar los jamones, empleando solo tumbleado y aquellos que fueron procesados inyectados y luego tumbleados empleando 30 rpm, para el jamón en el cual se implementó el proceso de inyección y tumbleado con 30rpm tuvo un porcentaje (%) mayor para proteína (26,77%) y fibra cruda de 25,4% que el jamón que fue solamente sometido a la operación de tumbleado a 30rpm cuyos valores de proteína y fibra fueron de 26,69% y 24,5% respectivamente. Este contraste entre los porcentajes (%) obtenidos para proteína y fibra cruda estuvo influido por varios factores como: las condiciones de la carne a procesar (temperatura, tiempo de pre-maduración, regularidad de peso, forma), características de la salmuera (viscosidad, temperatura) y condiciones el equipo empleado para la incorporación de la salmuera (presión, temperatura, tiempo de masaje, velocidad de giro, atmósfera interna, etc.) según lo afirma Xargayó, Lagares, Fernández, Ruiz y Borrell (S.F).

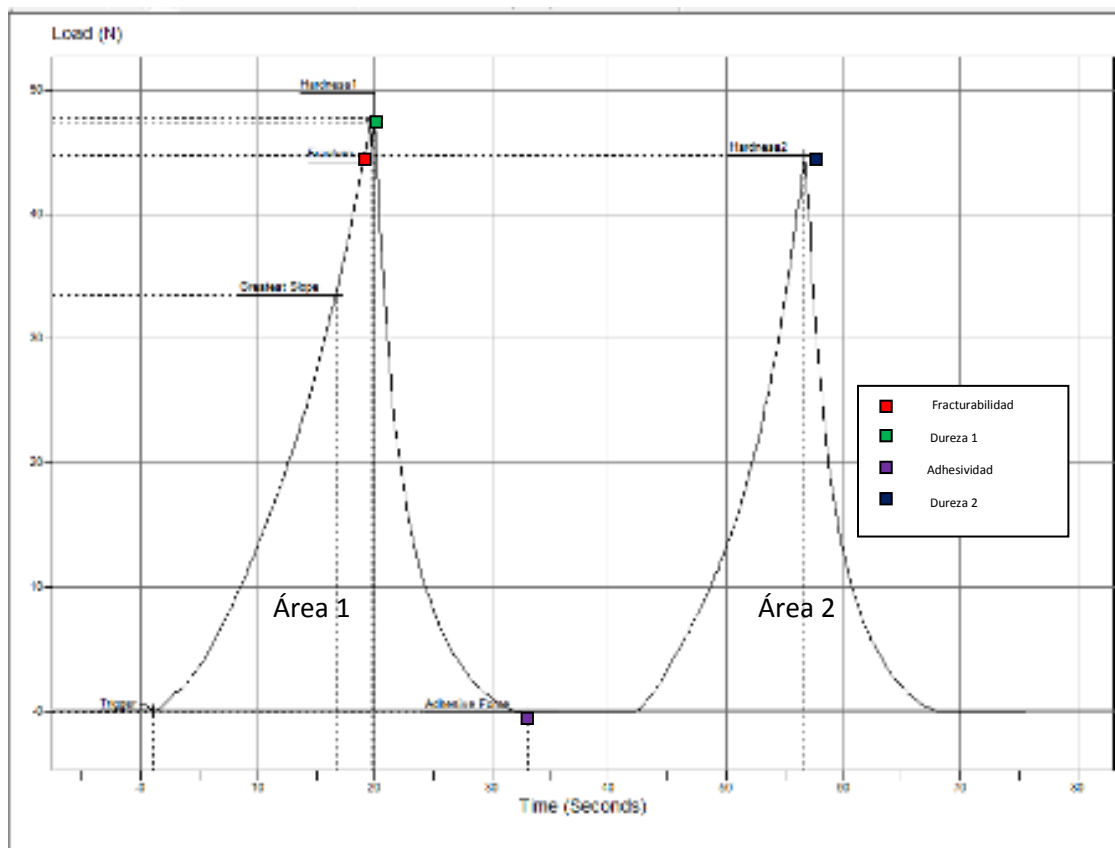
Uno de los factores más influyentes que pudo evidenciarse dentro del proceso de elaboración de jamón cocido correspondió a los equipos empleados, tumbler e inyectora, en la incorporación de la salmuera. La inyectora pudo ocasionar variaciones debido a causas externas como la velocidad de incorporación y por lo tanto el poder de penetración de la salmuera en el músculo de la carne, notándose una diferencia significativa en los % para proteína y fibra cruda en el jamón sometido a tumbleado con inyección a 50 rpm con respecto al jamón tumbleado sin inyección a 30 rpm. Al implementar el tumbleado en la incorporación de la salmuera en el músculo de la carne, el agua que estaba en la salmuera se encontró ligada de forma directa a las proteínas cárnicas dando lugar a una unión mucho más fuerte entre ellas y ocasionando una mayor incorporación tanto de proteína como de fibra de naranja en el músculo de la carne y en consecuencia menor drenaje o pérdida por escurrido durante el almacenamiento del producto debido primordialmente a la cantidad de fuerza ejercida físicamente sobre el músculo (Xargayó *et al.*, S.F).

3.4.2 Caracterización de textura. Esta caracterización obtuvo resultados de acuerdo a la metodología del numeral 2.4.2 que se presentan en el apéndice 9.

- **Perfil de textura (TPA).** La figura 15 muestra una curva característica de la prueba realizada para un jamón cocido tumbleado a 50 rpm (modificación 2) para una compresión de 30%. En esa figura se observa que el área 1 (simula el trabajo

realizado durante la primera mordida) corresponde a la fuerza de fracturabilidad con un valor de 47,467 N, además presentó una dureza 1 con un valor de 47,774 N y una dureza 2 en el área 2 (simula la segunda mascada) de 44,80 N. También se observa en el perfil una fuerza adhesiva de 0,0274 N para el jamón de búfalo cocido en las dos áreas. Al comparar la dureza 1 con la dureza 2, refleja la dureza 1 una fuerza máxima de compresión en la primera mordida y la dureza 2 una fuerza máxima que se opone a la segunda mascada después de que ya ha sido deformado el jamón cocido en la primera mordida (Szczeniak, 1963).

Figura 15. Comportamiento del TPA del jamón cocido tumbleado a 50rpm con compresión al 30%



Los demás TPA con sus respectivas curvas se encuentran en el apéndice 7 y, en las tablas 14 y 15 se observan los resultados de la primera compresión al 30% y de la segunda compresión al 40%, respectivamente.

Tabla 14. Resultados del perfil de textura (TPA) compresión al 30%

JAMONES COCIDOS	RESULTADOS											
	Dureza1 (kgf)	Dureza2 (kgf)	Área1	Área2	Cohesividad	Elasticidad (mm)	Índice de elasticidad	Gomosidad (kgf.mm)	Masticabilidad (kgf.mm)	Fuerza Fracturabilidad (kgf.mm)	Fuerza de adhesividad (kgf.mm)	Adhesividad (kgf.mm)
M2: 30rpm	5.2695	4.6364	8.1076	3.8606	0.47618	5.5141	0.60427	2.5092	13.836	5.1457	0.0090621	0.027586
M1: 30 rpm	1.6803	1.4654	2.8717	1.2121	0.42208	6.8961	0.75738	0.70920	4.8907	0.69060	0.0041014	0.0081550
M2: 50rpm	4.8682	4.5661	10.300	5.6509	0.5481	7.1701	0.78713	2.6707	19.150	4.8369	0.012285	0.0027951
M1: 50rpm	14.975	12.986	27.608	12.308	0.44580	5.7862	0.63046	6.6758	38.628	14.477	0.0042235	0.0058031
Patrón	5.6681	5.0468	13.235	5.6156	0.42429	5.7810	0.63399	2.4050	13.903	5.6293	0.010645	0.014156

Donde: M1 es la modificación 1 de elaboración de jamón cocido; M2 es la modificación 2 de elaboración de jamón cocido.

Tabla 15. Resultados del perfil de textura (TPA) compresión al 40%

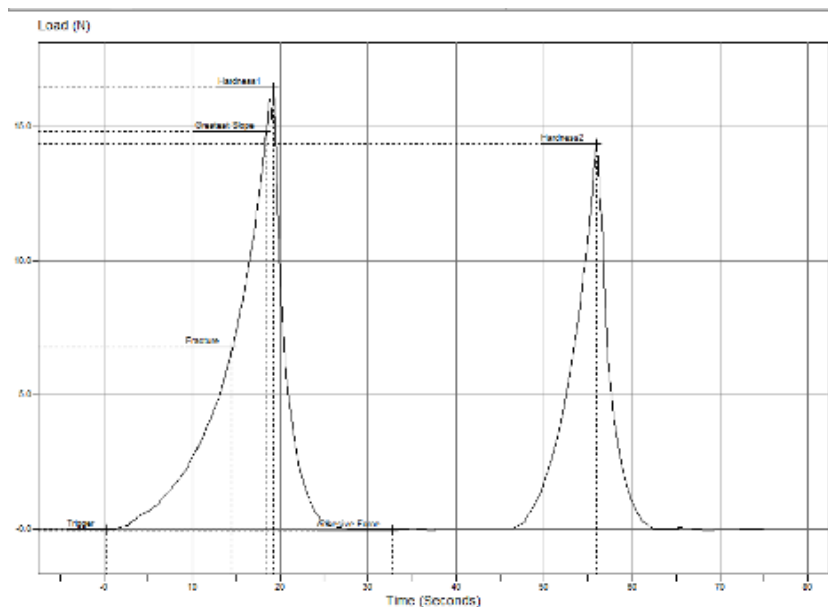
JAMONES COCIDOS	RESULTADOS											
	Dureza1 (kgf)	Dureza2 (kgf)	Área1	Área2	Cohesividad	Elasticidad (mm)	Índice de elasticidad	Gomosidad (kgf,mm)	Masticabilidad (kgf,mm)	Fuerza Fracturabilidad (kgf.mm)	Fuerza de adhesividad (kgf.mm)	Adhesividad (kgf.mm)
M2: 30rpm	24,090	21.670	42971	19.633	0.45688	6.4313	0.53154	11.006	70.785	4.9836	0.010366	-0.000356
M1: 30 rpm	22.271	19.909	41.554	19.163	0.45688	6.7844	0.56062	10.270	69.678	22.093	0.0036318	-0.0010332
M2: 50rpm	13.576	12.144	32.350	15.289	0.47261	9.0004	0.74183	6.4163	57.749	0.72045	0.0079243	-0.00051342
M1: 50rpm	6.0247	5.3200	14.839	6.0462	0.40745	6.5131	0.53721	2.4548	15.988	0.053990	0.0064186	0.0099630
Patrón	11.732	10.600	29.987	13.353	0.44530	8.6409	0.71906	5.2244	45.143	2.1934	0.0078596	-0.00020255

Donde: M1 es la modificación 1 de elaboración de jamón cocido; M2 es la modificación 2 de elaboración de jamón cocido.

- Dureza.** Se encontró que en la compresión al 30 %, el jamón que presentó menor dureza frente a los demás fue el jamón de 30 rpm con la modificación 1, como se evidencia en la figura 16 con un esfuerzo cortante de 15,43 N durante el primer ciclo de compresión a los 20 segundos y en la compresión de 40% el jamón que tuvo un menor esfuerzo de compresión fue el jamón de 50 rpm con la modificación 1, con un valor de 55,64 N (tabla 15) durante el primer ciclo de compresión a los 20 segundos. La fuerza requerida para comprimir la muestra de jamón de búfalo frente a la del jamón de cerdo es menor, ya que el jamón de cerdo requiere un esfuerzo cortante de 15,2 N durante el primer ciclo de compresión, como lo reporta la investigación de Torres, Hernández y Sánchez (2012), dado que el jamón de cerdo presenta menor cantidad de proteína cárnica respecto a la carne de búfalo (Montoya, 1996, citado en Cuellar y Arévalo, 1996).

Al confrontar estos valores obtenidos de textura para el el jamón de 30 rpm con la modificación 1 y el jamón de 50 rpm con la modificación 1 con los resultados fisicoquímicos tanto de fibra como de proteína se observó una relación directamente proporcional entre el porcentajes de fibra y proteína y los valores de dureza para los jamones de 30 rpm y 50 rpm; así entre mayor porcentaje de proteína y fibra se encuentre presente en el músculo mayor es la dureza el producto final. Según Keeton y Prabhu (2008) el uso de suero lácteo en carnes procesadas provee cuerpo y textura además añade masticación, mordida y firmeza en carnes procesadas.

Figura 16. Comportamiento del TPA del jamón cocido tumbleado con inyección a 30 rpm con compresión al 30%



- **Cohesividad.** La cohesividad indica la fuerza máxima de la boca humana para generar la ruptura cuando el jamón se mastica con los dientes (Varnam, 1998). El jamón que presentó menor esfuerzo en la boca humana para generar la ruptura del jamón en ambas compresiones fue el de 50 rpm con la modificación 1, con una fuerza máxima de 0,44 N para la compresión de 30% y 0,40 N en la compresión de 40% respectivamente (tabla 15), este valor al ser comparado con la fuerza máxima generada para la mordida del jamón cocido de cerdo el cual fue 0,79 N (Torres *et al.*, 2012), indicó que el esfuerzo requerido para generar la ruptura del jamón es menor para el jamón cocido de búfalo cocido frente al jamón cocido de cerdo, debido a la interacción de las proteínas, principalmente las solubles en soluciones salinas que hacen que sea mayor la cantidad presente de proteínas extraídas en el producto final (Varnam, 1998).

Al comparar estos valores de cohesividad para el jamón de 50 rpm con la modificación 1, con los resultados fisicoquímicos tanto de fibra como de proteína indicó que de mayor contenido de fibra y proteína en el producto final, da como resultado un jamón más elástico. Según Keeton y Prabhu (2008) la adición de suero lácteo se emplea en carnes procesadas con el fin de modificar las propiedades de textura, dureza, cohesión y elasticidad mejora la masticación, jugosidad y sensación bucal.

- **Elasticidad.** Según Szczesniak (1963, citado por Morales 2010) es una medida de cuanto estructura original de la muestra se ha roto por la compresión inicial. En cuanto a este parámetro se tiene que la compresión inicial más alta la reportan los jamones de 50 rpm con modificación 2 en compresión de 30% y 40%, con una medida de elasticidad de 0,78713 mm y 9,0004 mm respectivamente (tabla 14 y 15). Comparando este resultado con lo reportado por Aguilar *et al.* (2011) en el jamón de cerdo cocido curado, cuya compresión inicial fue de 2,09 mm, se observó que las compresiones obtenidas en el jamón de búfalo, presentaron una mayor ruptura de las proteínas con formación de exceso de compuestos nitrogenados no proteicos que generaron una compresión más fuerte frente a otra clase de jamones cocidos (Ventanas, 2006).

Al confrontar estos valores obtenidos de elasticidad para el jamón de 50 rpm con la modificación 2 con los resultados fisicoquímicos tanto de fibra como de proteína indicó que un mayor contenido de fibra y proteína en el producto final, da como resultado un jamón más elástico. La adición de suero lácteo en carnes procesadas

mejora la facilidad para rebanar, además provee cuerpo y firmeza en los productos cárnicos (Keeton y Prabhu, 2008).

- **Gomosidad.** Según Szczesniak (1963, citado por Morales 2010) la gomosidad representa la energía requerida para desintegrar un alimento semisólido, de tal forma que este pueda ser tragado. La menor energía requerida para desintegrar el jamón cocido de búfalo se presentó en los jamones con 30 rpm modificación 2 al 30% y el jamón con 50 rpm al 40% modificación 1, con una fuerza máxima de 6,95 N y 24,14 N respectivamente (tabla 14 y 15). En la investigación realizada por Torres *et al.*, (2012) para jamón de cerdo cocido, presentaron una fuerza máxima mayor con un valor de 10,89 N, requiriendo un consumo energético mayor para desintegrar el jamón cocido, esto se debió a que el jamón de cerdo presentó una menor humedad frente al jamón de búfalo generando mayor movimiento bucal para desintegrar completamente el alimento antes de ser tragado (Morales, 2010).

Al confrontar estos valores obtenidos de textura para el el jamón de 30 rpm con la modificación 2 y el jamón de 50 rpm con la modificación 1 con los resultados fisicoquímicos tanto de fibra como de proteína se percibió un menor porcentaje de estos para el jamón de 30 rpm modificación 2, indicando que un menor contenido de fibra y proteína en el producto final, da como resultado un jamón menos gomoso.

- **Masticabilidad.** Representa la energía requerida para desintegrar un alimento sólido hasta que está listo para ser tragado Szczesniak (1963, citado por Morales 2010). El jamón que presentó menor esfuerzo para desintegrarse fue el jamón de búfalo con condiciones de 50 rpm modificación 1 al 30% y el jamón de 30 rpm modificación 1 al 40% (tabla 14 y 15) con una fuerza máxima de 47,99 N y 156,89 N respectivamente. Investigaciones realizadas por Aguilar *et al.* (2011) en jamón cocido de cerdo demuestran que el jamón de cerdo requiere un esfuerzo mucho menor (0,78 N) que el jamón de búfalo, debido a que la microestructura presente y la cantidad de proteína cárnica en la carne de búfalo fue mayor, requiriendo una cantidad de energía mayor para que el jamón cocido se desintegre y pueda ser tragado (Rosenthal, 1999).
- **Fracturabilidad.** Mide la fuerza a la que el material se fractura Szczesniak (1963, citado por Morales 2010). La mayor fuerza de fracturabilidad se presentó en el jamón 50 rpm modificación 2 a compresión de 30% con una fuerza máxima de fractura de 149,07 N y en la de 40% con una fuerza de fractura de 216,84 N en el

jamón 30 rpm modificación 2 (tabla 14 y 15). En investigaciones realizadas sobre la fracturabilidad en alimentos, la carne presentó un grado alto de fracturabilidad como lo demuestra las muestras de jamones, gracias a la cantidad de proteína cárnica presente en las fibras musculares (Rosenthal, 1999).

- **Adhesividad.** Corresponde al trabajo requerido para retirar el alimento de la superficie de la boca. El jamón que requirió mayor trabajo fue el jamón con 30 rpm modificación 2 al 30% con una fuerza de máxima adherencia de 0,270 N y en la compresión de 40% el jamón de 50 rpm modificación 1 con una fuerza máxima de 0,088 N. Al comparar estos valores con los obtenidos en la investigación realizada por Aguilar *et al.* (2011) para jamón de cerdo cocido, quienes reportaron una fuerza máxima de adherencia de 0,015 N, se apreció que el jamón de búfalo requirió un trabajo mayor para retirar el alimento de la boca, es decir, más que el de jamón de cerdo, puesto que la carne de búfalo mostró una mayor exudación por la acción de la sinéresis y su composición química generando una mayor adhesividad en la superficie del producto Honikel y Hamm (1994).

Por otra parte se observó una relación entre los valores obtenidos para la adhesividad y la cohesividad, lo que significa que los dos jamones tanto de 50 rpm modificación 1 como de 30 rpm modificación 2, tienen la misma cualidad de permanecer compactos, de no romperse ni pegarse a la superficie de otros materiales con los que entren en contacto según Xargayó, Lagares, Fernández, Borrell, Juncá (S.F), sin embargo se obtuvo menor adhesividad en el jamón de 50 rpm modificación 2, indicando que un mayor contenido de proteína y fibra, resulta en jamones con mayor adherencia y por tanto mayor gomosidad.

3.4.3 Loncheado. La elasticidad en el loncheado depende principalmente de dos factores, el primero de ellos es la cohesión entre los músculos y el segundo es debido a la relación firmeza/consistencia del músculo (Xargayó, S.F.). Los resultados promedios de loncheado se observan en la tabla 14, destacando que el jamón con condiciones de velocidad de 50 rpm y con la modificación 2, presentó mejor extensión frente a los demás jamones cocidos de búfalo (figura 17), con un índice de extensión de 50 mm y una fuerza máxima de 11,8 N (tabla 17). La capacidad de extensión de los jamones se debe a la calidad del músculo entero y cocido, ya que un músculo de carne de baja calidad proporciona un ligado débil, agujeros de aire, músculos que se rompen o desmenuzan y por tanto lonchas no aptas para ser empaquetadas, disminuyendo los porcentajes de rendimiento de las líneas señalo Xargayó (S.F.).

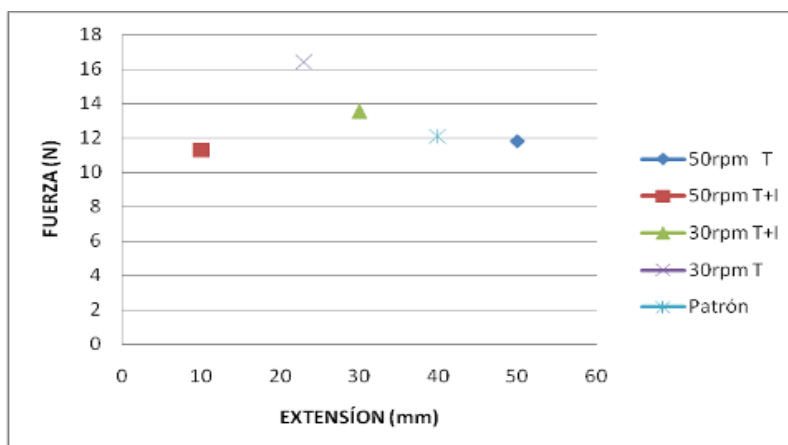
Al comparar el porcentaje (%) de extensión del jamón que presentó mejores características de loncheado frente al jamón cocido de cerdo de la investigación realizada por Xargayó (S.F.) con un porcentaje (%) de extensión de 96,5 % en el músculo, se notó una diferencia significativa de extensión entre estos dos tipos de jamones; esta diferencia se generó gracias a que la carne proveniente del búfalo contenía un grado de abertura de la estructura muscular mayor que la carne de cerdo, generando una menor penetración de la salmuera y por ende menor presencia de sal y fosfatos que son los que se encargan de la disminución del pH y de la fuerza iónica de las cadenas de proteínas para que se efectuó más lentamente la extracción y extensión Wieczorek y Jakubiec-Puka (1997, citado en Xargayó, S.F.). Los valores numéricos de la prueba de loncheado se encuentran en el apéndice 10.

Tabla 16. Resultados promedios prueba loncheado en jamones de búfalo cocido

JAMONES COCIDOS	FUERZA MÁXIMA (N)	EXTENSIÓN MÁXIMA (mm)	% EXTENSIÓN
M2: 50rpm	11,8	50	50%
M1: 50rpm	11,3	10	10%
M1: 30 rpm	13,55	30	30%
M2: 30rpm	16, 4	23	23%
Patrón	12,1	39,9	39,9%

Donde: M1 es la modificación 1 de elaboración de jamón cocido; M2 es la modificación 2 de elaboración de jamón cocido.






Figura 17. Grafica de la prueba de loncheado del jamón de búfalo cocido



3.4.4. Caracterización sensorial. Esta evaluación se realizó con la determinación del color y con un panel sensorial.

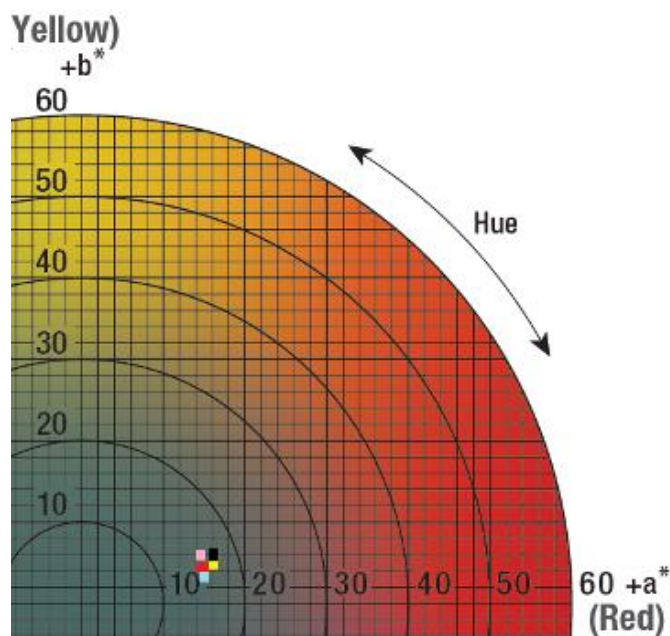
- **Color.** Las coordenadas de color se realizaron por triplicado en las muestras de jamón de búfalo cocido obteniendo los resultados de la tabla 17 y de la figura 18.

Tabla 17. Resultados promedio de color en el jamón cocido de búfalo

	L*	a*	b*	COLORES	OBSERVACIÓN
M2: 50rpm	42,68	16,58	5,45		Los colores son convenciones de identificación de cada lectura de color para identificarla en las coordenadas CIELAB de la figura 18.
M1: 50rpm	44,58	14,63	5,69		
M1: 30 rpm	41,83	15,09	4,49		
M2: 30rpm	44,45	14,82	5,69		
Patrón	41,9	15,94	5,57		

Donde: M1 es la modificación 1 de elaboración de jamón cocido; M2 es la modificación 2 de elaboración de jamón cocido.

Figura 18. Coordenadas CIELAB



Como se observa en la tabla 17 ambas modificaciones presentaron valores de luminosidad distintos, estos valores se encuentran dentro de los parámetros

permitidos encontrados por (Abadie, 2006) donde se registran valores de luminosidad de 54,75L* hasta 56,43L* respectivamente. En el valor de luminosidad (L*) se pudo observar que existe una mayor luminosidad en el jamón con 30 rpm modificación 2 con un valor de 44,45L* y el jamón con 50 rpm modificación 1 de 44,58L*. Esto pudo ocasionarse debido a que el producto fue medido en cubo y no en lonchas como otros lo sugieren (Abadie, 2006) o por factores externos como son los pigmentos naturales de la carne y la estructura muscular (Ruiz-Ramírez *et al.*, 2006, citado en Domínguez, 2005), las condiciones del equipo de medición como la luz, el tipo de corte realizado a la muestra, y la concentración del pigmento según Sheridan (2006).

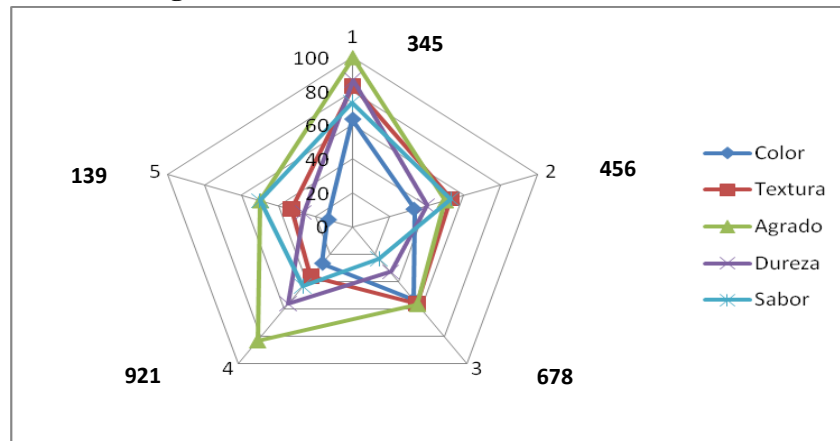
El valor de intensidad de color rojo (a*) se encuentra por encima de los parámetros mostrados por (Abadie, 2006) donde se obtuvo valores de 5,66a* para el tratamiento de inyección más inmersión empleado por el mismo autor, frente a los valores obtenidos en la modificación 1 y 2 (figura 18) , donde se muestra una mayor intensidad de color rojo en el jamón con 50 rpm modificación 2 con un valor de 16,58a*, esto debido a las condiciones y tipo de carne a procesar, características de la salmuera (viscosidad, temperatura) y equipos implementados para la incorporación de la salmuera en el músculo de la carne como señaló anteriormente Xargayó *et al.* (S.F). Según Prändl *et al.* (1994) la concentración del pigmento en productos cárnicos depende del tratamiento térmico al que es sometido, la conversión de nitrito a mioglobina, la incorporación de la misma en el material cárnico, exposición a la luz, temperatura de escaldado, pH, humedad y condiciones de empacado (Flores, 2007, citado en Domínguez, 2005). Por otra parte según (Keeton y Prabhu, 2008) la adición de suero lácteo en productos procesados incrementa el color rojizo de la carne baja en grasa, además de intensificar el sabor en algunos productos cárnicos, esto explica la intensidad de color en el jamón de 50 rpm modificación 2, donde se apreció una mayor porcentaje (%) de proteína que el resto de jamones, además la fibra de naranja favoreció la capacidad de retención de agua, confiriendo una mayor incorporación de la salmuera en el músculo de la carne y por tanto menores pérdidas por escurrido en el proceso de tumbleado.

En cuanto al valor de b* se encuentra dentro de los parámetros mostrados por (Abadie, 2006) siendo 7,36b* el valor más alto para este eje. En cuanto a las modificaciones 1 y 2 se apreciaron diferencias significativas para el jamón de con 30 rpm modificación 1. Según Sheridan *et al.* (2006) las variaciones en los valores de L* (luminosidad) y a* (enrojecimiento) se pueden atribuir a las diferencias en la intensidad de la luz reflejada para diferentes productos. En el sistema de coordenadas CIELAB las medidas son sensibles a la intensidad de la luz y la

concentración de pigmento en cada corte lo que afectará la intensidad de la luz de la medición.

- **Evaluación sensorial afectiva.** Los jamones de búfalo cocido presentaron los resultados que se observan en la figura 19 y en el apéndice 5.

Figura 19. Graficas características sensoriales



Donde: 345 (M2: 50 rpm), 456 (M1: 50 rpm), 678 (M2: 30 rpm), 921 (M1: 30 rpm) y 139 (patrón)

- **Atributo del color.** Para el atributo del color (figura 19) se encontró que los panelistas se inclinan hacia la muestra 345 con una aceptación de 63,33%. Según Flores (2007, citado en Domínguez, 2005) el desarrollo de color se ve afectado por las condiciones de transformación y de almacenamiento como el pH, humedad y la temperatura. Además, el color del jamón depende principalmente de las características de los pigmentos naturales de la carne y la estructura muscular (Ruiz-Ramírez *et al.*, 2006, citado en Domínguez, 2005).

Por otra parte, según (Keeton y Prabhu, 2008) la adición de suero lácteo en productos procesados incrementa el color rojizo de la carne baja en grasa, esto explica la intensidad de color en el jamón de 50 rpm modificación 2, donde se apreció un mayor porcentaje (%) de proteína que el resto de jamones.

- **Atributo de textura.** Como se muestra en la figura 19 para la evaluación sensorial de textura se obtuvo 83,33% para la muestra 345, en la cual los panelistas encontraron más agradable este jamón para el atributo de textura frente a los demás jamones de búfalo lo que indica que le gustaría muchísimo comprar este producto. Al comparar la textura sensorial con el perfil de textura (TPA), el único parámetro

semejante tanto por la elección del panel como por el instrumento de medición en el jamón 50 rpm con modificación 2 fue la fracturabilidad, evidenciando que los panelistas pudieron percibir esta parámetro en mayor medida que las demás debido a la fuerza de fractura que debieron realizar para provocar la ruptura del jamón frente a los otros parámetros evaluados. La investigación realizada por Domínguez (2009) con jamón cocido y curado, se acercó a los puntajes de los panelistas en este trabajo de grado.

- **Atributo de agrado.** Al evaluar el agrado de los diferentes tratamientos y modificaciones evaluados para la elaboración de jamón cocido de búfalo, en la figura 19 se evidencia que estuvo inclinado hacia la muestra 345 figurando en la escala de me gustaría muchísimo comprar, comparando esta prueba sensorial con la de la investigación realizada por Domínguez (2009) con jamón cocido y curado, sus resultados se asemejan a los calificados por los panelistas en esta investigación. Podemos decir que el efecto del tumbleado a 50 rpm modificación 2, genera una particularidad en el agrado de los consumidores para este tipo de jamón, que al ser comparado con el perfil del TPA demuestra que las propiedades de este jamón en parámetros como gomosidad y cohesividad, son mejores en el jamón de búfalo, frente a otro tipo de jamones.
- **Atributo de dureza.** La dureza obtuvo un puntaje de 86,87% en la muestra 345, presentando mejor aceptación entre los panelistas como se muestra en la figura 19. Al comparar este atributo sensorial con el reportado en el TPA, se puede evidenciar que los resultados no concuerdan ya que en la dureza instrumental se presentó mejor en los jamones de 30 rpm con modificación 1 y 50 rpm con modificación 1. Esto se pudo atribuir a que la mayoría de los panelistas fueron consumidores frecuentes de jamones con alta dureza y firmeza. Domínguez (2009), señaló que el consumidor prefiere una dureza blanda en jamón de cerdo cocido, sin embargo debido a la cantidad de proteína cárnica propia de la carne de búfalo hace que este tipo de jamón presente mayor firmeza con respecto a otros jamones.
- **Atributo del sabor.** Al evaluar la característica de sabor en los jamones de búfalo cocido, se tiene que la muestra 345 la cual pertenece al jamón con velocidad de 50rpm y modificación 2, presentó un mayor porcentaje frente a los demás jamones con un valor de 73.33%, estas medidas fueron cercanas al parámetro de “me gustaría muchísimo comprarlas” de la prueba sensorial de aceptación (figura 15). Comparando esta prueba sensorial con la investigación realizada por Domínguez (2009) en jamón cocido y curado, sus resultados se asemejaron a los calificados por

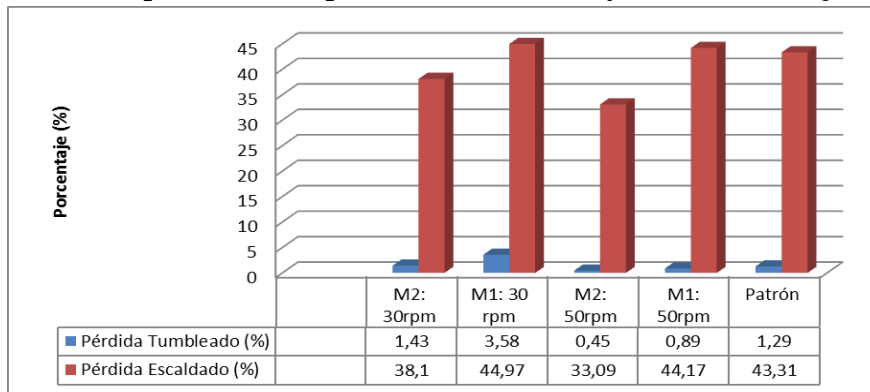
los panelistas, demostrando que el jamón de búfalo cocido presentó un sabor característico, evaluado correctamente por los panelistas. El sabor característico del jamón se da por las diferentes etapas del proceso, pues se destaca la adición de sal y nitritos, y la reacción químicas de proteólisis y lipólisis (Domínguez, 2009).

3.5 SELECCIÓN DE UN JAMÓN COCIDO DE BÚFALO ELABORADO

El jamón cocido de búfalo seleccionado correspondió al elaborado por tumbleado a 50 rpm y 40 min de trabajo sin reposo y las etapas de su proceso se muestran en el diagrama de flujo de la figura 22.

3.5.1 Balance de materia. Con el fin de determinar el porcentaje (%) de pérdidas de material cárnico en las etapas de tumbleado y escaldado respectivamente (figura 20), se realizó el balance de materia y los cálculos para cada modificación con sus respectivas ecuaciones se encuentran en el apéndice 6.

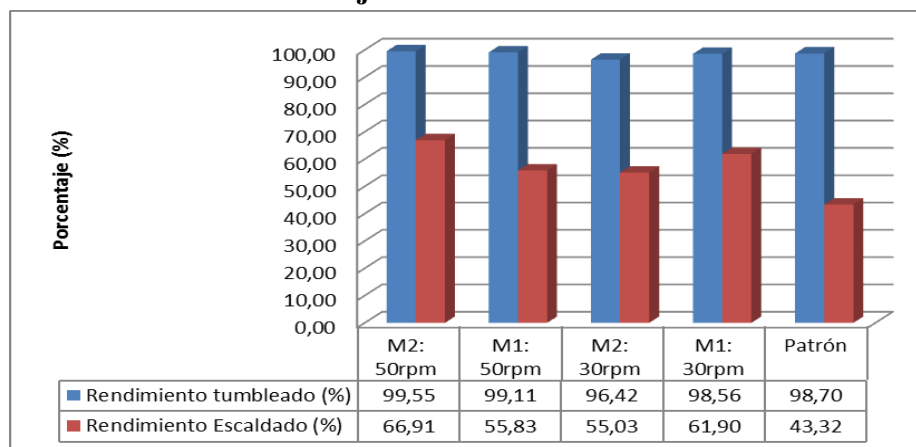
Figura 20. Resultados pérdidas en el proceso de tumbleado y escaldado en el jamón de búfalo



Donde: M1 es la modificación 1 de elaboración de jamón cocido; M2 es la modificación 2 de elaboración de jamón cocido

Posteriormente se hallaron los rendimientos para cada jamón elaborado con las dos modificaciones planteadas como se observa en la figura 21.

Figura 21. Resultados rendimiento en el proceso de tumbleado y escaldado en el jamón de búfalo



Donde: M1 es la modificación 1 de elaboración de jamón cocido; M2 es la modificación 2 de elaboración de jamón cocido

Con respecto al porcentaje (%) de pérdida durante el tumbleado se evidenció en la figura 20, una diferencia de pérdidas entre los jamones cocidos, mostrando que el jamón que presentó menor % de pérdida durante el proceso de tumbleado fue el de 50 rpm con la modificación 2 con un valor de 0,45%, ya que el tratamiento de solo tumbleado a esta velocidad ocasiona que la penetración de la salmuera sea mejor en las fibras musculares de la carne de búfalo. El masaje a altas velocidades y tiempos constantes ablanda la carne y libera la proteína lo que previene la separación del agua inyectada durante y después del proceso de cocción UNAD (S.F).

En cuanto al porcentaje (%) de pérdidas en el proceso de escaldado el jamón que presentó menores pérdidas en el proceso fue el de 50 rpm modificación 2, dado que la capacidad de ligado ocasiona mayor interacción de la salmuera en el músculo de la carne debido al tratamiento mecánico. Además el incremento en el nivel de incorporación de salmuera en el músculo aumenta el porcentaje de rendimiento posterior al tratamiento térmico, y el porcentaje de humedad. Los tratamientos mecánicos como el tumbleado a velocidad y tiempo constante aumentan la incorporación de salmuera en las miofibrillas del músculo de la carne presentando un mayor porcentaje (%) de rendimiento como se observa en la figura 21 donde los mayores rendimientos se observan para la modificación 2 a 50 rpm, debido a las propiedades funcionales presentes en la salmuera señalo Isaza, Londoño, Restrepo, Rodríguez y Mahecha (2010).

Se pudo observar que las pérdidas por cocción en los jamones inyectados tanto de 50 rpm como de 30 rpm es ligeramente superior a los obtenidos por los jamones que fueron solamente tumbleados, esto debido a la cantidad de agua añadida en el proceso de inyección, ocasionando pérdidas por escurrido debido a causas externas como la velocidad de incorporación y por lo tanto el poder de penetración de la salmuera en el músculo de la carne, es así como el rendimiento del producto tumbleado es superior al producto inyectado. De esta forma, el agua retenida dentro de las fibras cárnicas es liberada durante el proceso de masticación dando una mayor jugosidad, terneza y palatabilidad general como lo afirma Xargayo *et al.* (S.F).

3.5.2 Balance de energía. El balance de energía térmica se realizó para el proceso de tumbleado y escaldado, cuantificando el calor requerido en el proceso (tabla 18). La muestra de cálculos y las ecuaciones respectivas se encuentran en el apéndice 7.

Tabla 18. Resultados Balance de energía modificaciones 1 y 2

JAMONES COCIDOS	CALOR REQUERIDO MASAJE (KJ)	CALOR REQUERIDO ESCALDADOR (kJ)	CALOR TOTAL REQUERIDO (kJ)
M2: 50rpm	6440,2	94913,4	88.473,3
M1: 50rpm	2827,4	95738,6	98.566,0
M2: 30rpm	17749,7	92843,8	110.593,5
M1: 30rpm	10681,3	94903,1	105.584,4
Patrón	3926,9	95040,4	98.967,3

Donde: M1 es la modificación 1 de elaboración de jamón cocido; M2 es la modificación 2 de elaboración de jamón cocido

Para el balance de energía se evidenció que el tumbleado tuvo un consumo energético de 88.473,3 kJ para el jamón con 50 rpm modificación 2 menor al requerido en las modificaciones 1 y 2 para el jamón con 30 rpm, debido al tiempo empleado en el procesamiento y la velocidad de giro en el tumbler fue suficiente para ablandar la carne y liberar las proteínas solubles, a diferencia de la modificación 1 donde se incrementó el tiempo de procesamiento en la etapa de inyección creando demoras en el proceso y un aumento de la temperatura de la carne mientras era inyectada.

El jamón que presentó mayores requerimientos energéticos fue el jamón con 30 rpm modificación 2, esto pudo ocasionarse por demoras en etapas como el inyectado y adecuación del músculo, incrementando con el tiempo la temperatura del músculo de la carne de búfalo. Por otra parte, al comparar el jamón patrón con el jamón de 50 rpm

modificación 1 y 2, mostró un mayor consumo calórico debido a la energía cinética generada por la mezcladora, generando mayor esfuerzo y por tanto un incremento de la temperatura del músculo en proceso.

3.5.3 Evaluación estadística. En el apéndice 13 se relaciona los resultados estadísticos del programa Statistix® versión 10.0 y su resumen se observa en la tabla 19.

Tabla 19. Resultados de la evaluación estadística

CARACTERÍSTICA	PROBABILIDAD	CONCLUSIÓN	GRUPOS	PROMEDIOS
Proteína	0,0000<0,05	Se acepta la hipótesis alterna	A	28,675
			B	26,812
Fibra cruda	0,005<0,05	Se acepta la hipótesis alterna	A	26,533
			B	24,958
Masticabilidad	0,0251<0,05	Se acepta la hipótesis alterna	A	29,089
			B	9,344
Dureza	0,0872>0,05	Se acepta la hipótesis nula	A	9,3488
			A	3,2629
Gomosidad	0,0642>0,05	Se acepta la hipótesis nula	A	4,6984
			A	1,6599
Elasticidad	0,6454>0,05	Se acepta la hipótesis nula	A	6,4964
			A	6,1928
Loncheado	0,5123>0,05	Se acepta la hipótesis nula	A	13,650
			A	12,568

Los resultados anteriores arrojaron estadísticamente a partir de la corrida del programa Statistix® versión 10.0, la información del apéndice 13, en la cual se observa que la probabilidad del ANOVA <0,05 debido a que los jamones elaborados con las modificaciones 1 y 2 presentaron diferencias significativas en cuanto a fibra, proteína y masticabilidad con valores de 0,0000, 0,005 y 0,0251. Por consiguiente, en la prueba de Tukey se obtuvo un Q crítico de 3,633, donde se formaron 2 grupos, así: un grupo en el cual se implementó tumbleado con inyección y otro grupo en el cuál se implementó tumbleado sin inyección, lo que confirmo las diferencias obtenidas en los dos grupos debido a los tratamientos empleados en la incorporación de la salmuera en el músculo de la carne de búfalo. Además, corroboró los datos obtenidos en la experimentación puesto que el % de proteína, % de fibra cruda y masticabilidad demostraron diferencias significativas en las dos modificaciones realizadas.

3.6 PROCESO DE ELABORACIÓN DEL JAMÓN SELECCIONADO

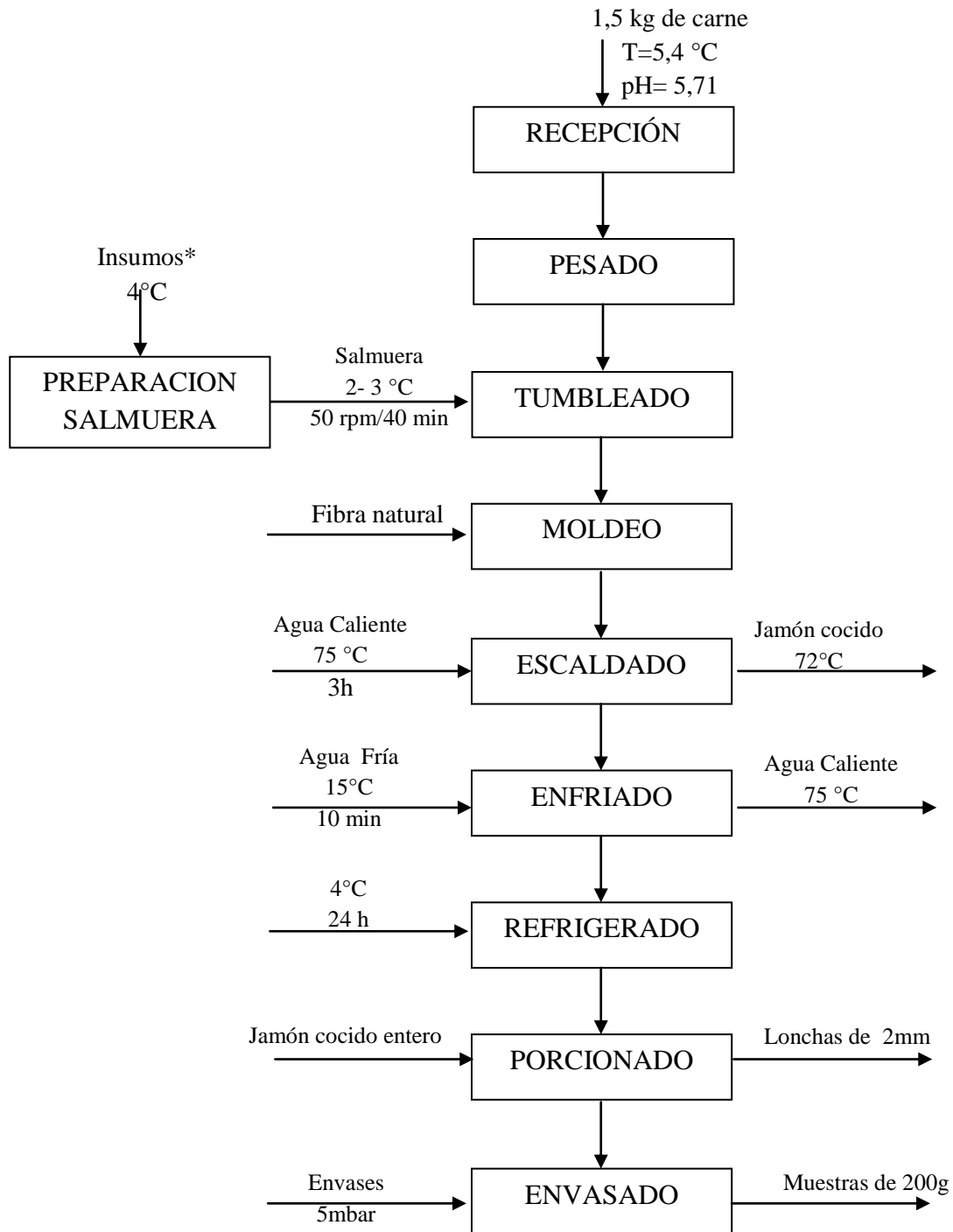
El jamón cocido de búfalo que presentó mejores características fisicoquímicas y sensoriales, fue en el de la modificación 2 en condiciones de velocidad de 50 rpm con solo tumbleado y un tiempo total de proceso de 40 min. En su procesamiento se tuvo en cuenta las etapas expuestas en el numeral 2.3 y su respectivo diagrama de proceso (figura 22).

- **Recepción.** En esta operación se recomienda revisar los parámetros sensoriales de color, olor, textura característicos a la carne de búfalo cuando es recibida, así mismo medir la temperatura y el pH en valores de 5,4°C y de 5,71 respectivamente en el centro y en la superficie de la carne, cuando se recibe esta.
- **Pesaje.** Con el fin de proporcionar mayor estabilidad en el producto final y rendimientos en etapas posteriores de escaldado se recomienda retirar de la carne de búfalo los tendones y grasa presentes, pesando 1,5 kg de carne de búfalo para cada jamón, pudiendo determinar así la cantidad de salmuera que se adiciona al producto.
- **Formulación del jamón cocido.** Es necesario tomar el peso de la carne de búfalo requerida para poder realizar la formulación correspondiente de la salmuera, puesto que el 14% del peso de la carne corresponde al peso de la salmuera húmeda, de la cual 12,99% de esta salmuera son los ingredientes en polvo y 85,51% es el agua empleada en la disolución de los mismos. Se debe tener especial cuidado en la formulación de salmuera, ya que esta influye directamente en aspectos como el color, rendimiento, estabilidad y textura del producto final.
- **Preparación de la salmuera.** Esta operación debe efectuarse manteniendo una temperatura constante de 2- 4°C a lo largo del proceso y manteniendo un orden de adición de los ingredientes: agua, fosfatos, sal nitro, sal, azúcar, sorbitol, ajo, aroma a jamón, carragenina, suero lácteo, harina de trigo, fibra de naranja, ascorbato. Debe añadirse hielo periódicamente con el fin de conservar la temperatura en la salmuera.
- **Tumbleado.** Se recomienda para este tipo de jamón cocido de búfalo, emplear una velocidad de masajeo de 50 rpm por un tiempo de 40 min en condiciones de vacío. Puesto que bajo éstas condiciones se logra una mayor incorporación de la salmuera en el músculo de la carne, obteniéndose mayores rendimientos, eficiencia y calidad del producto final.
- **Moldeado.** Al embutir el músculo de carne de búfalo en una fibra natural cuidadosamente con el fin de no formar burbujas de aire en el producto, se logra

disminuir los tiempos de escaldado, debido a una mayor transferencia de calor en el músculo de la carne.

- **Escaldado.** El tanque de escaldado debe contener agua caliente a 75°C, sumergiendo la carne moldeada por 3h hasta alcanzar una temperatura final interna en el centro del producto de 72°C.
- **Enfriamiento.** Una vez alcanzada la temperatura interna de 72°C, se recomienda el jamón enfriar el jamón inmediatamente por inmersión en agua fría por 10 min debido a la influencia de la temperatura en la estabilidad del producto, además esta etapa tiene efectos directos en etapas posteriores como la del loncheado.
- **Refrigeración.** Se recomienda su almacenamiento en cámara refrigerada a una temperatura de 4 °C durante 24 h, esta etapa tiene un efecto directo en etapas como el porcionado, puesto que temperaturas muy altas en almacenamiento además de influir en la estabilidad del producto, hace que éste sea más frágil.
- **Porcionado.** Se sugiere emplear una tajadora con el fin de obtener un espesor en las lonchas aproximadamente de 2 mm.
- **Envasado.** Se propone emplear envasado al vacío con una presión de 5 mbar y un sistema de sellado por calentamiento de resistencias, esto con el fin de incrementar el tiempo de vida útil del producto y conservar sus características fisicoquímicas, sensoriales y de textura.

Figura 22. Proceso de elaboración del jamón seleccionado



*sal, fosfatos, azúcar, carrageninas, nitrito, ascorbatos, sorbitos, suero lácteo, fibra soluble, ajo, aroma jamón hielo, agua

Fuente: Adaptado de Xargayó (S.F.)

CONCLUSIONES

- En la determinación de las características fisicoquímicas del músculo de la carne de búfalo sin tumblar se obtuvo un promedio de la capacidad de retención de agua por goteo de 3,39% , capacidad emulsionante promedio de 1,154 g de aceite/g de proteína, capacidad de retención de agua promedio por cocción de 41,42 % satisfaciendo el objetivo para el mismo al procesar una carne de calidad óptima, garantizando una emulsión de pasta fina, menores pérdidas en su procesamiento y productos cárnicos finales de óptima calidad.
- Se evaluaron satisfactoriamente las características fisicoquímicas, sensoriales y de textura de los jamones cocidos de búfalo tanto para las modificaciones 1 y 2 de los jamones de 50 rpm y 30 rpm, indicando características fisicoquímicas y sensoriales superiores para el jamón de 50 rpm modificación 2 presentando un contenido de proteína promedio de 28,95% y un contenido de fibra cruda promedio de 26,8%. En las características sensoriales evaluando atributos como color, textura, agrado, dureza y sabor se obtuvo un porcentaje (%) de aceptación de 63,33%, 83,33%, 83,33%, 86,87% y 73,33% respectivamente, destacándose frente a los jamones de 30 rpm modificación 1 y 2 y de 50 rpm modificación 1.
- En cuanto al perfil de textura en la compresión al 40% se obtuvo un comportamiento óptimo para el jamón de 50 rpm modificación 1; evaluando características como cohesividad, adhesividad, masticabilidad y adhesividad donde se obtuvieron valores de 0,44 N, 0,0079 mm, 47,99 N, 0,088 N respectivamente. En cuanto al loncheado, presentó una fuerza máxima de 11,8 N y un índice de extensión de 50 mm; efectuándose más lentamente la extracción y extensión del jamón.
- El jamón de 50 rpm modificación 2, presentó mejores características de textura en cuanto a Elasticidad, Gomosidad y fracturabilidad, con valores de 9,0004 mm, 24,14 y 216,84 N para una compresión de 40%.
- En la evaluación de parámetros de color, la modificación 1 se obtuvo mayor luminosidad e intensidad de color azul a amarillo (L^*) y (b^*) en el jamón de 50 rpm con valores de 44,58 y 5,69 respectivamente, notándose diferencias significativas frente a los demás jamones. Por otra parte la tonalidad del color rojo (a^*) presentó una mayor intensidad en el jamón con 50 rpm modificación 2 con un valor de 16,58.

- La adición de suero lácteo en la salmuera influye en las características fisicoquímicas, sensoriales y de textura en el jamón cocido, pues porcentajes mayores de proteína en el jamón cocido resultaron en productos con mayor cuerpo, firmeza, masticación, jugosidad, intensidad de color rojo, y facilidad de loncheado y por lo tanto de mayor aceptación por los panelistas.

- El tratamiento con solo tumbleado (modificación 2) fue en el que se presentó jamones con características sensoriales, fisicoquímicas y de textura superiores, dado que el tratamiento mecánico en el tumbler disminuyó el contenido de agua y aumentó la tasa de grasa y proteína trasladándose a las capas profundas del músculo.

RECOMENDACIONES

- Los equipos empleados en la incorporación de la salmuera como son el tumbler y la inyectora tienen un efecto directo en los rendimientos del jamón cocido y en las características fisicoquímicas, sensoriales y de textura. Se recomienda el uso de tumbleado en el procesamiento de jamón cocido de búfalo, puesto que la inyectora ocasiona variaciones en el músculo inyectado debido a la velocidad de incorporación y el poder de penetración de la salmuera.
- La elaboración de la salmuera se debe efectuar a una temperatura no superior a 4°C, con el fin de evitar las pérdidas de nitrito en el producto final, puesto que este parámetro es de gran influencia para la duración y la estabilidad del color en el jamón cocido.
- El exceso de grasa y tendones adheridos al músculo de la carne de búfalo disminuye el rendimiento del producto final, además influye en las características sensoriales del jamón cocido, generando productos de textura gomosa y adherencia excesiva al momento de su consumo.
- Al momento de obtener las emulsiones de las modificaciones 1 y 2 a 50 rpm y 30 rpm se recomienda analizar la capacidad emulsionante, con el fin de establecer si en la formulación empleada habrá o no emulsión, asegurando la solubilización y extracción de las proteínas que al ser sometida a coagulación (por calor o acidificación por descenso brusco del pH), se solidifica, manteniendo en su lugar los demás ingredientes de la masa cárnica.
- Realizar el perfil de textura a una compresión de 40%, puesto que al emplear más de una compresión se incurre en errores al momento de procesar los datos.
- Efectuar la evaluación de parámetros de color en condiciones de luz adecuadas, puesto que la intensidad de la luz reflejada en las muestras provoca variaciones en el sistema de medición.
- Se recomienda evaluar las características sensoriales mediante una escala hedónica de 5 puntos (1 menor intensidad del atributo y 5 mayor intensidad del atributo) con el fin de determinar con mayor exactitud las variables a medir.

REFERENCIAS

LIBROS

Agudelo D., Cerón M., Hurtado A., 2007. El búfalo como animal productor de carne: producción y mejoramiento genético. *Rev. Lasallista Investig.* vol.4 no.2.

AOAC, 1984. *Official Methods for Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*, 14th edition. Arlington, VA, 1141 pp.

AOAC, 2000. *Methods for Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*, 14th edition. Arlington, VA, 1141 pp.

Arteaga et al. (2009). Caracterización de queso chanco enriquecido con suero lácteo en polvo, *Revista chilena de nutrición*, 36, 53-62

Brown L y Rosner B. 1999. Cholesterol-lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis. *American Journal of Clinical Nutrition*

Bustamante, A. (2010). *Posicionamiento De La Carne De Búfalo En El Mercado De Bogotá Frente A Los Otros Tipos De Carnes*. Tesis de pregrado publicada, Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.

Cañeque V. y Sañudo C., 2000. Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Ministerio de Ciencia y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). Madrid 2000.

CODEX (1981), características de calidad de un jamón de cerdo cocido.

Demonte, P. 1995. *Evaluación sensorial de la textura y búsqueda de correlaciones con medidas instrumentales*. P.8-20. En: Seminario de Textura y Reología de los Alimentos. (1995: Cali, Colombia) Memorias. Cali: Universidad del Valle.

Domínguez, D. 2009. Evaluación de tres músculos de la pierna de cerdo en la elaboración de un jamón curado y madurado. Proyecto de graduación del programa de Ingeniería de Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

Frontela, C.*, López, G., Ros, G. y Martínez, C. (2006). Relación entre los parámetros sensoriales, fisicoquímicos e instrumentales en el jamón cocido. AN. VET. (MURCIA) 22: 67-78

Gómez, R, *et al.* (1999) *Proceso biotecnológico para la obtención de una bebida refrescante y nutritiva*. Comunicaciones. Volumen 24. 2, 205-210.

Gutierrez, P. (2010). *Estudio De Factibilidad Para La Creacion De Una Comercializadora De Carne Saludable En La Region Centrooccidente Del Departameto De Risaralda*. Tesis de pregrado publicada, Universidad Tecnologica De Pereira, Pereira, Colombia.

HONIKEL, K.O.; HAMM, R. Measurement of waterholding capacity and juiciness. In Quality Attributes and Their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products. Advances in Meat Research Series. Ed. Pearson A.M. y Dutson T.R. Vol. 9:125-161. 1994

ISAZA, J.; LONDOÑO, L.; RESTREPO, D.; CORTES, M.; SUAREZ, H. 2010. *Producción y propiedades funcionales de plasma bovino hidratado en embutido tipo salchichón*. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. (23):199-206.

Lestter, R. 2010: *Diga No a las Enfermedades del Corazón*. Ed. Amat. Barcelona, España.

Onega M., *et. al* (2003). *Evaluación De La Calidad De Carnes Frescas: Aplicación De Técnicas Analíticas, Instrumentales Y Sensoriales*. Tesis de pregrado publicada, Universidad Complutense De Madrid, Madrid, España.

Parra, R. (2009) *Lactosuero: importancia en la industria de alimentos*. Facultad Nacional Agrícola de Medellín. 4968-4982.

Prändl, O.; Fischer, A.; Schimidhofer, T. y Sinell, H. J. Fundamentos de la conservación de la carne en Tecnología e Higiene de la Carne. Editorial Acribia (1994)

Ruiz J., Ventanas, J., Cava, R., Andrés, A. y García, C. (2000). Texture and appearance of dry- cured ham as affected by fat content and fatty acid composition. *Food Research International*, 33, 91-95.

Ruiz, J. (2005). *Textura de músculo de cerdo y de jamón curado con distintos niveles de NaCl, pH y contenido de agua*. Tesis doctoral publicada, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España.

Ruiz-Carrascal, J., Ventanas, J., Cava, R., Andrés, A. y García, C. (2000). Texture and appearance of dry- cured ham as affected by fat content and fatty acid composition. *Food Research International*, 33, 91-95.

Sañudo, C. et al., (1991). *Influencia del destete en la calidad de la canal y de la carne en ternasco de Aragón*. Tesis de pregrado publicada, Escuela técnica superior de ingenieros agrónomos, Lérida, Venezuela.

Szczesniak, A.S. 1963. "Classification of textural characteristics". *Journal Food Science*, 28:285-289.

Téllez J. (1992). *Ciencia de la Carne y de los Productos Cárnicos*, *Revista Tecnología e Industrias Cárnicas*

Valessert, A. 2009. *Cría y Aprovechamiento del búfalo*. Ed. MAXTOR. Vallalodid, España.

Varman, A. H. Y Sutherland J.P., 1998. *Carne y Productos Cárnicos, Tecnología, Química Microbiología*, ed. Acribia, Zaragoza, España.

Ventanas J. (2006). *Jamón Ibérico: de la dehesa al paladar*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

Watson, 2003. *La dieta de fibra*. Ed. Norma. Bogotá, Colombia.

REVISTAS

Almaguer Pérez, Yanara. El búfalo, una opción de la ganadería. 2007. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria Volumen VIII Número 8. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n080807/080709.pdf>

American Association of Cereal Chemists Report. Dietary Fiber Definition Committee. 2001. The definition of dietary fiber.

Botanical, 2011. Fibras solubles. Recuperado en <http://www.botanical-online.com/fibrasoluble.htm>

Gómez A., Muñoz C., Lugo H. (S.F) El búfalo como animal productor de carne. Producción y mejoramiento genético. Facultad de Ciencias Administrativas y agropecuarias. Revista Lasallista de Investigación. Volumen IX Número 2.

Ospina M., Restrepo., M & López V. (S.F.) Derivados cárnicos como alimentos funcionales. Facultad de Ingeniería de Alimentos. Revista Lasallista de Investigación. Volumen VIII Número 2.

Rey J., y Gualdrón L (2011). Evaluación de la Sustitución de Grasa Animal por Grasa Vegetal Insaturada en la Elaboración de un Embutido de Carne de *Búfalo (Bubalus bubalis)*. Programa de Ingeniería de Alimentos. Universidad de La Salle. Volumen 22(2), 43-54(2011)

Torres V., Hernández O., Sánchez A. (2012). Evaluación de los cambios fisicoquímicos producidos por la composición de sal en la formulación de jamón cocido. Vol. 19, núm. 1.

Torres V., Hernández O., Sánchez A. (2012). Evaluación de los cambios fisicoquímicos producidos por la composición de sal en la formulación de jamón cocido. Vol. 19, núm. 1.

CIBERGRAFÍA

AAPA, 2004. Elementos para la fabricación del jamón de cerdo. Buenos Aires, Argentina. Recuperado en <http://www.aapa.org.ar/web/2013/06/36-congreso-argentino-de-produccion-anim/>

Abadie M (2006). Efecto de tres métodos de aplicación de salmuera sobre las cualidades sensoriales y físicas de un jamón. Facultad de Ingeniería Agroindustrial. Zamorano, Honduras. [Consulta: 8 de Octubre de 2013]

Aguilar J., González L., Mayolo J., Guadarrama Z., Ramírez M., Bernardino A., 2011). Efecto de la utilización de bagazo de naranja como extensor funcional sobre las propiedades fisicoquímicas y texturales de jamón cocido. Recuperado en 23-10-2013. En http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012202682009000300004&script=sci_artext

ALIMENTARIAS, L. A. (06 de diciembre de 2009). *Evaluación de la capacidad de retención de agua y emulsificación en carne fresca* . Recuperado de el 03 de Octubre del 2013: <http://ingenieria-alimentaria.blogspot.com/2009/12/carnicos-practica-02.html>
Cedres J., Crudeli G., Patiño E., Rebak G., Bernardi A., Rivas P., y Barrientos G., (S.F). Composición química y características físicas de la carne de búfalos criados en forma extensiva en la provincia de Formosa. Facultad de Ciencias veterinarias. UNNE. Argentina. Recuperado 13-09-2013 en: http://www.produccionbovina.com.ar/informacion_tecnica/razas_de_bufalos/39-terneza.pdf

Chimborazo Q., (2011) Efecto de Escaldado y Molienda en las Capacidades de Absorción y Retención de Agua en la Fibra Dietética de Naranja (*Citrus sinensis*). Facultad de ciencias Ingeniería de Alimentos. Universidad técnica de Ambato. Amabato, Ecuador [Consulta: 02 de Septiembre de 2013]

Cuellar B., Arévalo J., (1996) Estudio de prefactibilidad para el montaje de una planta procesadora de embutidos cárnicos de búfalo (Salchicha y Mortadela), en la región de Dorada (Caldas). Facultad de Ingeniería de Alimentos. Universidad de la Salle. Bogotá D.C. [Consulta: 03 de Octubre de 2012]

DANE (2010). Sacrificio de ganado mayor y menor. Primer trimestre del 2010. Recuperado en:

http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/sacrificio/cp_sacrificio_ITrim10.pdf

FEDEGAN, 2007. Agenda desarrollo tecnológico para la cadena agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena cárnica bovina de Colombia. Bogota, Colombia. Recuperado 23-10-2013 de [http://faga.com.co/ESW/Files/AGENDA_PARA_LA_CADENA_CARNICA_BOVINA EN COLOMBIA 2009.pdf](http://faga.com.co/ESW/Files/AGENDA_PARA_LA_CADENA_CARNICA_BOVINA_EN_COLOMBIA_2009.pdf)

FONARES, 2003. Fondo Nacional de Apoyos para Empresas en Solidaridad

Galindo J., y Gómez A (1989). Utilización de la carne de búfalo (*Bubalus bubalis*) en la elaboración de productos cárnicos. Facultad de Ingeniería de Alimentos. Universidad de la Salle. Bogotá D.C. [Consulta: 30 de Septiembre de 2013]

Galvez A y Gutierrez D., (S.F) Caracterización fisico-química de la fibra dietaria de residuos de naranja (*citrus sinensis*), salvado de cebada (*hordeum vulgare*), cascara de camote (*ipomoea batatas (l.) lam*) y mezclas de ellas. Anales Científicos UNALM. [Consulta: 03 de Octubre de 2013]

González, R., Franco, D., Fernández, M., Justo, J., Moreno, T., Lama, J., Lorenzo, J., Sacrificio de ganado mayor y menor. Primer trimestre del 2010. Disponible en: http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/sacrificio/cp_sacrificio_ITrim10.pdf

González, R., Mateo J., Totosa A., Pérez M., 2004, Efecto del masajeo o marinado con cloruro de calcio en la textura de carne de bovino, ciencia y tecnología alimentaria, Vol. 4, No. 004, pp. 274-277. Consultado 02-02-2013. En <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/724/72440408.pdf>

Gutiérrez A., 2010. Dimensiones de la seguridad alimentaria: Evaluación Estratégica de Nutrición y Abasto. Bogota, Colombia. Recuperado 23-10-2013 de

http://www.coneval.gob.mx/rw/resource/coneval/info_public/PDF_PUBLICACIONES/Dimensiones_seguridad_alimentaria_FINAL_web.pdf

Hayes J.E., Kenny T.A., Ward P., Kerry, J.P. (S.F.), Development of a modified dry curing process for beef, Recuperado de 02-02-2013. En <http://www.aseanfood.info/Articles/11020436.pdf>
<http://www.cienciaperu.org/ci2005librosresumenesaprobados.2005i.htm>

J.E. Hayes, T.A. Kenny, P. Ward, J.P. Kerry, (SF), Development of a modified dry curing process for beef, consultado 02-02-2013. En <http://www.aseanfood.info/Articles/11020436.pdf>

Keeton, J. & Prabhu, G. (2008) Aplicaciones de productos de suero y lactosa en carnes procesadas. Mundo lácteo y cárnico. 18-25

Lagares 2004. *A comparative analysis of a quality and utility of ll and bf muscles of porkers of different genotype to massaged products*. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Food Science and Technology, Volume 9, Issue 4. (en línea) Consultado el 13 de Mar. Del 2012. Disponible en: <http://www.ejpau.media.pl/volume9/issue4/art-13.html>

Lopez D. S.F. Expertos en formación en corte de jamón y en distribución de productos ibéricos de alta calidad. Recuperado el 08/10/2013. En <http://www.lopezortega.es/es/lopez-ortega>.

Márquez E., Arévalo E., Barboza J., Benítez B., Rangel L. y Archile A. (2006). Formulación de un Embutido con Agregado de Piel de Pollo Emulsificada con Sangre de Bovino. Revista Científica. (Maracaibo) v.16 n.4 Maracaibo.

Miranda A., S.F. La fibra dietaria en la nutrición. Facultad de medicina UAEMEX. Consultado el 08/10/2013. En <http://www.uaemex.mx/fmedicina/articulos/fibra.pdf>

Miranda A., S.F. La fibra dietaría en la nutrición. Facultad de medicina UAEMEX. Recuperado el 08/10/2013. En <http://www.uaemex.mx/fmedicina/articulos/fibra.pdf>

Morales Juanz Ana Lizbeth (2010) Formulación y Elaboración de Jamón Tipo York con Carne de Oveja Utilizando el Proceso Convencional y Dos Tipos de Moldeado. Tesis de Licenciatura. Universidad de Sonora. Director(es): Torres Cano Urrutia G.R. Recuperado el 21-09-2013. En <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/20078/Capitulo1.pdf>

Muñoz, B. M (2002) Producción de búfalos: Una alternativa para leche, carne y fuerza de trabajo. Asociación Peruana de Producción Animal. Facultad de Zootecnia, NTC 1325, 2008. Industrias alimentarias productos cárnicos procesados no enlatados. Bogota, Colombia. Recuperado 23-10-2013 de <http://www.slideshare.net/jamesdays/ntc1325-9772139>

NTC 1325, 2008. Industrias alimentarias productos cárnicos procesados no enlatados. Bogota, Colombia. Recuperado 23-10-2013 de <http://www.slideshare.net/jamesdays/ntc1325-9772139>

Orihuela, M. & Matos, C. (2011) Propiedades de la fibra dietética: Ponencia presentada en el Primer Congreso Nacional de Investigación, Universidad Peruana Union, Lima, Peru [Consulta: 02 de Septiembre de 2013]

Prabhu, G. & Keeton, J. (2008) Aplicaciones de productos de suero y lactosa en carnes procesadas. Mundo lácteo y carnico. 18-25.

Rivero C., 2011, Calidad de la carne de raza bovina frieiresa, Fundación Centro Tecnológico de la Carne. Recuperado de en: http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2011/Gonzalez2011_1_222_225.pdf

Serrad, D.1999.*Antioxidant, lipolytic and proteolytic enzyme activities in pork meat from different genotypes.* (En línea) consultado el 13 de Mar. Del 2012. Disponible en: www.dcam.upv.es/dcia/Download/MS%202004%20Búfalo.pdf

Sheridan C., Farrell O., Lewis E., Flanagan C., Kerry J., and Jackman N (2006). A comparison of CIE L*a*b* and spectral methods for the analysis of sliced ham fading. Department of Electronic and Computer Engineering, University of Limerick, Limerick, Ireland. [Consulta: 14 de Octubre de 2013]

Sullivan M. S.F., CARNE DEL BÚFALO - UN CORTE SOBRE EL RESTO, consultado 10-10-2013. En <http://www.articles3k.com/es/412/6558/Carne-del-bufalo-un-corte-sobre-el-resto/>

UNAD, (S.F). Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Cursos de agronomía. Elaboración de Jamón cocido. (cap. 5). Extraído el 28 de Agosto, 2013 del sitio web http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2001819/lecciones/cap05/cap05_05.html

Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo Maria. [Consulta: 04 de octubre 2006] Vásquez R., Ballesteros H., Muñoz C., (2007,08,02). *Factores asociados con la calidad de la carne.I parte: la ternera de la carne bovina en 40 empresas ganaderas de la región Caribe y el Magdalena Medio*. Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Vol. 60-65. Consultado 25-10-2012. En <http://200.75.42.3/SitioWeb/Archivos/Revista/8.FactoresasociadosconlacialidaddelacarneI.pdf>

Vásquez R., Ballesteros H., Muñoz C., (2007,08,02). *Factores asociados con la calidad de la carne.I parte: la ternera de la carne bovina en 40 empresas ganaderas de la región Caribe y el Magdalena Medio*. Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Vol. 60-65. Recuperado en 25-10-2012. En <http://200.75.42.3/SitioWeb/Archivos/Revista/8.FactoresasociadosconlacialidaddelacarneI.pdf>

Xargayó M., Lagares J., Fernández E., Ruiz D y Borell D (S.F.). Marinado de carne fresca por efecto “spray”: influencia de la inyección con efecto “spray” en la calidad de productos marinados. Metalquímica. Consultado 10-08-2013.

Xargayó Marta, S.F., Proceso de fabricación de productos cárnicos cocidos de músculo entero II: inyección y tenderización, Metalquimicas, consultado 02-02-2013. En <http://ca.metalquimia.com/upload/document/article-es-16.pdf>

APÉNDICE 1

FORMATO DE PRUEBA AFECTIVA DE ACEPTACIÓN JAMÓN DE BÚFALO COCIDO

NOMBRE: _____ FECHA: _____ NOMBRE DEL PRODUCTO: _____

Frente a usted hay cinco muestras jamón cocido de búfalo, pruébelas una a una y seleccione la muestra que usted prefiera en cuanto al sabor, color, textura, agrado y dureza.

Escala	Sabor					Color					Textura					Agrado					Dureza				
	345	456	678	921	139	345	456	678	921	139	345	456	678	921	139	345	456	678	921	139	345	456	678	921	139
Me gustaría muchísimo comprarlo																									
Me gustaría mucho comprarlo																									
Me gustaría comprarlo																									
Me es indiferente comprarlo																									
Me disgustaría comprarlo																									
Me disgustaría mucho comprarlo																									
Me disgusta muchísimo comprarlo																									

COMENTARIOS. _____

MUCHAS GRACIAS!

APÉNDICE 2

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL CORTE DE LA CARNE DE BÚFALO

Resultados de la capacidad de retención de agua por goteo

RESULTADOS					
Resultado 1		Resultado 2		Resultado 3	
CRA por goteo	3,47%	CRA por goteo	3,7%	CRA por goteo	3,3%
$\bar{x} \pm \alpha$	0,201				

Resultados de la capacidad de retención de agua por cocción

RESULTADOS					
Resultado 1		Resultado 2		Resultado 3	
Peso inicial	7,2 g	Peso inicial	5,8 g	Peso inicial	5,2 g
Peso final	4,0 g	Peso final	3,4 g	Peso final	3,2 g
T° fluido	76,1°C	T° fluido	76,1°C	T° fluido	76,1°C
T° inicial	10 °C	T° inicial	10 °C	T° inicial	10 °C
T° final	72 °C	T° final	72 °C	T° final	72 °C
CRA cocción	44,44%	CRA cocción	41,38%	CRA cocción	38,46%

Resultados de la capacidad emulsionante

RESULTADOS					
Resultado 1		Resultado 2		Resultado 3	
pH	5,72	pH	5,70	pH	5,72
1,236 g de aceite/g de proteína		1,108 g de aceite/g de proteína		1,117 g de aceite/g de proteína	
$\bar{x} \pm \alpha$	0,071				

Resultados de textura en la carne de búfalo

RESULTADOS			
Muestra	First cycle load	Last cycle load	Figura
Carne búfalo 1	5,9473 kgf	5,9473 kgf	16
Carne búfalo 2	6,4365 kgf	6,4365 kgf	17
Carne búfalo 3	6,4578 kgf	6,4578 kgf	18
$\bar{x} \pm \alpha$	0,289	0,289	

Resultados del color en el músculo de la carne de búfalo sin tumblar

RESULTADOS					
Coordenadas	Resultado 1	Resultado 2	Resultado 3	$\bar{x} \pm \alpha$	Promedio
L*	31,17	36,72	40,17	4,542	36,02
a*	17,60	16,97	16,94	0,373	17,17
b*	1,18	3,60	4,58	1,750	3,12

APENDICE 3
RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE TUMBLEADO EN LA
ELABORACIÓN DEL JAMÓN COCIDO

Modificación 1 a 50 rpm/ 20 min

RESULTADOS			
Resultado 1		Resultado 2	
Rpm	50	Rpm	50
tiempo	20 min	tiempo	20 min
T° _I Salmuera	-5 °C	T° _I Salmuera	-2 °C
T° _I Carne de búfalo	17,5 °C	T° _I Carne de búfalo	17,9 °C
T° _I Carne de búfalo+salmuera	12,2 °C	T° _I Carne de búfalo+salmuera	13,2 °C
T° _F Carne de búfalo+salmuera	14 °C	T° _F Carne de búfalo+salmuera	13,8 °C
W _I Salmuera	210 g	W _I Salmuera	210 g
W _I Carne	1333g	W _I Carne	1333g
W _F Carne de búfalo+salmuera	1629,2 g	W _F Carne de búfalo+salmuera	1629,7 g

Modificación 1 a 30 rpm/10 min con 5 min de reposo por un total de 20 minutos

RESULTADOS			
Resultado 1		Resultado 2	
Rpm	30	Rpm	30
tiempo	10 min X 5 min reposo	tiempo	10 min X 5 min reposo
T° _I Salmuera	4 °C	T° _I Salmuera	5 °C
T° _I Carne de búfalo	7 °C	T° _I Carne de búfalo	8 °C
T° _I Carne de búfalo+salmuera	7 °C	T° _I Carne de búfalo+salmuera	9 °C
T° _F Carne de búfalo+salmuera	13,8 °C	T° _F Carne de búfalo+salmuera	13,5 °C
W _I Salmuera	210 g	W _I Salmuera	210 g
W _I Carne	1333g	W _I Carne	1333g
W _F Carne de búfalo+salmuera	1520,8 g	W _F Carne de búfalo+salmuera	1518,8 g

Modificación 2 a 50 rpm/20 minutos sin reposo

RESULTADOS			
Resultado 1		Resultado 2	
Rpm	50	Rpm	50
tiempo	20 min	tiempo	20 min
T° _I Salmuera	5,4 °C	T° _I Salmuera	6 °C
T° _I Carne de búfalo	17,3 °C	T° _I Carne de búfalo	16,9 °C
T° _F Carne de búfalo+salmuera	13,2 °C	T° _F Carne de búfalo+salmuera	13 °C
W _I Salmuera	210 g	W _I Salmuera	210 g
W _I Carne	1333g	W _I Carne	1333g
W _F Carne de búfalo+salmuera	1536 g	W _F Carne de búfalo+salmuera	1546,3 g

Modificación 2 a 30 rpm/10 min con 5 minutos de reposo por un total de 20 minutos

RESULTADOS			
Resultado 1		Resultado 2	
Rpm	30	Rpm	30
tiempo	10 min X 5 min reposo	tiempo	10 min X 5 min reposo
T ^o _{I Salmuera}	-10 °C	T ^o _{I Salmuera}	-5 °C
T ^o _{I Carne de búfalo}	3 °C	T ^o _{I Carne de búfalo}	4,3 °C
T ^o _{F Carne de búfalo+salmuera}	14,3 °C	T ^o _{F Carne de búfalo+salmuera}	13,8 °C
W _{I Salmuera}	210 g	W _{I Salmuera}	210 g
W _{I Carne}	1333g	W _{I Carne}	1333g
W _{F Carne de búfalo+salmuera}	1487,8 g	W _{F Carne de búfalo+salmuera}	1501,5 g

Resultados de la operación de mezclado con tiempo de 20 minutos

RESULTADOS			
Resultado 1		Resultado 2	
Rpm	30	Rpm	30
tiempo	20 minutos	tiempo	20 minutos
T ^o _{I Salmuera}	-5 °C	T ^o _{I Salmuera}	-7 °C
T ^o _{I Carne de búfalo}	13,2 °C	T ^o _{I Carne de búfalo}	14,3 °C
T ^o _{F Carne de búfalo+salmuera}	15,7 °C	T ^o _{F Carne de búfalo+salmuera}	16,8 °C
W _{I Salmuera}	210 g	W _{I Salmuera}	210 g
W _{I Carne}	1333g	W _{I Carne}	1333g
W _{F Carne de búfalo+salmuera}	1523 g	W _{F Carne de búfalo+salmuera}	659,70

APENDICE 4

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE LOS JAMONES ELABORADOS

Resultados del porcentaje de Proteína y Fibra

JAMONES COCIDOS	% PROTEÍNA			% FIBRA		
	Resultado 1	Resultado 2	$\bar{x} \pm \alpha$	Resultado 1	Resultado 2	$\bar{x} \pm \alpha$
M2: 50 rpm	29,01	28,89	0,085	26,82	26,79	0,021
M1 :50 rpm	28,50	28,3	0,141	26,22	26,3	0,057
M1:30 rpm	26,79	26,75	0,028	25,51	25,32	0,134
M2:30 rpm	26,66	26,72	0,042	24,52	24,48	0,028
Patrón	22,53	22,08	0,318	20,13	20,10	0,021

Donde: M1 es la modificación 1 de elaboración de jamón cocido; M2 es la modificación 2 de elaboración de jamón cocido,

Resultados de color en el jamón cocido de búfalo

JAMONES COCIDOS	COORDENADAS CIELAB		
	L*	a*	b*
M2: 50 rpm	43,09	16,54	4,94
	42,27	15,01	5,62
	39,93	16,61	5,29
	$\bar{x} \pm \alpha$	1,604	0,904
M1: 50 rpm	45,05	14,44	3,88
	44,11	13,46	6,23
	42,53	14,81	5,16
	$\bar{x} \pm \alpha$	1,273	0,698
M1: 30 rpm	41,83	14,90	4,72
	45,20	15,29	5,25
	41,83	13,55	4,27
	$\bar{x} \pm \alpha$	1,946	0,913
M2: 30 rpm	43,42	14,91	5,34
	45,49	13,93	6,05
	39,00	14,73	4,46
	$\bar{x} \pm \alpha$	3,315	0,522
Patrón	42,14	15,77	5,34
	41,66	16,11	4,92
	44,41	14,57	5,80
	$\bar{x} \pm \alpha$	1,469	0,809

Donde: M1 es la modificación 1 de elaboración de jamón cocido; M2 es la modificación 2 de elaboración de jamón cocido,

APENDICE 5,
RESULTADOS PRUEBA SENSORIAL DE ACEPTABILIDAD
JAMONES COCIDOS DE BÚFALO

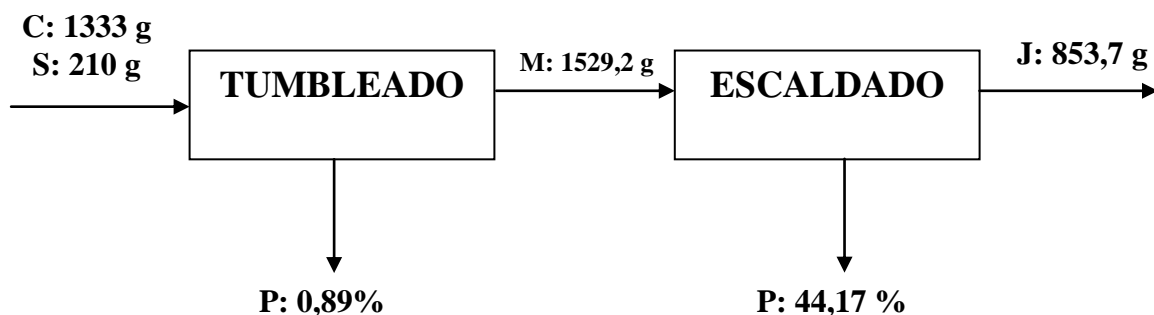
Características	Escala	Muestras					Porcentaje				
		345	456	678	921	139	345	456	678	921	139
Sabor	Me gustaría muchísimo comprarlo	22	16	7	13	15	73,33	53,33	23,33	43,33	50
	Me gustaría mucho comprarlo	1	6	15	6	8	3,33	20,00	50,00	20,00	26,67
	Me gustaría comprarlo	2	5	3	7	2	6,67	16,67	10,00	23,33	6,67
	Me es indiferente comprarlo	5	2	5	4	4	16,67	6,67	16,67	13,33	13,33
	Me disgustaría comprarlo	0	1	0	0	1	0,00	3,33	0,00	0,00	3,33
	Me disgustaría mucho comprarlo	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Me disgusta muchísimo comprarlo	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Color	Me gustaría muchísimo comprarlo	19	10	16	8	4	63,33	33,33	53,33	26,67	13,33
	Me gustaría mucho comprarlo	5	3	4	5	5	16,67	10,00	13,33	16,67	16,67
	Me gustaría comprarlo	6	8	5	9	5	20,00	26,67	16,67	30,00	16,67
	Me es indiferente comprarlo	0	6	3	2	1	0,00	20,00	10,00	6,67	3,33
	Me disgustaría comprarlo	0	3	2	6	14	0,00	10,00	6,67	20,00	46,67
	Me disgustaría mucho comprarlo	0	0	0	0	1	0,00	0,00	0,00	0,00	3,33
	Me disgusta muchísimo comprarlo	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Textura	Me gustaría muchísimo comprarlo	25	16	17	11	10	83,33	53,33	56,67	36,67	33,33
	Me gustaría mucho comprarlo	5	2	3	9	3	16,67	6,67	10,00	30,00	10,00
	Me gustaría comprarlo	0	3	5	6	2	0,00	10,00	16,67	20,00	6,67
	Me es indiferente comprarlo	0	5	4	2	8	0,00	16,67	13,33	6,67	26,67
	Me disgustaría comprarlo	0	4	1	1	3	0,00	13,33	3,33	3,33	10,00
	Me disgustaría mucho comprarlo	0	0	0	1	0	0,00	0,00	0,00	3,33	0,00
	Me disgusta muchísimo comprarlo	0	0	0	0	4	0,00	0,00	0,00	0,00	13,33

Agrado	Me gustaría muchísimo comprarlo	30	15	17	25	15	100,00	50,00	56,67	83,33	50,00
	Me gustaría mucho comprarlo	0	0	0	5	4	0,00	0,00	0,00	16,67	13,33
	Me gustaría comprarlo	0	0	3	0	0	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00
	Me es indiferente comprarlo	0	5	0	0	1	0,00	16,67	0,00	0,00	3,33
	Me disgustaría comprarlo	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Me disgustaría mucho comprarlo	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Me disgusta muchísimo comprarlo	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dureza	Me gustaría muchísimo comprarlo	26	12	10	17	8	86,67	40,00	33,33	56,67	26,67
	Me gustaría mucho comprarlo	4	6	6	3	2	13,33	20,00	20,00	10,00	6,67
	Me gustaría comprarlo	0	2	0	5	6	0,00	6,67	0,00	16,67	20,00
	Me es indiferente comprarlo	0	6	4	3	10	0,00	20,00	13,33	10,00	33,33
	Me disgustaría comprarlo	0	3	6	2	4	0,00	10,00	20,00	6,67	13,33
	Me disgustaría mucho comprarlo	0	0	2	0	0	0,00	0,00	6,67	0,00	0,00
	Me disgusta muchísimo comprarlo	0	0	2	0	0	0,00	0,00	6,67	0,00	0,00

APÉNDICE 6

CALCULOS BALANCE DE MATERIA PARA LAS MODIFICACIONES 1 Y 2

Balance de materia del jamón de búfalo 50 rpm Modificación 2



C: Carne de búfalo, **S:** Salmuera, **M:** Carne de búfalo +salmuera, **J:** Jamón de búfalo, **P:** Pérdidas

Balance en el Tumbleado:

$$C+S=M+P$$

$$C+S-M=P$$

$$1333 \text{ g} + 210 \text{ g} - 1529,2 \text{ g} = P$$

$$P = 13,8 \text{ g}$$

$$\% \text{ Pérdida} = \frac{13,8 \text{ g} * 100}{1543 \text{ g}} = 0,89 \%$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{1529,2 \text{ g} * 100}{1543 \text{ g}} = 99,11 \%$$

Balance en el escaldado:

$$M = J + P$$

$$M - J = P$$

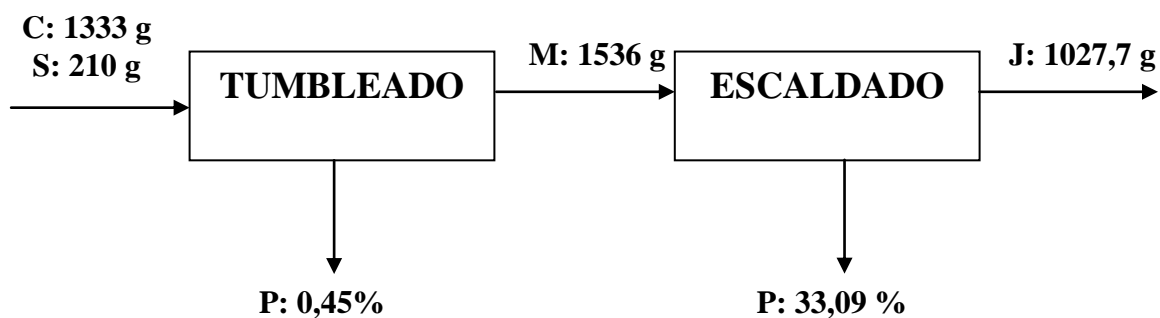
$$1529,2 \text{ g} - 853,7 \text{ g} = P$$

$$P = 675,5 \text{ g}$$

$$\% \text{ Pérdida} = \frac{675,5 \text{ g} * 100}{1529,2 \text{ g}} = 44,17 \%$$

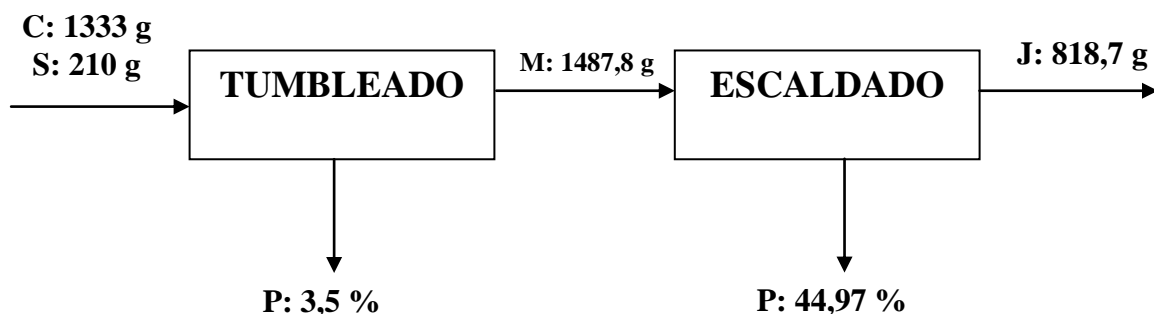
$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{853,7 \text{ g} * 100}{1529,2 \text{ g}} = 55,83 \%$$

Balance de materia del jamón de búfalo 50 rpm Modificación 1



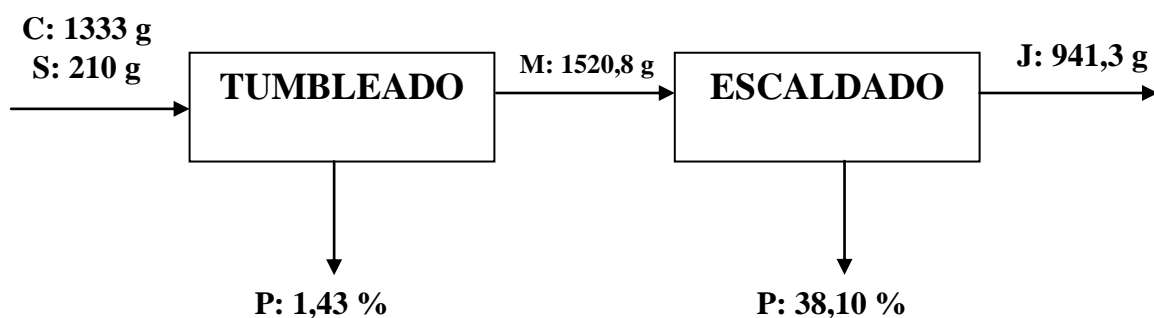
C: Carne de búfalo, **S:** Salmuera, **M:** Carne de búfalo + salmuera, **J:** Jamón de búfalo, **P:** Pérdidas

Balance de materia del jamón de búfalo 30 rpm Modificación 2



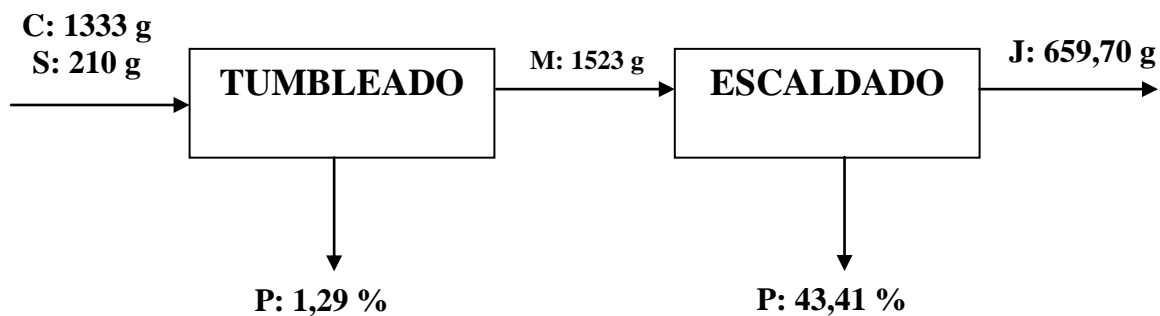
C: Carne de búfalo, **S:** Salmuera, **M:** Carne de búfalo +salmuera, **J:** Jamón de búfalo, **P:** Pérdidas

Balance de materia del jamón de búfalo 30 rpm Modificación 1



C: Carne de búfalo, **S:** Salmuera, **M:** Carne de búfalo +salmuera, **J:** Jamón de búfalo, **P:** Pérdidas

Balance de materia del jamón de búfalo patrón

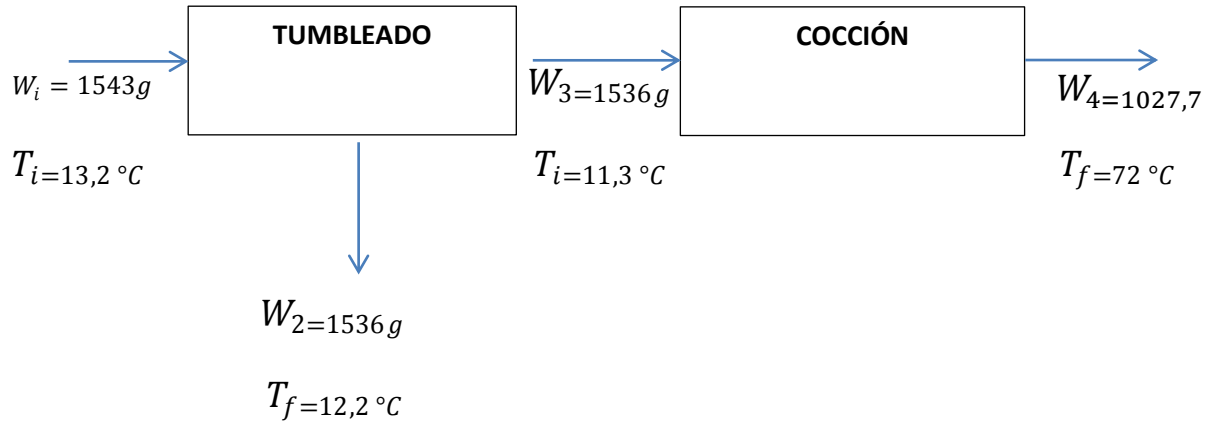


C: Carne de búfalo, **S:** Salmuera, **M:** Carne de búfalo +salmuera, **J:** Jamón de búfalo, **P:** Pérdidas

APENDICE 7

CALCULOS BALANCE DE ENERGÍA PARA LAS MODIFICACIONES 1 Y 2

Balance de energía del jamón de búfalo de 50 rpm Modificación 2



Donde W_i es el peso inicial de la carne; T_i es la temperatura inicial; T_f es la temperatura final; W_2 es el peso final del músculo tumbleado; W_3 es el peso inicial del músculo moldeado; W_4 es el peso final del jamón cocido de búfalo posterior al escaldado,

$$Q = m \cdot C_p \cdot (\Delta T)$$

% Humedad carne de búfalo = 54%

Balance de energía en el proceso de Tumbleado:

Con el fin de determinar el Calor específico de la carne de búfalo se empleó el modelo propuesto por Siebel (Singh & Helman, 2001),

$$C_p = 0,837 + 3,349 (0,054)$$

$$C_p = 1,018 \text{ KJ/ (Kg } ^\circ\text{C)}$$

$$Q_T = m \cdot C_p \cdot (\Delta T)$$

$$Q_T = 1,510 \text{ kg} \cdot (1,018 \text{ KJ/Kg } ^\circ\text{C}) \cdot (13,2 - 12,2) ^\circ\text{C}$$

$$Q_T = 1563,6 \text{ KJ}$$

Balance de energía en el proceso de Escaldado:

$$Q_C = m \cdot C_p \cdot (\Delta T)$$

$$Q_C = 1,027 \text{ Kg} \cdot (1,018 \text{ KJ/Kg } ^\circ\text{C}) \cdot (72 - 11,3) ^\circ\text{C}$$

$$Q_C = 63461,0 \text{ KJ}$$

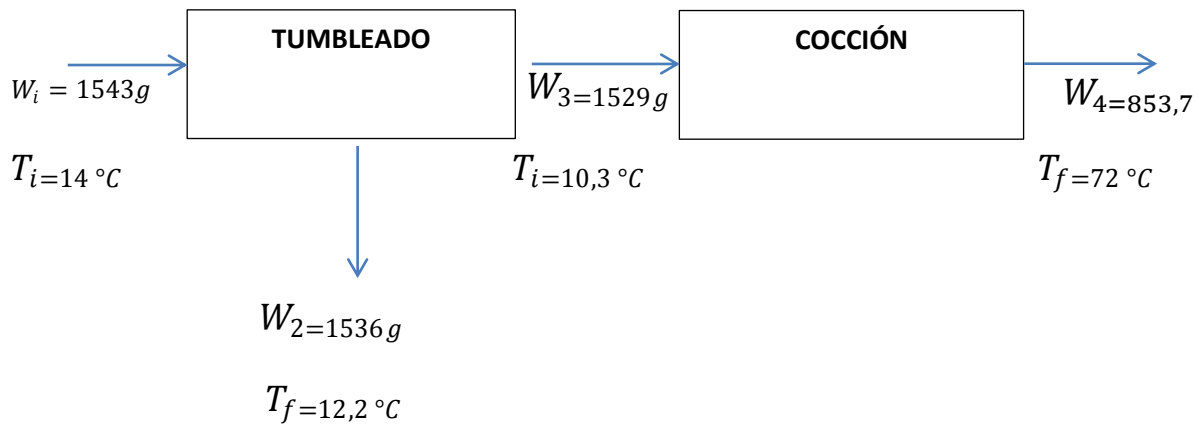
Balance de energía Total:

$$Q_{Total} = Q_T + Q_C$$

$$Q_{Total} = (1,564 + 63,461) \text{ KJ}$$

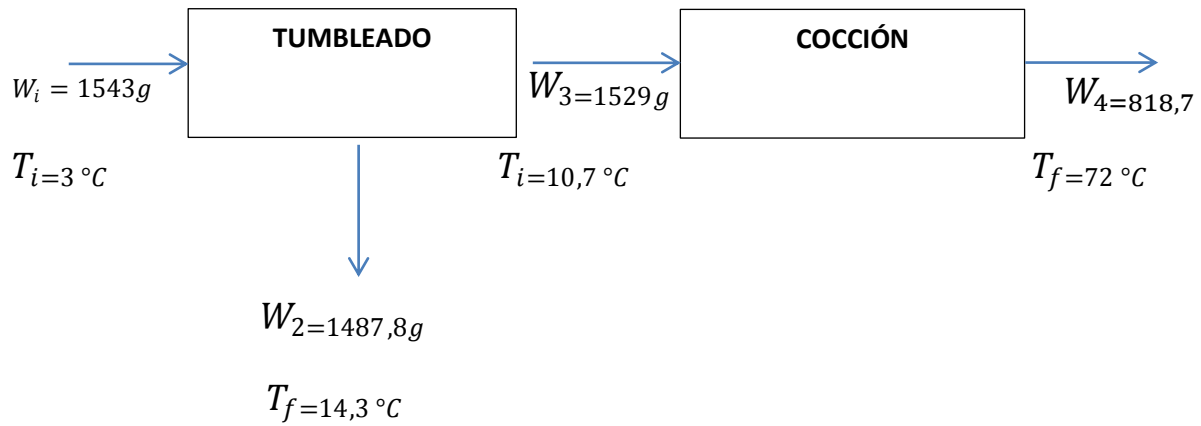
$$Q_{Total} = 65,025 \text{ KJ}$$

Balance de energía del jamón de búfalo 50 rmp Modificación 1



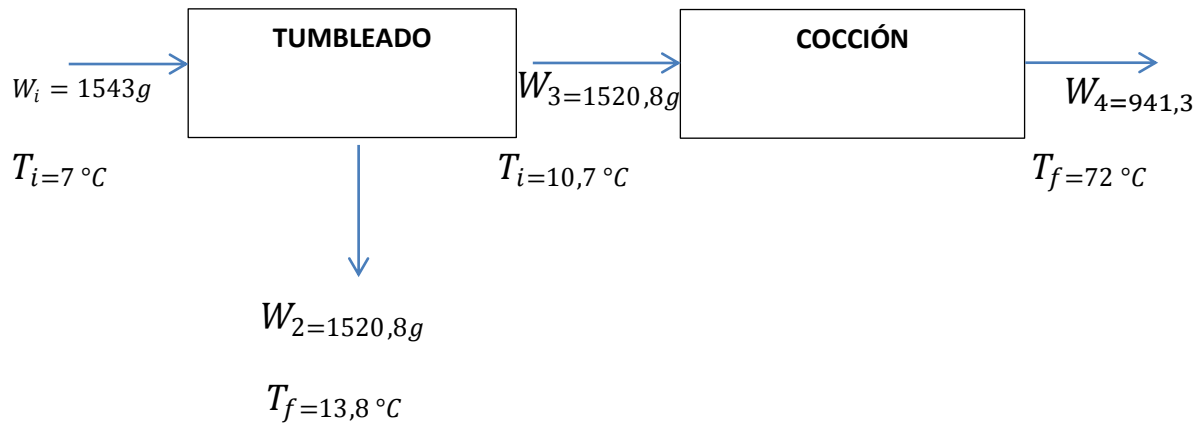
Donde W_i es el peso inicial de la carne; T_i es la temperatura inicial; T_f es la temperatura final; W_2 es el peso final del músculo tumbleado; W_3 es el peso inicial del músculo moldeado; W_4 es el peso final del jamón cocido de búfalo posterior al escaldado,

Balance de energía del jamón de búfalo 30 rmp Modificación 2

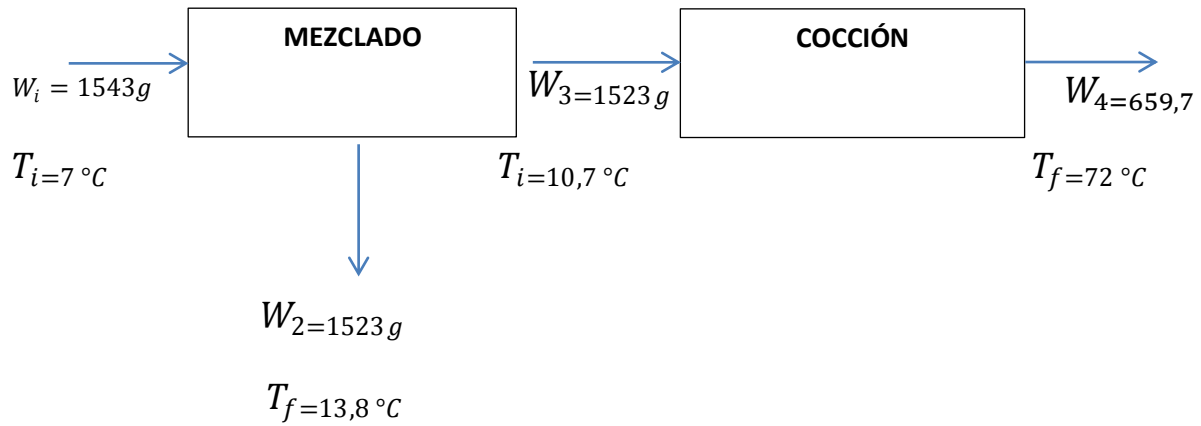


Donde W_i es el peso inicial de la carne; T_i es la temperatura inicial; T_f es la temperatura final; W_2 es el peso final del músculo tumbleado; W_3 es el peso inicial del músculo moldeado; W_4 es el peso final del jamón cocido de búfalo posterior al escaldado,

Balance de energía del jamón de búfalo 30 rmp Modificación 1



Balance de energía Jamón de búfalo Patrón



Donde W_i es el peso inicial de la carne; T_i es la temperatura inicial; T_f es la temperatura final; W_2 es el peso final del músculo tumbleado; W_3 es el peso inicial del músculo moldeado; W_4 es el peso final del jamón cocido de búfalo posterior al escaldado.

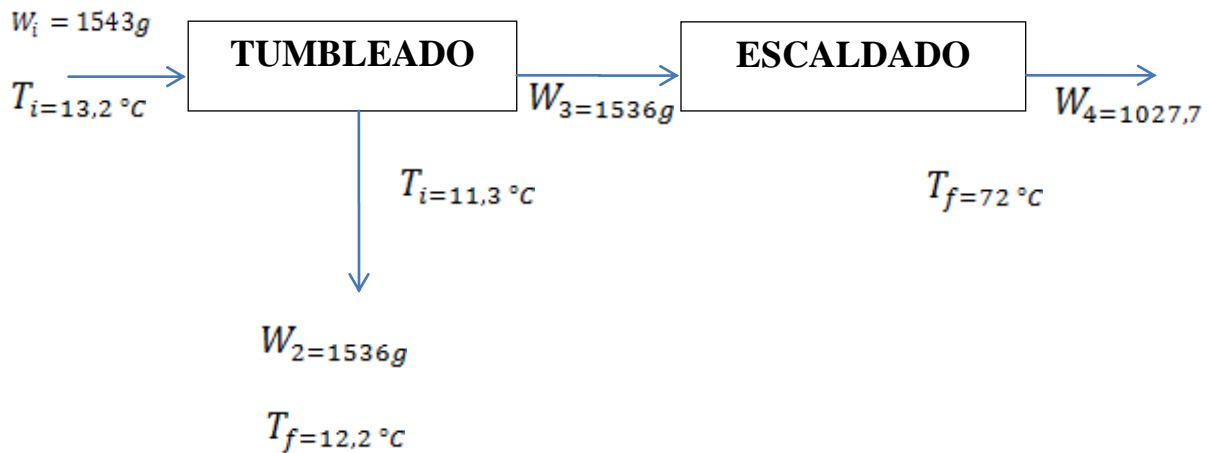
APENDICE 8

CALCULOS BALANCE MATERIA Y ENERGÍA PARA EL JAMON COCIDO SELECCIONADO,

Datos balance de energía jamón de 50 rpm tumbledo 40 min sin reposo

Datos Tumbleado		Datos Cocción	
T°_I Carne de búfalo+salmuera	13,2 °C	T°_I	11,3 °C
T°_F Carne de búfalo+salmuera	12,2 °C	T°_F	72 °C
W_I Carne de búfalo+salmuera	1543g	W_I	1536g
W_F Carne de búfalo+salmuera	1536g	W_F	1027,7

Balance de energía del jamón de búfalo de 50 rpm tumbledo 40 min sin reposo



$$Q = m \cdot C_p \cdot (\Delta T)$$

% Humedad carne de búfalo = 54%

Balance de energía en el proceso de Tumbleado:

Con el fin de determinar el Calor específico de la carne de búfalo se empleó el modelo propuesto por Siebel (Singh & Helman, 2001),

$$C_p = 0,837 + 3,349 (0,054)$$

$$C_p = 1,018 \text{ KJ/ (Kg } ^{\circ}\text{C)}$$

$$Q_T = m \cdot C_p \cdot (\Delta T)$$

$$Q_T = 1,510 \text{ kg} \cdot (1,018 \text{ KJ/Kg } ^\circ\text{C}) \cdot (13,2 - 12,2) ^\circ\text{C}$$

$$Q_T = 1563,6 \text{ KJ}$$

Balance de energía en el proceso de Escaldado:

$$Q_C = m \cdot C_p \cdot (\Delta T)$$

$$Q_C = 1,027 \text{ Kg} \cdot (1,018 \text{ KJ/Kg } ^\circ\text{C}) \cdot (72 - 11,3) ^\circ\text{C}$$

$$Q_C = 63461,0 \text{ KJ}$$

Balance de energía Total:

$$Q_{Total} = Q_T + Q_C$$

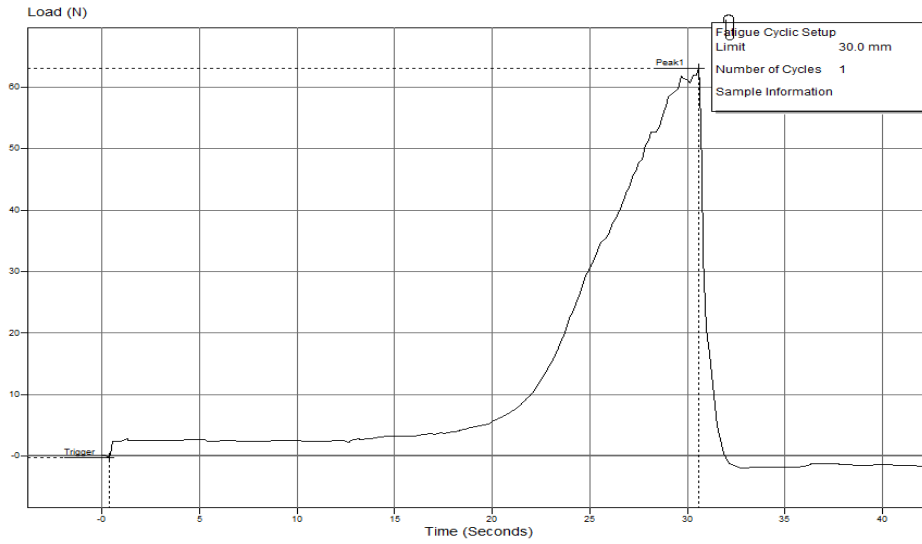
$$Q_{Total} = (1,564 + 63,461) \text{ KJ}$$

$$Q_{Total} = 65,025 \text{ KJ}$$

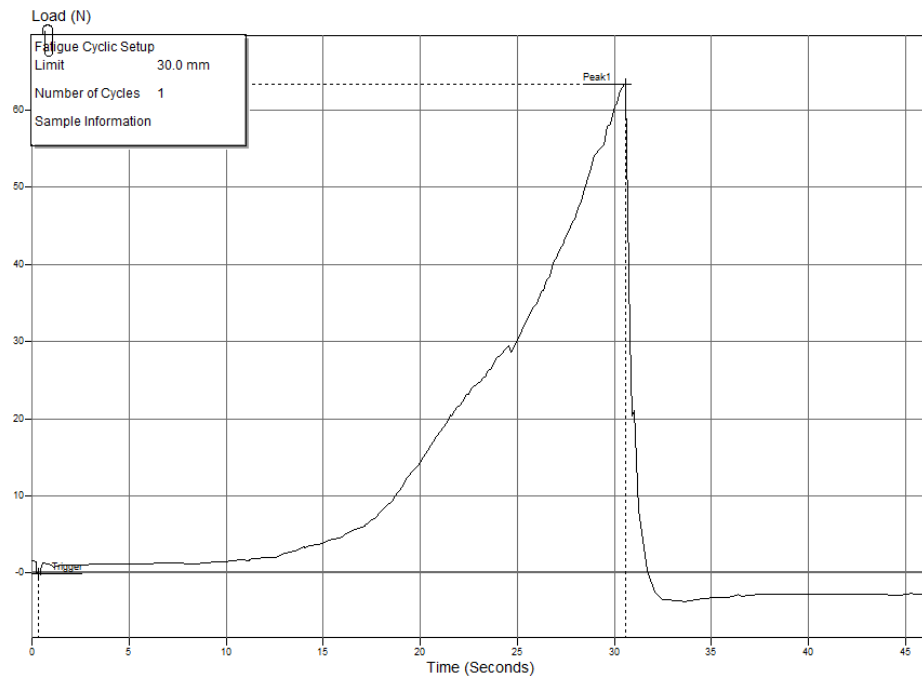
APÉNDICE 9

GRÁFICAS DE TEXTURA CARNE DE BÚFALO

Grafica resultado textura en el musculo de la carne de búfalo sin tumbleado muestra 2



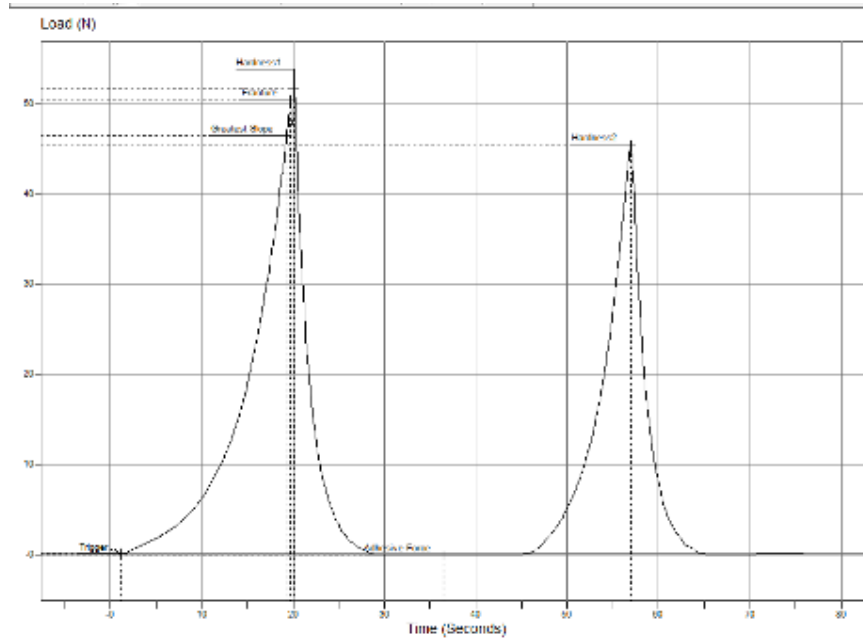
Grafica resultado textura en el musculo de la carne de búfalo sin tumbleado muestra 3



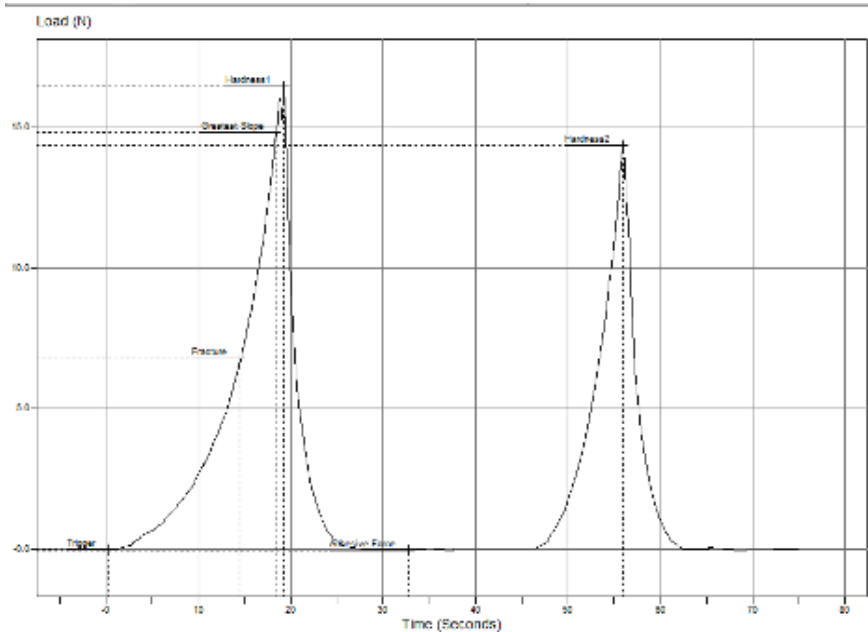
APÉNDICE 10

COMPORTAMIENTO DEL TPA DEL JAMÓN COCIDO CON COMPRESIÓN DEL 30%

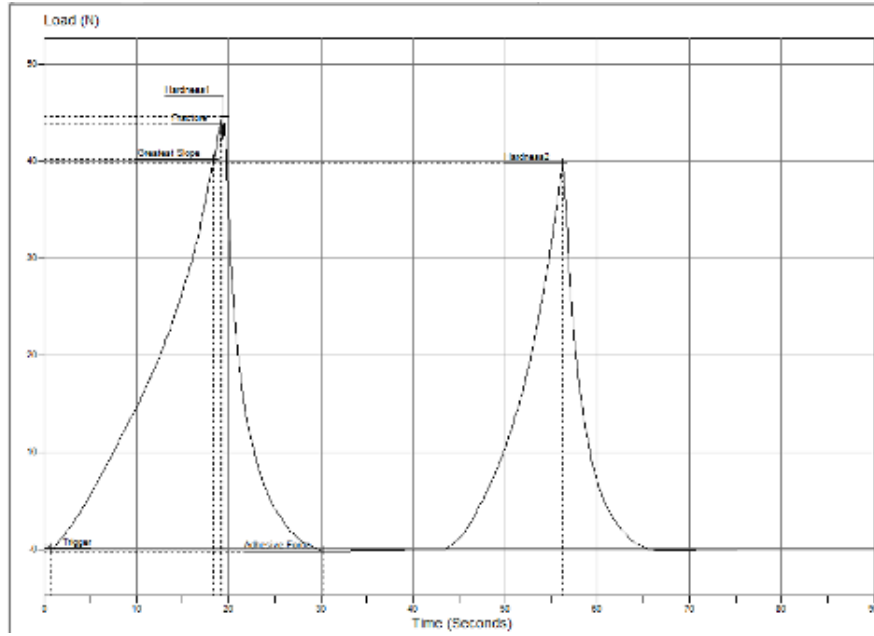
Jamón cocido Modificación 2 a 30 rpm



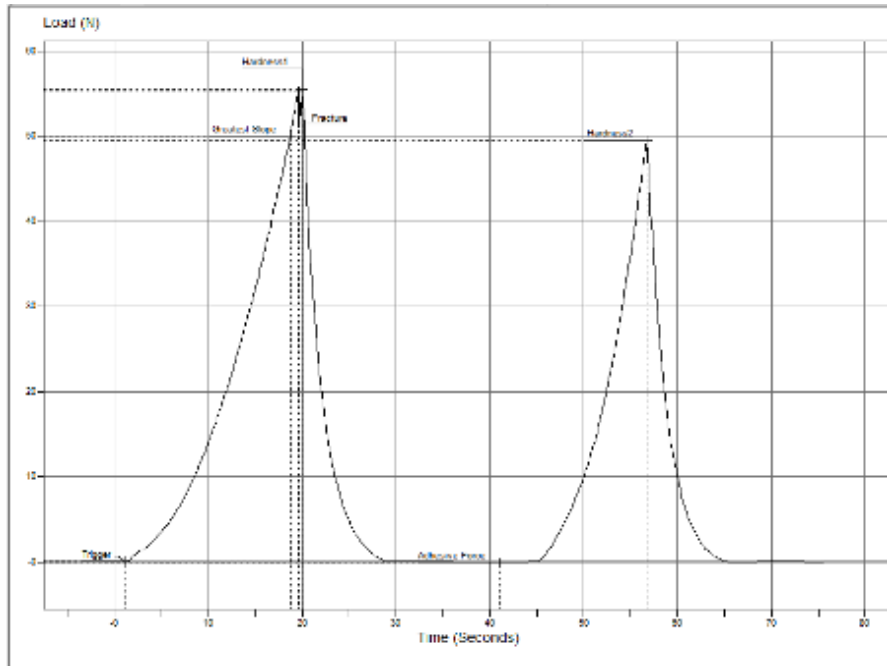
Jamón cocido Modificación 1 a 30 rpm



Jamón cocido Modificación 1 a 50 rpm



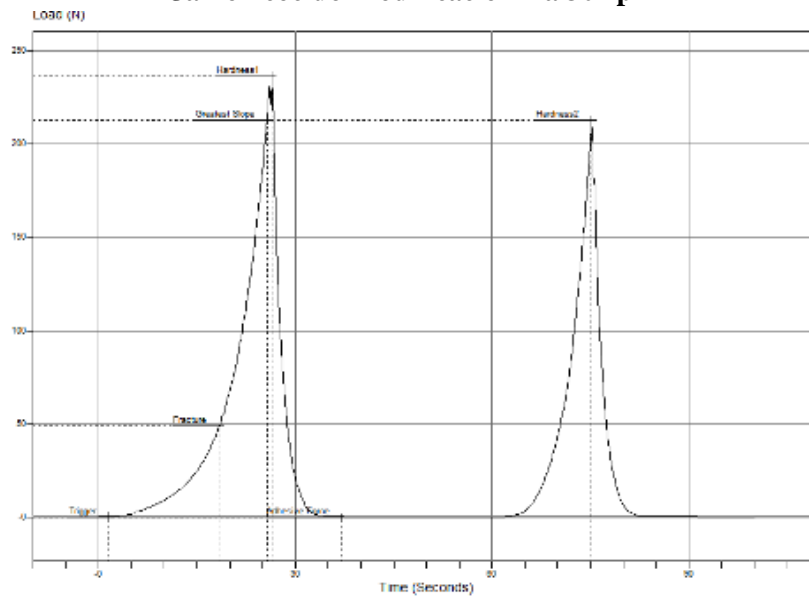
Jamón cocido patron



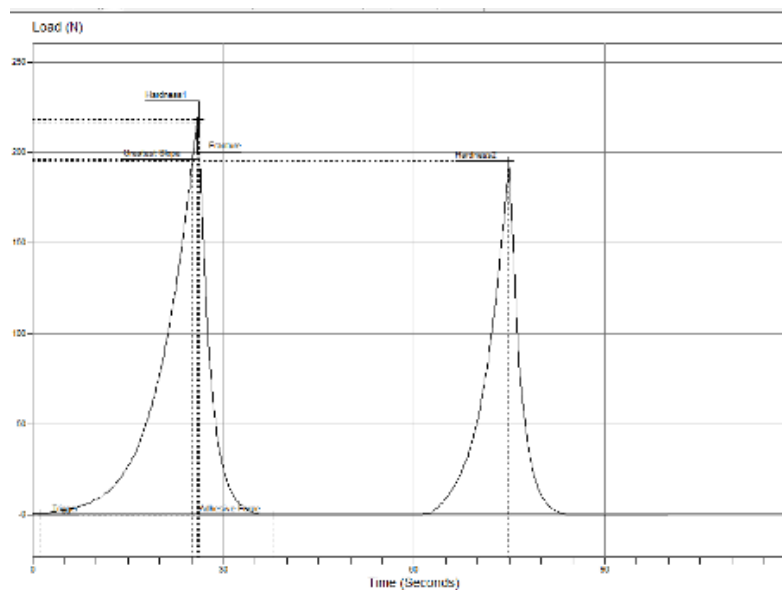
APENDICE 11

COMPORTAMIENTO DEL TPA DEL JAMÓN COCIDO CON COMPRESIÓN DEL 40%

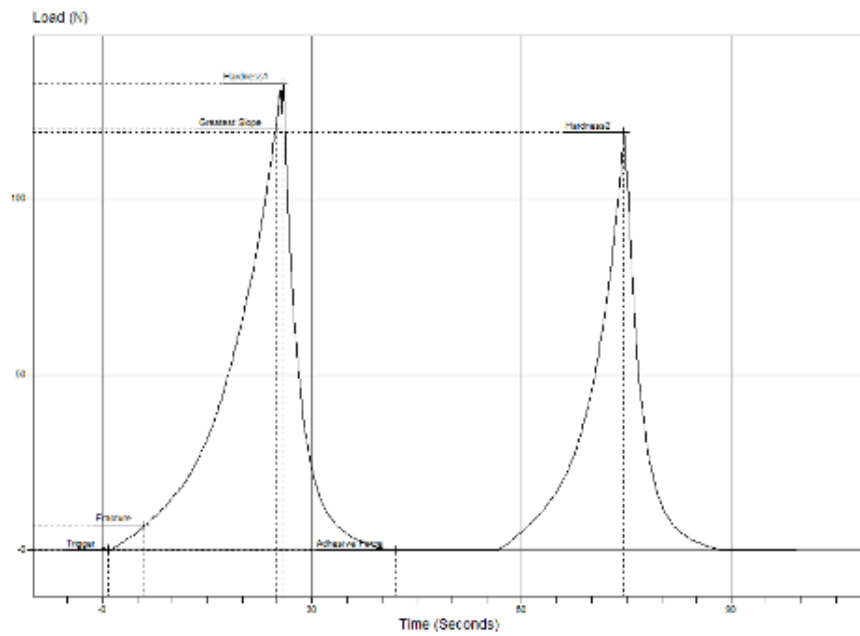
Jamón cocido Modificación 2 a 30 rpm



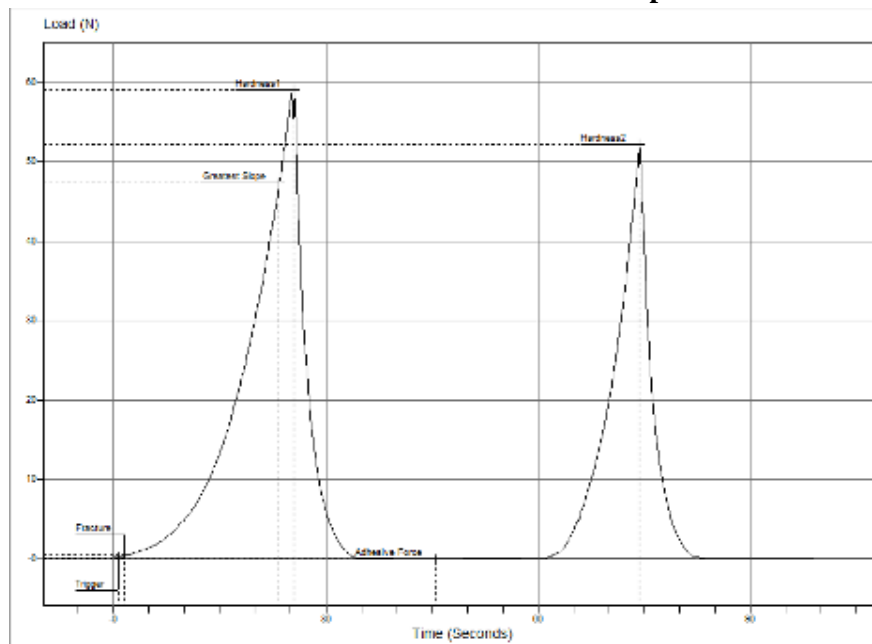
Jamón cocido Modificación 1 a 30 rpm



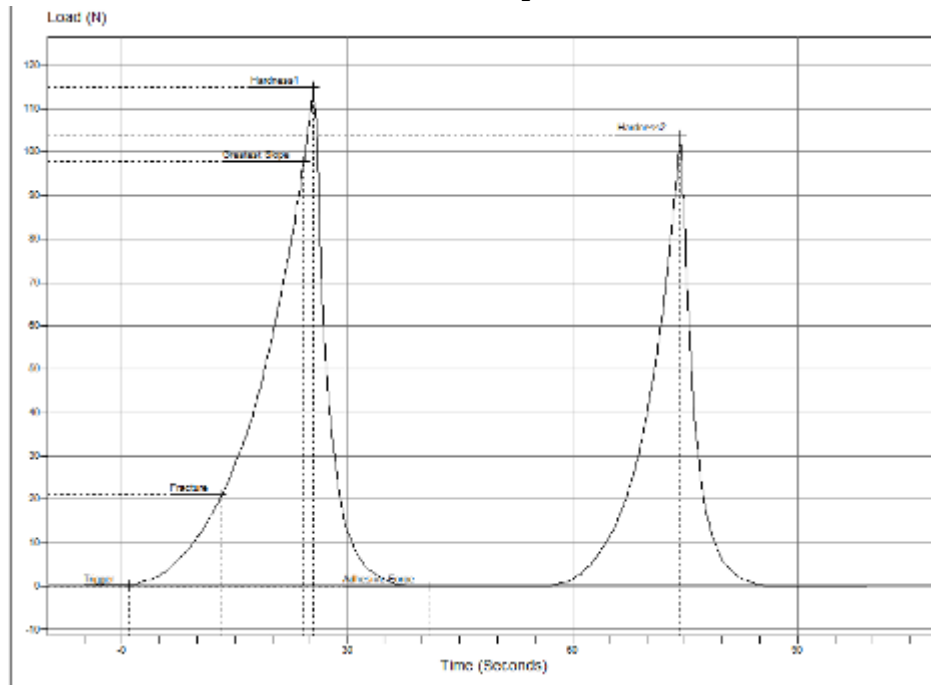
Jamón cocido Modificación 2 a 50 rpm



Jamón cocido Modificación 1 a 50 rpm



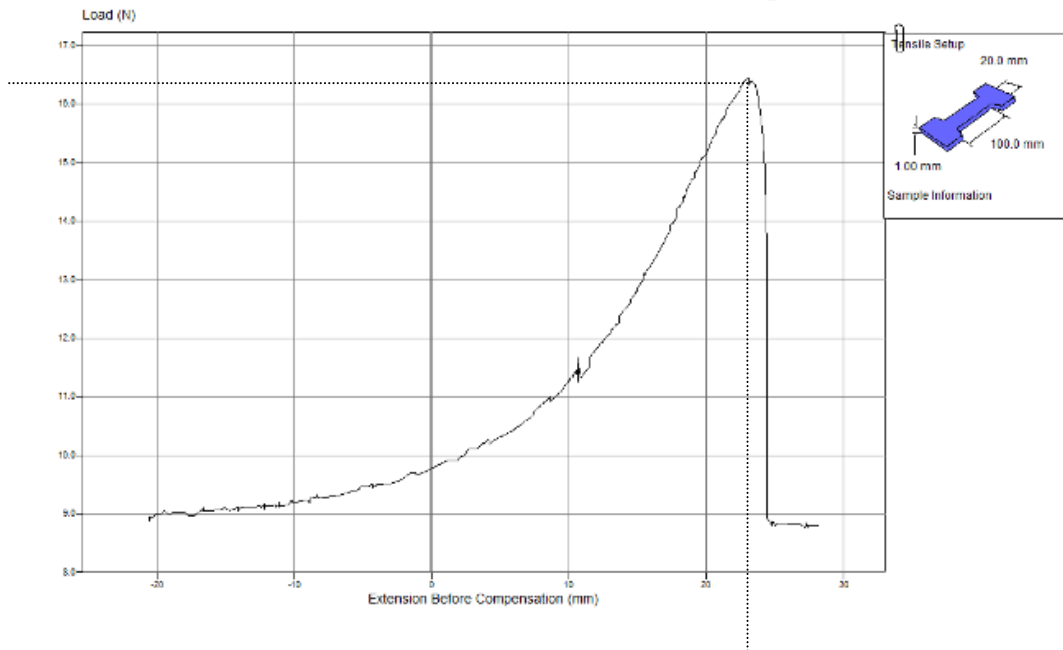
Jamón cocido patrón



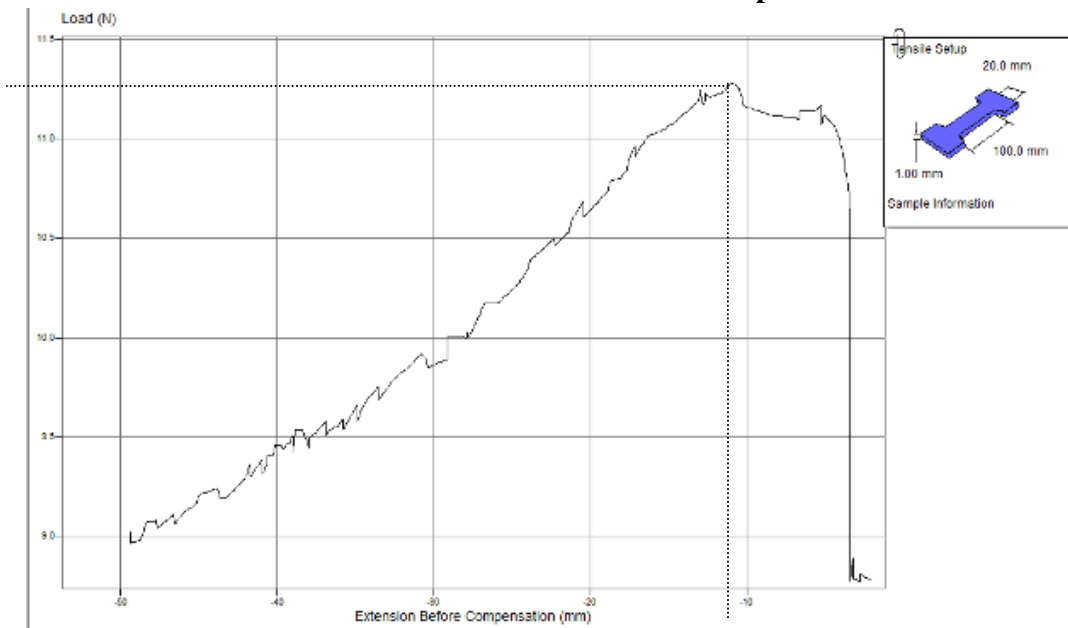
APÉNDICE 12

COMPORTAMIENTO DE LONCHEADO JAMÓN DE BÚFALO

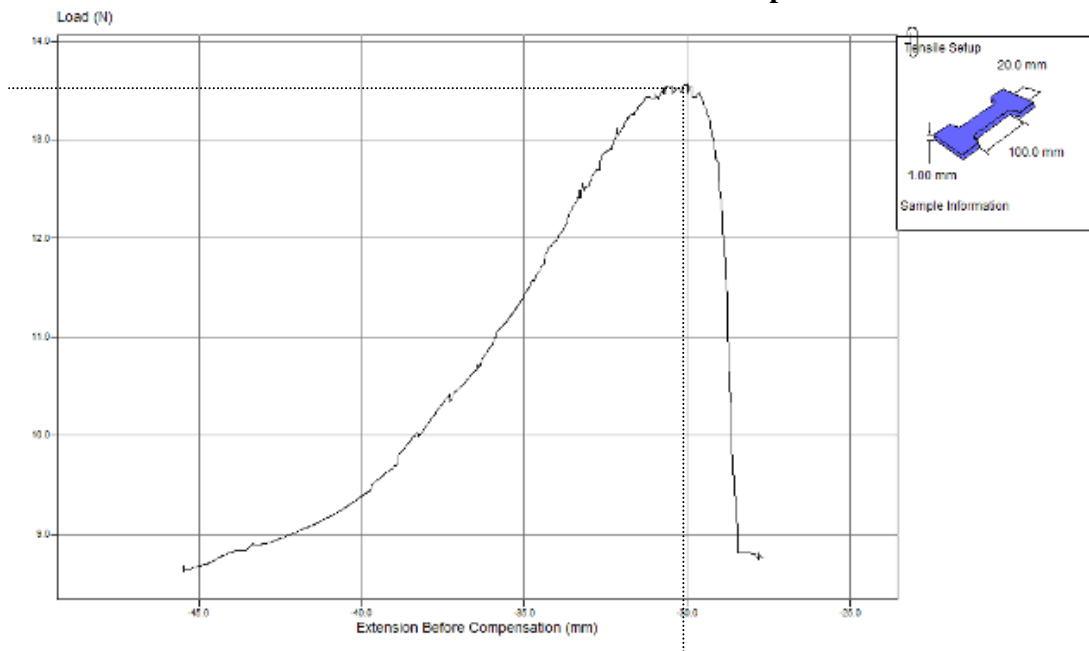
Jamón cocido Modificación 2 a 50 rpm



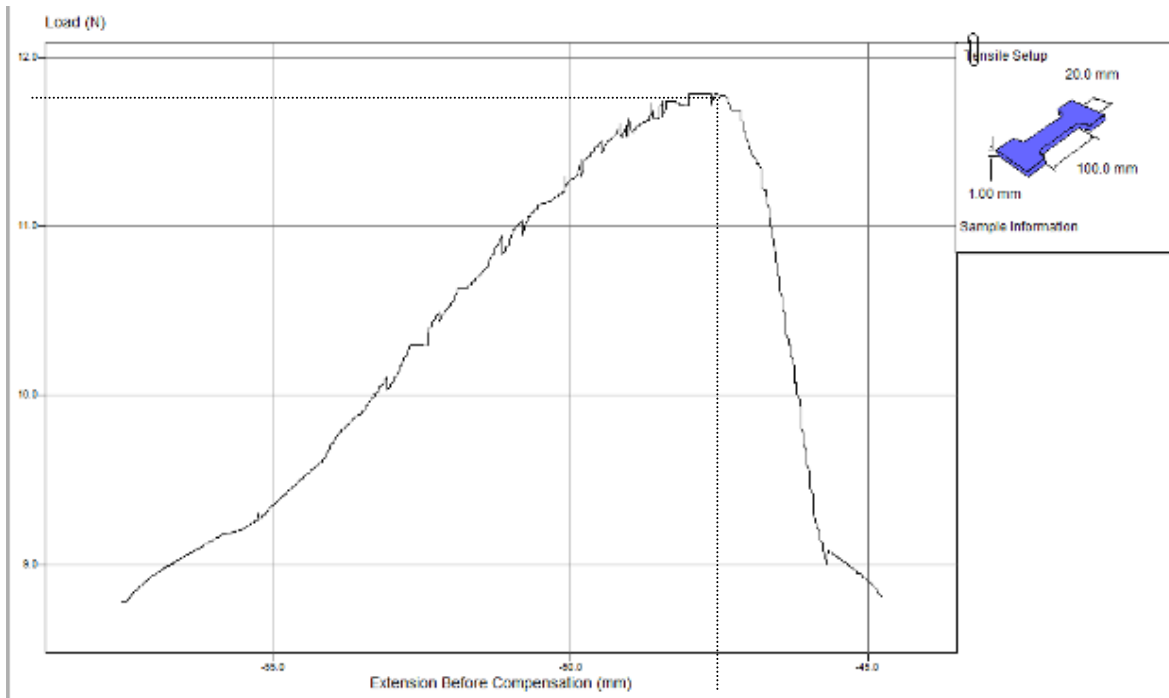
Jamón cocido Modificación 1 a 50 rpm



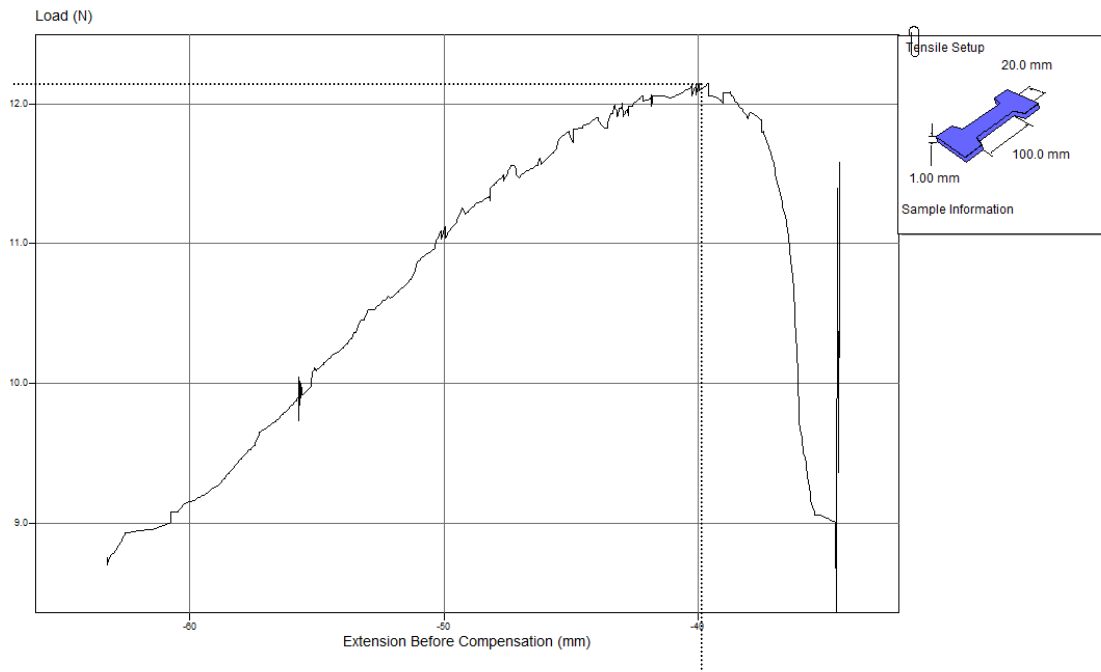
Jamón cocido Modificación 1 a 30 rpm



Jamón cocido Modificación 2 a 30 rpm



Jamón cocido patrón



APÉNDICE 13

EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DEL JAMÓN COCIDO DE BÚFALO

• ANÁLISIS DE VARIANZA DE UNA VIA

Statistix 10,0 (30-day Trial)
12:32:14 a,m,

24/10/2013,

Factorial AOV Table for **PROTEINA**

Source	DF	SS	MS	F	P
MODIFI	1	0,20161	0,20161		
JAMON	1	6,93781	6,93781	201,02	0,0000
Error	5	0,17256	0,03451		
Total	7	7,31199			

Grand Mean 27,744
CV 0,67

Factorial AOV Table for **FIBRA**

Source	DF	SS	MS	F	P
MODIFI	1	0,06845	0,06845		
JAMON	1	4,96125	4,96125	22,79	0,0050
Error	5	1,08830	0,21766		
Total	7	6,11800			

Grand Mean 25,745
CV 1,81

Factorial AOV Table for **DUREZA**

Source	DF	SS	MS	F	P
MODIFI	1	17,306	17,3063		
JAMON	1	74,077	74,0770	4,51	0,0872
Error	5	82,176	16,4351		
Total	7	173,559			

Grand Mean 6,3059
CV 64,29

Factorial AOV Table for **GOMOSI**

Source	DF	SS	MS	F	P
MODIFI	1	2,2830	2,2830		
JAMON	1	18,4637	18,4637	5,60	0,0642
Error	5	16,4752	3,2950		
Total	7	37,2219			

Grand Mean 3,1792
CV 57,10

Factorial AOV Table for ELASTI

Source	DF	SS	MS	F	P
MODIFI	1	0,00127	0,00127		
JAMON	1	0,18432	0,18432	0,24	0,6454
Error	5	3,84998	0,77000		
Total	7	4,03557			

Grand Mean 6,3446
CV 13,83

Factorial AOV Table for MASTICA

Source	DF	SS	MS	F	P
MODIFI	1	51,01	51,012		
JAMON	1	779,74	779,744	9,98	0,0251
Error	5	390,54	78,108		
Total	7	1221,29			

Grand Mean 19,216
CV 45,99

Factorial AOV Table for LONCHEA

Source	DF	SS	MS	F	P
MODIFI	1	5,0086	5,00861		
JAMON	1	2,3436	2,34361	0,50	0,5123
Error	5	23,5821	4,71641		
Total	7	30,9343			

Grand Mean 13,109
CV 16,57

• **PRUEBA DE TUKEY**

Statistix 10,0 (30-day Trial)
12:37:46 a,m,

24/10/2013,

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of PROTEINA for MODIFI

MODIFI	Mean	Homogeneous Groups
2	27,903	A
1	27,585	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,1314
Critical Q Value 3,633 Critical Value for Comparison 0,3374
There are no significant pairwise differences among the means,

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of PROTEINA for JAMON

JAMON	Mean	Homogeneous Groups
1	28,675	A
2	26,812	B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,1314
Critical Q Value 3,633 Critical Value for Comparison 0,3374
All 2 means are significantly different from one another,

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of FIBRA for MODIFI

MODIFI	Mean	Homogeneous Groups
1	25,838	A
2	25,653	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,3299
Critical Q Value 3,633 Critical Value for Comparison 0,8474
There are no significant pairwise differences among the means,

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of FIBRA for JAMON

JAMON	Mean	Homogeneous Groups
1	26,533	A
2	24,958	B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,3299
Critical Q Value 3,633 Critical Value for Comparison 0,8474
All 2 means are significantly different from one another,

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of DUREZA for MODIFI

MODIFI	Mean	Homogeneous Groups
1	7,7767	A
2	4,8351	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 2,8666
Critical Q Value 3,633 Critical Value for Comparison 7,3636
There are no significant pairwise differences among the means,

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of DUREZA for JAMON

JAMON	Mean	Homogeneous Groups
1	9,3488	A
2	3,2629	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 2,8666
Critical Q Value 3,633 Critical Value for Comparison 7,3636
There are no significant pairwise differences among the means,

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of GOMOSI for MODIFI

MODIFI	Mean	Homogeneous Groups
1	3,7134	A
2	2,6449	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 1,2836
Critical Q Value 3,633 Critical Value for Comparison 3,2971
There are no significant pairwise differences among the means,

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of GOMOSI for JAMON

JAMON	Mean	Homogeneous Groups
-------	------	--------------------

1 4,6984 A
2 1,6599 A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 1,2836
Critical Q Value 3,633 Critical Value for Comparison 3,2971
There are no significant pairwise differences among the means,

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of ELASTI for MODIFI

MODIFI Mean Homogeneous Groups
2 6,3572 A
1 6,3320 A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,6205
Critical Q Value 3,633 Critical Value for Comparison 1,5939
There are no significant pairwise differences among the means,

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of ELASTI for JAMON

JAMON Mean Homogeneous Groups
1 6,4964 A
2 6,1928 A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,6205
Critical Q Value 3,633 Critical Value for Comparison 1,5939
There are no significant pairwise differences among the means,

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of MASTICA for MODIFI

MODIFI Mean Homogeneous Groups
1 21,741 A
2 16,691 A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 6,2493
Critical Q Value 3,633 Critical Value for Comparison 16,053
There are no significant pairwise differences among the means,

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of MASTICA for JAMON

JAMON Mean Homogeneous Groups
1 29,089 A
2 9,344 B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 6,2493
Critical Q Value 3,633 Critical Value for Comparison 16,053
All 2 means are significantly different from one another,

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of LONCHEA for MODIFI

MODIFI Mean Homogeneous Groups
2 13,900 A
1 12,318 A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 1,5356
Critical Q Value 3,633 Critical Value for Comparison 3,9447
There are no significant pairwise differences among the means,

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of LONCHEA for JAMON

JAMON	Mean	Homogeneous Groups
1	13,650	A
2	12,568	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 1,5356

Critical Q Value 3,633 Critical Value for Comparison 3,9447

There are no significant pairwise differences among the means,