

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**



**“INCLUSIÓN DE ALBÚMINA DE HUEVO, GOMA DE TARA Y  
CONCENTRADO FUNCIONAL DE SOYA EN HOT DOG DE LLAMA  
(*Lama glama*)”**

**Presentada por:**

**CARMEN ROSA APAZA HUMEREZ**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE  
MAGÍSTER SCIENTIAE EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

Lima - Perú

2018

## **DEDICATORIA**

Con amor, dedico esta tesis a mis padres y hermanos que hicieron posible la culminación de esta etapa, de una manera especial a mi hermano Amelio por la confianza y apoyo que me brinda.

## **AGRADECIMIENTO**

"El presente trabajo de investigación ha sido financiado por el Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad (Innovate Perú), de acuerdo al contrato N° 129-PNICP-PIAP-2015 "MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN, CALIDAD Y PROCESAMIENTO TECNOLÓGICO DE LA CARNE DE LLAMA PROCEDENTE DE LA SIERRA CENTRAL DEL PERÚ".

Agradezco también a Dios por la vida, al Dr. Gustavo Gutiérrez por su apoyo y a mis asesores, el MgSc. Carlos César Augusto Elías Peñafiel y la Dra. Bettit Karim Salvá Ruiz por su paciencia y consejos.

# ÍNDICE GENERAL

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1. EMBUTIDOS: HOT DOG.....	3
2.1.1. DEFINICIÓN .....	3
2.1.2. FORMULACIÓN.....	4
2.1.3. PROCESO DE ELABORACIÓN .....	4
2.1.4. FACTORES DE CALIDAD .....	5
2.2. CARNE DE LLAMA .....	6
2.2.1. PRODUCCIÓN DE CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS EN EL PERÚ..	7
2.2.2. VARIEDADES DE LLAMA .....	7
2.2.3. CARACTERÍSTICAS Y COMPOSICIÓN DE LA CARNE DE LLAMA	7
2.2.4. PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE CARNE DE CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS.....	9
2.3. CARBOHIDRATOS USADOS EN LA INDUSTRIA CÁRNICA.....	11
2.3.1. ANTECEDENTES .....	11
2.3.2. GOMA DE TARA.....	12
2.4. PROTEÍNA NO CÁRNICA USADA EN LA INDUSTRIA CÁRNICA .....	15
2.4.1. ANTECEDENTES .....	15
2.4.2. CONCENTRADO FUNCIONAL DE SOYA.....	17
2.4.3. ALBÚMINA DE HUEVO .....	20
2.5. DISEÑO DE MEZCLAS .....	23
2.5.1. MARCO GENERAL.....	23
2.5.2. ESPACIOS FACTORIALES RESTRINGIDOS .....	23
2.5.3. MODELOS DE MEZCLAS.....	24
2.5.4. LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE PRUEBA .....	26
2.5.5. ESPACIOS DE MEZCLA RESTRINGIDOS.....	29
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>32</b>
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN .....	32
3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS.....	32
3.3. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS .....	33
3.4. PROCESO DE ELABORACIÓN DE HOT DOG DE LLAMA .....	35

3.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS .....	37
3.5.1. COMPOSICIÓN PROXIMAL.....	37
3.5.2. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA.....	38
3.5.3. CAPACIDAD DE EMULSIÓN.....	38
3.5.4. PÉRDIDA POR COCCIÓN .....	38
3.5.5. RENDIMIENTO .....	38
3.5.6. POTENCIAL DE HIDRÓGENO .....	38
3.5.7. ACTIVIDAD DE AGUA .....	39
3.5.8. COLOR.....	39
3.5.9. ANÁLISIS DE TEXTURA.....	39
3.5.10. ANÁLISIS DE COSTOS .....	39
3.5.11. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	40
3.5.12. ANÁLISIS SENSORIAL.....	40
3.6. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	40
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>44</b>
4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA.....	44
4.1.1. COMPOSICIÓN PROXIMAL DE LA CARNE DE LLAMA.....	44
4.1.2. COLOR.....	45
4.1.3. POTENCIAL DE HIDRÓGENO.....	46
4.1.4. ACTIVIDAD DE AGUA .....	48
4.1.5. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA, CAPACIDAD DE EMULSIÓN Y PÉRDIDAS POR COCCIÓN .....	49
4.1.6. ESFUERZO DE CORTE.....	51
4.2. DISEÑO DE MEZCLAS .....	52
4.3. PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DE HOT DOG DE LLAMA.....	53
4.3.1. RENDIMIENTO .....	54
4.3.2. ACTIVIDAD DE AGUA .....	57
4.3.3. POTENCIAL DE HIDRÓGENO.....	59
4.3.4. HUMEDAD.....	61
4.3.5. COLOR.....	64
4.3.6. PERFIL DE TEXTURA.....	66
4.4. DETERMINACIÓN DE FORMULACIONES FACTIBLES.....	86
4.4.1. TEXTURA.....	86
4.4.2. RENDIMIENTO .....	88

4.4.3. COSTO .....	88
4.5. VALIDACIÓN DEL PRODUCTO ÓPTIMO .....	90
4.5.1. ACEPTABILIDAD SENSORIAL .....	90
4.5.2. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA .....	92
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>94</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>95</b>
<b>VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>96</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>114</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Productos que conforman la canasta mínima alimentaria (toneladas métricas)...	3
Cuadro 2: Ingredientes en la formulación de hot dog .....	4
Cuadro 3: Ficha técnica peruana de hot dog.....	6
Cuadro 4: Composición química de carne de algunos animales domésticos de mayor consumo.....	8
Cuadro 5: Composición del músculo de carne de llama y alpaca .....	9
Cuadro 6: Producción de carne de alpaca y llama en el Perú (toneladas métricas) .....	10
Cuadro 7: Características de interés tecnológico de carne de alpaca, llama y cerdo .....	10
Cuadro 8: Especificaciones técnicas de la goma de tara .....	14
Cuadro 9: Composición química de los productos de soya.....	19
Cuadro 10: Proteínas del albúmen de huevo .....	21
Cuadro 11: Diseño de diez puntos de prueba para tres componentes .....	28
Cuadro 12: Puntos experimentales para modelos cuadrático y cúbico .....	29
Cuadro 13: Diseño de vértices extremos .....	31
Cuadro 14. Ingredientes utilizados en la elaboración de hot dog de llama .....	35
Cuadro 15: Restricciones sobre los ingredientes del hot dog.....	41
Cuadro 16: Diseño de la investigación .....	43
Cuadro 17: Análisis proximal de carne de llama.....	45
Cuadro 18: Valores de color, pH y Aw de la carne de llama .....	48
Cuadro 19: Capacidad de retención de agua, capacidad de emulsificación y pérdida por cocción.....	50
Cuadro 20: Esfuerzo de corte en carne de llama .....	51
Cuadro 21: Porcentajes de las mezclas según el diseño D-optimal.....	52
Cuadro 22: Rendimiento, actividad de agua, humedad y pH .....	53
Cuadro 23: Análisis de varianza del modelo para la variable rendimiento .....	54
Cuadro 24: Análisis de varianza del modelo para la variable Aw.....	57
Cuadro 25: Análisis de varianza del modelo para la variable pH .....	59
Cuadro 26: Análisis de varianza del modelo para la variable humedad.....	62
Cuadro 27: Color de hot dog de llama.....	65
Cuadro 28: Perfil de textura de hot dog de llama .....	69
Cuadro 29: Análisis de varianza del modelo para la variable adhesividad .....	70

Cuadro 30: Análisis de varianza del modelo para la variable cohesividad .....	73
Cuadro 31: Análisis de varianza del modelo para la variable gomosidad.....	75
Cuadro 32: Análisis de varianza del modelo para la variable dureza.....	78
Cuadro 33: Análisis de varianza del modelo para la variable elasticidad .....	81
Cuadro 34: Análisis de varianza del modelo para la variable masticabilidad .....	84
Cuadro 35: Dureza y elasticidad en muestras control, patrón y muestras comerciales.....	86
Cuadro 36: Parámetros de optimización para formulaciones factibles .....	87
Cuadro 37: Variables respuesta experimentales y predichos .....	92
Cuadro 38: Análisis proximal, Color, pH y actividad de agua de hot dog de llama con fórmula optimizada .....	92
Cuadro 39: Perfil de textura de hot dog de llama con fórmula optimizada.....	92
Cuadro 40: Análisis microbiológico de hot dog de llama con fórmula optimizada.....	93

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Segmento representativo de una molécula de galactomanano.....	13
Figura 2: Estructura de proteína de soya .....	19
Figura 3: Estructura de una ovoalbúmina.....	20
Figura 4: Vistas alternativas de estos espacios factoriales .....	24
Figura 5: Ploteo de contornos sobrepuestos (obtenido a partir de un diseño de mezcla simplex con centroide ampliado, caso de tres componentes).....	26
Figura 6: Diseño de diez pruebas experimentales .....	27
Figura 7: Diseño de vértices extremos .....	31
Figura 8: Proceso de elaboración de hot dog con carne de llama.....	37
Figura 9: Puntos muestrales de las formulaciones para la elaboración del hot dog de llama .....	41
Figura 10: Modelo cromático de colores describibles por el ojo humano.....	46
Figura 11: Gráfico de contorno y trazos cox para la variable rendimiento .....	56
Figura 12: Gráfico de superficie de respuesta y trazos cox respecto a $A_w$ .....	58
Figura 13: Gráfico de superficie de respuesta y trazos cox respecto a pH.....	60
Figura 14: Gráfico de contorno y trazos cox respecto a humedad .....	63
Figura 15: Muestras de hot dog de carne de llama .....	66
Figura 16: Gráfico de superficie de respuesta y trazos cox para adhesividad.....	71
Figura 17: Gráfico de superficie de respuesta y trazos cox para cohesividad.....	74
Figura 18: Gráfico de superficie de respuesta y trazos cox para gomosidad .....	76
Figura 19: Gráfico de superficie de respuesta y trazos cox para dureza .....	79
Figura 20: Gráfico de superficie de respuesta y trazos cox para elasticidad.....	82
Figura 21: Gráfico de superficie de respuesta y trazos cox para masticabilidad.....	85
Figura 22: Zona de factibilidad para parámetros de dureza .....	87
Figura 23: Zona de factibilidad para parámetros de dureza y elasticidad .....	88
Figura 24: Zona de factibilidad para parámetros de textura y rendimiento.....	89
Figura 25: Gráfico de trazos de la variable costos (S/ por Kg de mezclas de AH, GT y CFS) .....	89
Figura 26: Zona factible con parámetros de textura, rendimiento y costos.....	90
Figura 27: Porcentajes de las calificaciones para la muestra de hot dog.....	91

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Cartilla de evaluación sensorial .....	115
Anexo 2: Fotos.....	116
Anexo 3: Aceptabilidad del consumidor .....	119
Anexo 4: Ficha técnica de albúmina de huevo .....	120
Anexo 5: Descripción técnica de la goma de tara .....	121
Anexo 6: Ficha técnica de concentrado funcional de soya.....	122

# INCLUSIÓN DE ALBÚMINA DE HUEVO, GOMA DE TARA Y CONCENTRADO FUNCIONAL DE SOYA EN HOT DOG DE LLAMA (*Lama glama*)

## RESUMEN

El objetivo fue estudiar el efecto de la inclusión de albúmina de huevo (AH), goma de tara (GT) y concentrado funcional de soya (CFS) sobre las propiedades fisicoquímicas de hot dog de carne de llama (HDLL), con el programa *Design Expert* se determinaron dieciséis formulaciones, se quiso optimizar la mezcla de los ingredientes como un tres por ciento de la mezcla total del HDLL aplicándose restricciones (AH:0-2%; GT:0-1% y CFS:0-3%). Se caracterizó la carne de llama (humedad:75,6%; proteína: 22,9%; grasa: 0,28%; ceniza: 1,16%; esfuerzo de corte: 2,07 Kg/cm<sup>2</sup>; color: L:36,3; a:14,5; b:1,1; C: 14,6; pH: 5,51 y Aw: 0,985). Respecto al efecto de los ingredientes en HDLL, el color no presentó variaciones significativas; sin embargo Aw se vió reducida por CFS y AH; y el pH disminuyó al incrementarse GT. CFS aumentó la adhesividad e influyó marcadamente en la cohesividad; AH y CFS aumentaron la gomosidad y GT la disminuyó. El efecto que tiene la inclusión de GT no favoreció en la dureza y elasticidad del HDLL, sin embargo, respecto a rendimiento y costo si se vieron favorecidos. La inclusión de AH y CFS favorecieron significativamente la dureza y elasticidad, y el aumento de CFS incrementó la dureza y disminuyó el costo. La región óptima considerando valores de dureza, elasticidad, rendimiento y costos, se inclinó a mayores proporciones de AH. La formulación óptima (1,96% de AH, 0,11% de GT y 0,92% de CFS), alcanzó valores de pH: 6,21; Aw: 0,98; color: L:55,07; a:17,57; b:6,88; C:18,87; humedad: 71,34%; proteína: 12,82%; grasa: 9,06%; ceniza: 2,9%; dureza: 74,4N; elasticidad: 11,47cm; gomosidad: 27,25; adhesividad: -0,328N y masticabilidad: 298Nxcm. La formulación óptima alcanzó un 49 por ciento de aceptabilidad (puntaje 6 “Me gusta ligeramente”).

*Palabras clave: Hot dog, llama, albúmina de huevo, goma de tara, concentrado funcional de soya.*

# **INCLUSION OF EGG ALBUMIN, TARA GUM AND FUNCTIONAL SOY CONCENTRATE IN HOT DOG OF LLAMA (*Lama glama*)**

## **SUMMARY**

The objective was to study the effect of the inclusion of egg albumin (AH), tara gum (GT) and functional soy concentrate (CFS) on the physicochemical properties of hot dog meat (HDLL), with the *Design Expert* program the sixteen formulations were determined, it wanted to optimize the mixture of the ingredients as three percent of the total HDLL mixture applying restrictions (AH:0-2%, GT:0-1% and CFS:0-3%). The llama meat was characterized (humidity: 75,6%; protein: 22,9%; fat: 0,28%; ash: 1,16%; cutting effort 2,07 Kg/cm<sup>2</sup>; color L: 36,3; a: 14,5; b: 1,1; C: 14,6; pH: 5,51 and Aw: 0,985). Regarding the effect of the ingredients in HDLL, the color did not show significant variation; however Aw was reduced by CFS and AH; and the pH decreased with increasing GT. In addition CFS increased the adhesiveness and cohesiveness were strongly influenced; AH and CFS increased gumminess and GT decreased it. The effect of the inclusion of GT did not favor the hardness and elasticity of HDLL, however, regarding yield and cost if they are favored. The inclusion of AH and CFS significantly favors hardness and elasticity, and the increase in CFS increased the hardness and decreased the cost. The optimum region considering values of hardness, elasticity, yield and costs, it inclined to higher proportions of AH. The optimal formulation (1,96% AH; 0,11% GT and 0,92% CFS) reached pH values (6.21), water activity (0.98), color (L: 55 , 07; a: 17.57; b: 6.88; C: 18.87), humidity (71.34%), protein (12,82%), fat (9,06%), ash (2,9%), hardness (74,4), elasticity (11,47cm), gumminess (27,25), adhesiveness (-0.328N), chewiness (298Nmm). The optimal formulation reached 49 percent acceptability (score of 6 "I like it slightly").

*Key words: Hot dog, llama, egg albumin, tara gum, functional soy concentrate.*

## I. INTRODUCCIÓN

La industria de la carne es de gran importancia en la mesa de los consumidores, en el país, los embutidos son de consumo masivo y forman parte de la canasta mínima familiar (MINAGRI, 2012). Aunque la carne porcina, vacuna y avícola son las más usadas para esta industria, hace varios años se van desarrollando investigaciones sobre la sustitución parcial y total con carnes no convencionales como la carne de llama (Hernandez, 1993), caracol (Izaguirre, 2008), cordero y alpaca (Zorogastúa, 2004), conejo (Cury *et al.*, 2011), etc; también se puede destacar la sustitución de proteína cárnica y grasa, por carbohidratos y proteína no cárnica, como el uso de soya, almidón (Elias, 2002), gomas (Ayadi *et al.*, 2009), entre otros.

El Perú es el centro más importante de camélidos sudamericanos y su crianza constituye una de las actividades de mayor impacto socioeconómico para los pobladores altoandinos (Paredes, 2013); sin embargo, el bajo precio de la fibra de alpaca y de llama en el mercado limita el ingreso económico, siendo necesario impulsar otros parámetros productivos de estas especies, como la producción de carne y sus derivados, a fin de mejorar la rentabilidad del sistema de producción, aperturando nuevos flujos de ingresos económicos (Siguayro, 2009) además comparado a otras especies, es de mayor valor biológico (Salinas, 2006) y bajo precio (Cabrera, 2003).

En el caso de embutidos de carnes no convencionales como la llama o el conejo (Cury *et al.*, 2011); Ramos *et al.* (2004) afirman que el uso de carne magra es una buena opción siempre y cuando se complemente con el uso de estabilizantes comerciales. De los carbohidratos, los mas usados son los almidones y las gomas, debido a su capacidad para ligar agua y formar geles (Jiménez, 1996) y en el caso de las proteínas están el huevo y la soya (Chin *et al.*, 2000; Feng *et al.*, 2003; Porcella *et al.*, 2001), como aglutinante de carnes (Akesowan, 2008); mejorando la unión y texturización (Ahn *et al.*, 1997).

Las propiedades tecno-funcionales, como la capacidad de retención de agua, de los camélidos, son ligeramente menores a la carne de otras especies (Cristofanelli *et al.*, 2004), estas propiedades son importantes para el procesado de embutidos como el hot dog, entonces es necesario la uso de agentes que mejoren la textura y mantengan la calidad. Existe poca información sobre la medición de agentes modificadores de textura (Han-Sul *et al.*, 2007), como la goma de tara, albúmina de huevo y proteína de soya, efecto individual y efecto en conjunto sobre las propiedades fisicoquímicas, costos de producción y aceptabilidad sensorial de un hot dog elaborado a base de carne de llama, por lo que esta investigación pretende dar más luces al respecto.

Aunque la soya aún es importada, la albúmina de huevo y la goma de tara son de producción nacional; a pesar de ello su uso es limitado dada la poca información de sus bondades tecno-funcionales, estudios demuestran que la cantidad óptima para el uso de albúmina en geles cárnicos es de 0,58 por ciento (Becerra, 2012); Pietrasik (2003) usó dos por ciento; Franco (2007) afirma que hasta uno por ciento favorece la dureza; en el caso de goma de tara según Restrepo *et al.* (2010) a partir de uno por ciento no favorece la firmeza.

Por las razones mencionadas se propone estudiar el efecto de inclusión de albúmina de huevo, goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) y concentrado funcional de soya (*Glycine max*), así como su sinergismo, en hot dog de carne de llama (*Lama glama*); considerando para ello los siguientes objetivos:

- Caracterizar las propiedades fisicoquímicas de la carne de llama
- Evaluar el efecto individual y sinérgico de la inclusión de albúmina de huevo, goma de tara y concentrado funcional de soya, en las propiedades fisicoquímicas del hot dog de llama, mediante el Diseño de mezclas.
- Determinar el efecto de la inclusión de albúmina, goma de tara y concentrado funcional de soya en el costo del hot dog de llama.
- Determinar la aceptabilidad sensorial de la formulación óptima de hot dog de llama.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. EMBUTIDOS: HOT DOG

#### 2.1.1. DEFINICIÓN

Es un embutido escaldado, elaborado generalmente en base a carnes de cerdo y de res, grasa de cerdo, sales curantes, sal común, especias aglutinantes (almidones o féculas) y aditivos de uso permitido. Se presenta en fundas o tripas artificiales, de forma cilíndrica (Alcazar, 2002). El hot dog es un producto elaborado a partir de carne industrial, pollo, cerdo, féculas, emulsiones, e insumos diversos (Cabello, 2009). Es embutido en fundas de tripa de tipo fibrosa de 16 – 30 mm de diámetro. Debe ser refrigerado, alcanzando una vida útil de 60 días entre 4 - 6°C, en condiciones adecuadas de almacenamiento (Alberti *et al.*, 2003). En el Perú los productos cárnicos como el hot dog, son de consumo masivo y conforman la canasta mínima alimentaria (Cuadro 1).

**Cuadro 1: Productos que conforman la canasta mínima alimentaria  
(toneladas métricas)**

<b>Productos</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
<u>Productos de animales sacrificados</u>					
- Pollo pelado crudo	232 604	233 214	262 364	286 692	311 211
- Carne de vacuno	96 118	100 856	105 490	110 998	111 341
<u>Menudencia</u>					
- Mondongo de vacuno	8 671	9 476	8 863	8 850	9 330
<u>Carnes preparada y embutidos</u>					
- Hot dog - salchicha	12 520	12 738	13 009	15 708	17 829
- Jamonada	8 170	8 496	8 643	9 272	9 838

FUENTE: INEI (2007)

### 2.1.2. FORMULACIÓN

Según la Guía de Productos Cárnicos (UNALM, 2014), se menciona una formulación básica en elaboración de hot dog, como sigue en el Cuadro 2.

**Cuadro 2: Ingredientes en la formulación de hot dog**

<b>Ingredientes</b>	<b>Cantidad en porcentajes</b>
Carne de cerdo curada	37,20
Carne de res curada	14,00
Grasa dorsal	8,60
Maicena o almidón de papa	4,00
Hielo	32,78
Concentrado funcional de soya	2,00
Sal común	0,38
Polifosfatos	0,40
Pimienta	0,08
Nuez moscada	0,10
Comino	0,08
Glutamato mono sódico	0,10
Humo líquido	0,10
Color carmín	0,10
Esencia de humo (opcional)	0,04
Conservante (opcional)	0,05
<b>Total masa fina</b>	<b>100,00</b>

FUENTE: UNALM (2014)

### 2.1.3. PROCESO DE ELABORACIÓN

Según Alberti *et al.* (2003) los principales ingredientes de un embutido son, la carne de cerdo y/o de res, la grasa dorsal de cerdo, las sales de cura (nitritos y nitratos), los aglutinantes (fosfatos y polifosfatos), el agua o hielo y las fundas naturales o artificiales.

Como principales etapas en la elaboración de hot dog Téllez (2002) recomienda:

- a. **Curado de carne:** Consiste en someter a las carnes a la acción de una mezcla especial de sales, en condiciones especiales de temperatura y tiempo con la finalidad de fijar el color rojo atrayente de la carne, mejorar el sabor y el aroma y finalmente permitir una mayor conservación de las mismas.
- b. **Picado y Mezclado:** Consiste en reducir el tamaño de la materia prima. Para el desmenuzamiento de la carne es necesaria una picadora o un cutter de alta velocidad, para evitar el calentamiento de la carne (la temperatura de la masa se controla con agua fría o hielo). Luego de esta operación, puede añadirse todo el sazonado.
- c. **Embutido:** Se usa una máquina embutidora automática o manual; al cargarla se debe extraer al máximo posible el aire que pueda haber en el cilindro y en la masa; se debe seleccionar bien la boquilla a utilizar en concordancia con el diámetro de la envoltura y algo importante, operar con una correcta presión de llenado, para lo cual se tiene que considerar el tipo de masa o pasta a embutir.
- d. **Escaldado:** Según Amo-Visier, citado por (Zorogastua, 2000), existen dos tipos de escaldado, cocción con agua y cocción con horno. De cualquier modo, los moldes deben alcanzar una temperatura interna de 70°C y 80°C.
- e. **Enfriado y escurrido:** Después de la cocción se debe enfriar el producto por refrigeración en ducha fría o baños de agua fría, de forma rápida, con ello se logra buena compactación, y se evita que la grasa se aglomere en la parte superior por diferencia de densidad; terminando se dejan escurrir los embutidos o se secan.
- f. **Conservación y almacenamiento:** La temperatura aconsejada para almacenar es de 4°C a 8°C y con humedad relativa de 85 – 90 por ciento.

#### 2.1.4. FACTORES DE CALIDAD

El Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual propone algunos requisitos básicos en embutidos escaldados (Cuadro 3).

**Cuadro 3: Ficha técnica peruana de hot dog**

<b>NOMBRE DEL PRODUCTO</b>	<b>HOT DOG / SALCHICHA</b>
Descripción	Pasta fina cárnica, condimentada y cocida
Ingredientes	Carne industrial, pollo, cerdo, féculas, emulsiones (grasa, proteína de soya), carragenina, condimentos, sal, sales de curación, antioxidantes, saborizantes, preservantes, colorantes naturales.
Características físicoquímicas  Características microbiológicas  NTP 201.006:1999 (INDECOPI, 1999)	Humedad: < 63% Grasa: < 23% Proteína: > 10% Recuento de aerobios <i>mesófilos</i> < 10 <sup>5</sup> NMP/g Numeración de <i>Escherichia coli</i> < 1 NMP/g Numeración de <i>Staphilococcus aureus</i> < 1 NMP/g Recuento de <i>Clostridium perfringens</i> < 10 <sup>2</sup> ufc/g Detección de <i>Salmonella</i> : ausencia en 25 g
Forma de consumo y consumidores potenciales	Producto de consumo masivo y de uso directo.
Empaque	Tripa de tipo fibrosa Artificial
Embalaje	Bolsa de polietileno de baja densidad
Presentaciones	Pieza de 10 cm de largo (difiere de calibre)
Conservación	Refrigeración
Almacenamiento	Cámara de refrigeración a temperatura de 4 a 6 °C, HR 96%.
Vida útil	60 días a temperatura de refrigeración.
Requisitos e instrucciones de uso	Nombre del producto, razón social, autorización sanitaria, RUC, fecha de vencimiento, fecha de producción, ingredientes, dirección, recomendaciones de conservación.

FUENTE: INDECOPI (1999)

## **2.2. CARNE DE LLAMA**

### **2.2.1. PRODUCCIÓN DE CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS EN EL PERÚ**

En el Perú existen principalmente cuatro especies de camélidos sudamericanos (CSA), la alpaca, la llama, la vicuña y el guanaco, de los cuales los más sobresalientes son la alpaca y la llama. La crianza de CSA es una actividad económica relevante para las regiones andinas, destacando la producción de fibra fundamentalmente la de alpaca que posee valoración en los mercados internacionales por su fina textura (FAO, 2005).

La carne en forma contraria, de llama y de alpaca, posee un consumo muy bajo en los medios urbanos, pese a sus extraordinarias cualidades nutritivas, como lo son el bajo porcentaje de grasa y un nivel de proteína más alto en relación a otras especies, características adecuadas para los perfiles nutricionales de sociedades modernas (FAO, 2005).

### **2.2.2. VARIEDADES DE LLAMA**

La llama es la más grande y fuerte de las cuatro especies de CSA, en general se pueden reconocer la existencia de dos variedades fenotípicas de llamas, aunque es muy probable que existan aún otras desconocidas, la mayoría de llamas son el tipo K'ara o pelada caracterizada por poco desarrollo de fibra en el cuerpo, además de ausencia de fibra en la cara y piernas. La Ch'aku o lanuda es la menos común, se caracteriza por presentar mayor cobertura de vellón denso compuesto por fibras finas y de mayor longitud, a lo largo de todo el cuerpo, así como el pescuezo y la parte de las extremidades. La variedad pelada o K'ara tiene poca fibra en el cuerpo y carece de fibra en la zona de la cara y piernas. Alrededor del 70 por ciento de llamas tienen estas características (Bustinza, 2001).

### 2.2.3. CARACTERÍSTICAS Y COMPOSICIÓN DE LA CARNE DE LLAMA

La carne que proviene de los mataderos se destina mayormente al consumo directo en forma de carne fresca o deshidratada y en menor proporción a la elaboración de productos como embutidos (FAO, 2005). La carne de CSA tiene una composición nutritiva similar a la de otras especies domésticas; es, por lo tanto una importante fuente de proteínas y otros elementos esenciales como minerales y vitamina. Sus características organolépticas no difieren de la carne de otras especies aunque la procedente de machos adultos puede tener un olor y sabor más fuerte (FAO, 2005).

La carne de llama es de color rojo cereza, característico de animales jóvenes (dos a tres años). El olor es débilmente parecido al ovino y de sabor agradable, la textura se caracteriza por su firmeza al tacto (Mamani-Linares *et al.*, 2013). En el Cuadro 4 se muestra la composición química de algunas especies. La carne de llama y alpaca tiene alto niveles de minerales, contienen magnesio 25,47 mg/100 g (alpaca) y 19,47mg/100g (llama) el cual es fundamental en numerosas rutas metabólicas previniendo el envejecimiento (Salinas, 2006).

**Cuadro 4: Composición química de carne de algunos animales domésticos de mayor consumo**

<b>Especie</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Proteínas (%)</b>	<b>Grasas (%)</b>	<b>Cenizas (%)</b>
Vacuno <sup>(NTP)</sup>	72,72	21,01	4,84	0,91
Ovino <sup>(NTP)</sup>	72,24	18,91	6,53	2,02
Porcino <sup>(NTP)</sup>	59,18	19,37	20,06	0,79
Caprino <sup>(NTP)</sup>	73,80	20,65	4,30	1,25
Gallina <sup>(NTP)</sup>	72,04	21,87	3,76	1,31
Pato <sup>(NTP)</sup>	70,08	19,60	7,85	1,47
Cuy <sup>(2)</sup>	70,60	20,30	7,80	0,80
Llama <sup>(NTP)</sup>	69,17	24,82	3,69	1,41
Alpaca <sup>(INEN)</sup>	70,80	21,88	5,13	1,30

FUENTE: (NTP) Sumar (1980), (2) Aliaga (1979), (INEN) Jeri (1986); citados por Salinas (2006).

La carne magra como la de llama (*Lama glama*) es considerada saludable debido a que su carcasa tiene un bajo contenido de grasa (0.5 por ciento) y un bajo nivel de colesterol (56mg/100g) en comparación a otras carnes rojas (Cristofanelli *et al.*, 2005) (Cuadro 5), por ello también posee menores propiedades tecnológicas (Cuadro 7).

**Cuadro 5: Composición del músculo de carne de llama y alpaca**

<b>Compuesto</b>	<b>Alpaca (n=40) Promedio +/- SD</b>	<b>Llama (n=20) Promedio +/- SD</b>
Humedad (%)	73,64 +/- 1,66	73,94 +/- 1,87
Grasa (%)	0,449 +/- 0,01	0,51 +/- 0,01
Proteína (%)	23,33 +/- 0,69	23,12 +/- 0,88
Ceniza (%)	2,54 +/- 0,20	2,43 +/- 0,25
Colesterol (mg/100g)	51	56

FUENTE: Cristofanelli *et al.* (2004).

Para consumo de carne, es recomendable seleccionar animales de dos a tres años de edad (con menor incidencia de parasitosis *Sarcocystis*) (Ampuero, 2006). Por otra parte, todavía en muchos consumidores la carne de CSA, como la alpaca, presenta un rechazo debido al prejuicio de que va a tener mal sabor o por deficiencias higiénico sanitarias y también el prejuicio de que es una carne para consumidores de bajo poder adquisitivo, esto a pesar, de que una cantidad creciente de carne de alpaca se comercializa como producto de lujo en restaurantes y comercios especializados (Salvá, 2009).

#### **2.2.4. PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE CARNE DE CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS**

La producción va en aumento progresivo sin embargo cabe mencionar que la producción de alpacas supera hasta en tres veces a la producción de llama (Cuadro 6).

**Cuadro 6: Producción de carne de alpaca y llama en el Perú (toneladas métricas)**

Año	Alpaca	Llama
2009	10 189	4 146
2010	10 761	4 075
2011	11 318	4 235
2012	11 999	4 350
2013	12 169	4 179

FUENTE: INEI (2013)

Únicamente, debido a la mayor cantidad de dinero que se obtiene por la venta de carne de alpacas entre año y medio y dos años de edad, con respecto a los obtenidos por la venta animales mayores, justificados en una mayor calidad de la carne de los animales jóvenes, por parte del sector productivo y de diversas organizaciones, se muestra un interés creciente en promover la venta de alpaca joven para carne y fomentar el consumo de su carne, fresca o transformada (Salvá, 2009).

**Cuadro 7: Características de interés tecnológico de carne de alpaca, llama y cerdo**

<i>Músculo: Longissimus lumborum</i>	Alpaca <sup>A</sup>	Llama <sup>B</sup>	Cerdo
pH	5,63 ± 0,22	5,48 ± 0,11	5,83 ± 0,19
Retención de Agua:			
Jugosidad - WHC (%)		19,72	16,83 <sup>D</sup>
Pérdidas por presión (%)	26,41 ± 4,22	--	--
Pérdidas por cocción (%)	23,72 ± 3,98	19,2 ± 2,9	--
	51,17 ± 3,01**	50,68 ± 2,74*	44,0 ± 6,3 <sup>C</sup>
Textura (Kg/cm <sup>2</sup> )	4,67 ± 0,84	2,16 ± 0,40	5,13 ± 1,24
Color: L*	36,17 ± 2,12	34,92 ± 2,77	49,3 ± 3,4
a*	15,05 ± 1,44	11,73 ± 2,77	5,2 ± 1,1
b*	1,16 ± 2,30	9,75 ± 1,65	14,3 ± 1,3

FUENTE: <sup>A</sup> Salvá (2009), <sup>B</sup> Mamani-Linares y Gallo (2014), <sup>C</sup> Ramos (2008).

<sup>D</sup> Castro y Narváez (2013)

## **2.3. CARBOHIDRATOS USADOS EN LA INDUSTRIA CÁRNICA**

### **2.3.1. ANTECEDENTES**

La industria de carnes ha venido evolucionando en la formulación, reduciendo la utilización de proteína cárnica con el fin de abaratar costos, pero tratando de conservar las características de calidad deseadas por el consumidor; debido a esto han aparecido agentes diseñados para mantener la textura, retener y estabilizar agua en proporciones altas, siendo funcionales en ambientes poco favorables (vacío, baja temperatura, concentración de sal, pH); permitiendo extender los productos, con un bajo impacto en la calidad más sensible para el consumidor (Restrepo *et al.*, 2010). Los carbohidratos permiten alcanzar lubricidad y humedad, debido a la adición de agua en forma de gel (Mallika *et al.*, 2009, citados por Pacheco *et al.*, 2011); un formador de gel se puede agregar para mejorar la ligazón de agua y la estabilidad al calor en salchichas cocidas (Ruusunen y Puolanne, 2005, citados por Pacheco *et al.*, 2011). Dentro de los carbohidratos, los hidrocoloides o gomas han sido los más usados en la formulación de productos cárnicos bajos en grasa debido en gran parte a su capacidad para ligar agua y formar geles (Jiménez, 1996).

Se reportan el uso de carragenina, alginato, goma de algarrobo y goma xantana en la elaboración de frankfurter, indicando que la principal ventaja del uso de gomas cuando se agrega agua a este tipo de productos, es el aumento de la retención de agua (por rendimiento de cocción) y no de la textura (Xiong *et al.*, 1999). La carragenina es usada con buenos resultados en nuggets de puerco, salchichas de puerco (Berry y Bigner, 1996) y empanizados de carne (Lin y Keeton, 1998). La goma xantana ha sido frecuentemente incluida en la formulaciones bajas en grasa para estabilizar el sistema. Geles de konjac han sido usadas en bologna baja en grasa (Chin *et al.*, 2000) y en salchichas light de cordero curadas (Osburn y Keeton, 2004). Lin y Huang (2003) evaluaron el efecto de mezclas de goma gellan y konjac sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de frankfurter reducidas en grasa, encontrando un aumento general en la calidad sensorial del producto por la inclusión de éstas. Hay varios estudios con el uso de geles de konjac (1,5 por ciento) en salchichas light, encontrando que mantuvo sus atributos sensoriales, excepto por la firmeza (Akesowan, 2008).

La adición de carragenina aumentó la capacidad de retención de agua (rendimiento) y la textura en bolas de carne reducidas en grasa (Ulu, 2006); mientras que (Ayadi *et al.*, 2009), estudiaron los efectos de la adición de carragenina sobre salchichas de pavo, encontrando que en niveles altos (0,8 a 1,5 por ciento), este hidrocoloide conduce a salchichas duras, cohesivas, menos elásticas y sin cambios significativos en el sabor. Se determinó que la interacción entre la carragenina y la goma de algarrobo aumenta la textura y la retención de agua en salchichas bajas en grasa (García-García y Totosa, 2008). De otro lado, Ruusunen *et al.* (2003) estudiaron el uso de carboximetilcelulosa y carragenina sobre las propiedades físicas y características organolépticas de salchichas bajas en grasa; encontrando que tanto la carragenina como la carboximetilcelulosa disminuyeron las mermas por cocción y aumentaron la firmeza.

### **2.3.2. GOMA DE TARA**

La goma de tara se deriva del endospermo molido de la planta de tara (*Caesalpinia spinosa*), de la familia de las *Caesalpinaceae leguminosas*. La planta es cultivada comercialmente en el Perú para el consumo humano y animal. Por ser proveniente de semillas, contiene principalmente galactomananos (Cabello, 2009).

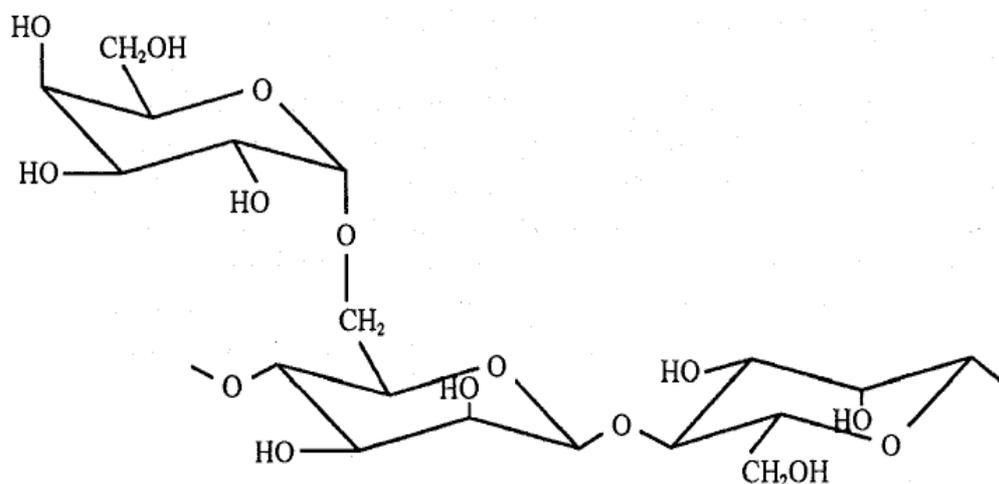
Las gomas dan soluciones muy viscosas con bajas concentraciones, especialmente si se mezclan con carrageninas o con la goma xantana. Sus principales usos son como espesante, estabilizante de emulsiones e inhibidor de la sinéresis en diversos productos alimenticios (Belitz, 1997).

#### **a. COMPOSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS TECNO-FUNCIONALES**

El comportamiento de la goma de tara es similar al de la goma garrofin, impartiendo viscosidad al medio donde se aplique; aparte de otras funciones como la de evitar la formación de cristales durante la congelación y mantener buena resistencia al choque térmico (Cubero *et al.*, 2002). Los galactomananos están constituidos por unidades de manosa y galactosa y presentan una estructura molecular lineal formada por cadenas de D-manosa con enlaces en posición  $\beta$ -1,4 en la cual se unen varias ramas de D-galactosa mediante enlaces (1,6) cada cuatro o cinco manosas (Fennema, 1996).

Estos poseen la capacidad de absorber agua y forman soluciones acuosas altamente viscosas y estables, motivo por el cual se les denominan hidrocoloides, mucílagos o gomas (Badui, 2006). El Reglamento Sanitario de Chile los clasifica como aditivos alimentarios; éstos se incorporan a los alimentos en concentraciones inferiores al 1 por ciento para mejorar su textura o consistencia, sin que se afecte el aroma, sabor ni contenido nutritivo (Oliva *et al.*, 2010).

El uso industrial del galactomanano se basa en el aprovechamiento de sus propiedades funcionales, las cuales están relacionadas con sus características fisicoquímicas y dependen fundamentalmente de su estructura (FAO, 2005; Rincon, 2013). La proporción de sustituciones de galactosa no sólo describe la estructura de los galactomananos (Figura 1), además tiene un papel significativo en sus propiedades funcionales, como condiciones de hidratación, capacidad de retención del agua y comportamiento reológico. Dentro de este último la viscosidad es el criterio de calidad fundamental para los agentes de espesamiento y ésta difiere entre un galactomanano y otro (De la Cruz, 2004; Espinoza, 2002; López-Franco *et al.*, 2006).



**Figura 1: Segmento representativo de una molécula de galactomanano**

FUENTE: Fennema (1996)

Posee la ventaja de ser incolora, insípida, muy estable y altamente resistente a la descomposición. La característica de la goma de tara como fijadora de agua la hace ideal como agente de hidratación rápida en la formación de soluciones coloidales viscosas y es usada en procesos de tiempo corto donde las condiciones requieren 80°C durante 20 a 30 segundos. En la industria cárnica puede ser aplicada en la elaboración de embutidos y comida animal enlatada (ALNICOLSA, 2003) (Cuadro 8).

**Cuadro 8: Especificaciones técnicas de la goma de tara**

<b><u>Especificaciones técnicas</u></b>	
Apariencia	Polvo fino cremoso a blanco
Olor	Inodoro
Humedad	Max 8,0 %
Proteína (N x 6,25)	Max 2,0 %
Cenizas insolubles en ácido	0,08%
Contenido de grasa	Max 2,0 %
Almidón	Ausente
Solubilidad	Parcialmente soluble en agua fría. Soluble en agua caliente. Insoluble en alcohol
Viscosidad a 20°	Min 3000 cps
pH	5,5
<b><u>Metales pesados</u></b>	
Plomo	Max 20 ppm
Arsénico	Max 3 ppm
Mercurio	----
Cadmio	----
<b><u>Especificaciones microbiológicas</u></b>	
Aerobios mesófilos	Max 1000 ufc/g
Hongos	Max 100 ufc/g
Levaduras	Max 10 ufc/g
<i>Escherichia coli</i> -coliformes	Negativo / 10g
Salmonella	Negativo / 25g

FUENTE: Avendaño (2008).

La goma de tara puede reemplazar en forma total o parcial a otros hidrocoloides obteniéndose una excelente relación costo-beneficio y otorga las siguientes propiedades: espesante, gelificante, estabilizante, termoestable (resiste congelamiento/descongelamiento) (Alzamora, 2007), estable a pH mayor a 3,5; agente de retención de agua, soluble en frío, no modifica sabores, da excelente palatabilidad, previene la cristalización y la sinéresis y no sufre alteración por acción de electrolitos. La goma de tara es un producto orgánico aprobado por la unión europea y MERCOSUR, como aditivo alimenticio (E417) (INDUNOR, 2003; mencionado por Elías y Salvá, 2004).

## **2.4. PROTEÍNA NO CÁRNICA USADA EN LA INDUSTRIA CÁRNICA**

### **2.4.1. ANTECEDENTES**

Las fuentes no convencionales de proteína siguen siendo una alternativa interesante para la sustitución de proteínas animales, la disminución de grasas animales y la disminución de costos en la elaboración de embutidos (Rongrong *et al.*, 1998). La funcionalidad de las proteínas vegetales es una característica indispensable para su aplicación, como lo son el balance de aminoácidos indispensables y la ausencia de factores antinutrimientales (Gnanasambandam y Zayas, 1994).

Se han llevado a cabo varios estudios con el uso de proteína de huevo en salchichas (Franco, 2007), en geles de carne de porcino (Becerra, 2012); combinada con *K*-carragenina y transglutaminasa microbiana en geles de carne vacuno (Pietrasik, 2003). La proteína de soya es muy usada como aglutinante de carnes por su capacidad de retención de agua y aceite (Akesowan, 2008); Akesowan (2008) afirma que se ha demostrado que agregar proteína de soya mejora la unión y texturización de salchichas; el aislado proteico de soya tiene sabor más suave y contenido de proteína mayor, también puede ser usado como aglutinante de carne.

Gutierrez *et al.* (2011) hicieron comparaciones en salchichas tipo Viena con adición de proteína aislada de soya y ajonjolí, mostrando que no hubo diferencias significativas en cuanto al rendimiento y textura. Los reemplazantes de grasa en base a proteína se han utilizado con éxito en la elaboración de productos cárnicos picados, debido a su gran potencial como extensores, a su alto valor nutricional y a su amplia gama de propiedades funcionales como solubilidad, viscosidad y capacidad de retención de agua (Mallika *et al.*, 2009, citados por Pacheco *et al.*, 2011). Dentro de estos, Jiménez (1996) reporta el uso de proteínas de soya, proteínas de suero, gluten, albúmina, entre otras. Hsu y Sul` (2006), evaluaron el efecto de diez proteínas no cárnicas como reemplazantes de tocino de cerdo en el desarrollo de bolas de carne emulsificadas; dentro de las cuales destacan la funcionalidad de las proteínas de soya y de las proteínas concentradas de suero. De igual manera, se estudió el efecto de cuatro proteínas no cárnicas sobre las características fisicoquímicas y las propiedades de textura de salchichas picadas, dentro de las que sobresale el uso de caseinato de sodio y la proteína de huevo (Yoo *et al.*, 2007; citados por Pacheco *et al.*, 2011).

Rogers (2001) reporta el uso de proteína concentrada y aislada de soya en salchichas frankfurter reducidas en grasa, las proteínas fueron aplicadas como polvo seco y en forma de pre-emulsiones. Modi *et al.* (2003) estudiaron el posible uso de harina de soya en el desarrollo de una hamburguesa baja en grasa; mientras que (Cengiz y Gokoglu, 2007), expresan que los niveles de grasa en salchichas tipo frankfurter pueden ser disminuidos en un 50 y 75 por ciento con la inclusión de fibra de cítricos y proteína concentrada de soya, logrando así una disminución del valor energético y el contenido de colesterol.

Akesowan (2008), indica que las proteínas de soya, son una de las proteínas no cárnicas más ampliamente usadas debido a sus diversas propiedades funcionales tales como retención de agua, ligazón y emulsificación; lo que ha permitido su incorporación dentro de los productos cárnicos procesados con el fin de mejorar sus propiedades físicas y químicas. También existen estudios sobre el uso de suero líquido en salchichas frankfurter (Yetim *et al.*, 2001); el efecto del uso de ingredientes lácteos en la elaboración de bolas y rollos de carne emulsificados (Serdaroglu y Deniz, 2004; Serdaroglu, 2006), respectivamente. Dentro de los aditivos empleados, los autores citados destacan el uso de suero en polvo y caseinato de sodio, respectivamente.

Serdaroglu (2006), especifica que el uso de estos ingredientes dentro de los productos cárnicos contribuye a mejorar la textura, las propiedades sensoriales y minimizar las pérdidas por cocción. De igual manera, Rogers (2001), establece que este tipo de ingredientes ayudan a reducir algunas sensaciones indeseables en cuanto al sabor de los productos libres de grasa, mejoran la sensación bucal y redondean el sabor. Jiménez (1996), indica sobre el posible uso de proteína de huevo para el desarrollo de productos bajos en grasa; ya que se ha encontrado que esta proteína afecta la textura pero no las propiedades de ligazón de salchichas bologna formuladas con diferentes niveles de grasa; otros autores estudiaron el efecto combinado del uso de huevo líquido, grasa y proteína de soya texturizada sobre las propiedades de textura de empanadas de carne bajas en grasa, elaborados con carne de cabra picada; anotando que el huevo líquido fue agregado a las empanadas de carne por sus propiedades de ligazón y emulsificación (Gujral *et al.*, 2002).

Rogers (2001) incluye en su revisión, el uso de otros ingredientes con alto contenido de proteína en la fabricación de salchichas emulsionadas bajas en grasa, tal es el caso de la harina de avena, salvado de avena, germen de trigo, puré de manzana, entre otros; proteína concentrada de trigo en salchichas; proteína de leche en salchichas de pollo, esas proteínas como sustitutos de grasa han sido usados exitosamente en productos de origen cárnico y se ha reportado que tienen buen potencial como extensores en varios productos cárnicos debido a su alto valor nutricional y amplio rango de propiedades funcionales como solubilidad, viscosidad y capacidad de retención de agua.

#### **2.4.2. CONCENTRADO FUNCIONAL DE SOYA**

Se puede obtener proteína de soya mediante la eliminación de la mayoría de los solubles en aceite y agua; y constituyentes no proteicos. Campbell, citado por Luna Jiménez (2007), menciona que por definición, el concentrado proteico contiene un mínimo de 70 por ciento de proteína, en base seca (Cuadro 9) y se preparan de harinas u hojuelas desgrasadas que han sufrido un proceso de extracción para remover los azúcares solubles y otros constituyentes menores. La obtención de concentrado proteico a partir de harina desgrasada de oleaginosas, tiene como objetivo principal la eliminación lo más completa y selectiva posible de los compuestos solubles no proteicos (Vioque *et al.*, 2001).

## a. COMPOSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS TECNO-FUNCIONALES

El concentrado de soya suele utilizarse como ingrediente funcional o nutricional en una amplia variedad de productos alimenticios. El concentrado de soya se presenta como un polvo fino homogéneo de color amarillo paja (Campano, 2002).

Las principales proteínas de almacenamiento en soya son la  $\beta$ -conglucina (7S), deficiente en aminoácidos azufrados, y la glicina (11S), rica en los mismos. Ambas consideradas como excelentes fuentes de proteína dietaria (Badui, 2006); siendo las mayoritarias glicina (40 por ciento),  $\beta$ -conglucina (28 por ciento) y  $\gamma$ -conglucina (3 por ciento). Atendiendo al método de separación de proteínas vegetales por ultracentrifugación a pH 7,6 y fuerza iónica de 0,5 M pueden también clasificarse como fracciones 11S (glicina) y 7S ( $\beta$ -conglucina y  $\gamma$ -conglucina), 2S, 9S y 15S, siendo estas tres últimas componentes minoritarios de la fracción proteica de la soja (Brooks y Morr, mencionados por Amigo, 2007). La funcionalidad de una proteína depende de la estructura de la molécula, en el caso de la soya, esta tiene presencia de grupos lipofílicos e hidrofílicos los cuales facilitan su asociación con grasa y aceite.

Venegas *et al.* (2009), cita a varios autores, y menciona, respecto a la proteína de soya, que: esta macromolécula tiene una compacta estructura terciaria y presenta estructura cuaternaria (Liu *et al.*, 1999); además, tiene una gran actividad interfacial, la cual le permite tener una gran capacidad emulsificante y espumante (Santiago *et al.*, 2007; Rodríguez *et al.*, 2005; Martín *et al.*, 2002). El grado de exhibición de estas propiedades depende de su concentración en el sistema donde es utilizada (Roesch y Corredig, 2002).

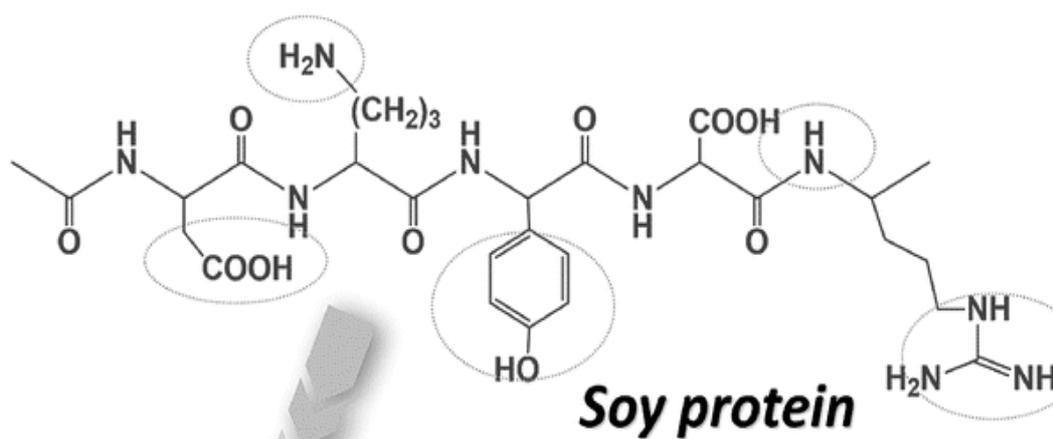
Doublier *et al.*, (2000), mencionados por Venegas *et al.* (2009), afirman que las proteínas tienen interacciones con los polisacáridos, las cuales generalmente se dan en tres partes: (1) Formación de enlaces covalentes entre dos polímeros; (2) Interacciones electrostáticas polianión- policación y (3) Formación de un gel dúo compuesto por mutual exclusión de cada componente. Esto explicaría la modificación de las propiedades gelificantes y otras propiedades funcionales de las proteínas de soya (así como propiedades interfaciales), en la presencia de hidrocoloides.

**Cuadro 9: Composición química de los productos de soya**

Com- puesto	Harina desengrasada y sémola (%)		Concentrado (%)		Aislado (%)	
	BH*	BS**	BH*	BS**	BH*	BS**
Proteína (Nx6,25)	52,0- 54,0	56,0- 59,0	62,0-69,0	65,0-72,0	86,0-87,0	90,0- 92,0
Grasa	0,5 – 1,0	0,5 – 1,1	0,5 – 1,0	0,5 – 1,0	0,5 – 1,0	0,5 – 1,0
Fibra cruda	2,5 – 3,5	2,7 – 3,8	3,4 – 4,8	3,5 – 5,0	0,1 – 0,2	0,1 – 0,2
Cenizas	5,0 – 6,0	5,4 – 6,5	3,8 – 6,2	4,0 – 6,5	3,8 – 4,8	4,0 – 5,0
Humeda d	6,0 – 8,0	0,0	4,0 – 6,0	0,0	4,0 – 6,0	0,0
Carbohid .	30,0- 32,0	32,0- 34,0	19,0-21,0	20,0-22,0	3,0 – 4,0	3,0 – 4,0

FUENTE: Cabello (2009)

\*BH: base húmeda; \*\*BS: base seca



**Figura 2: Estructura de proteína de soya**

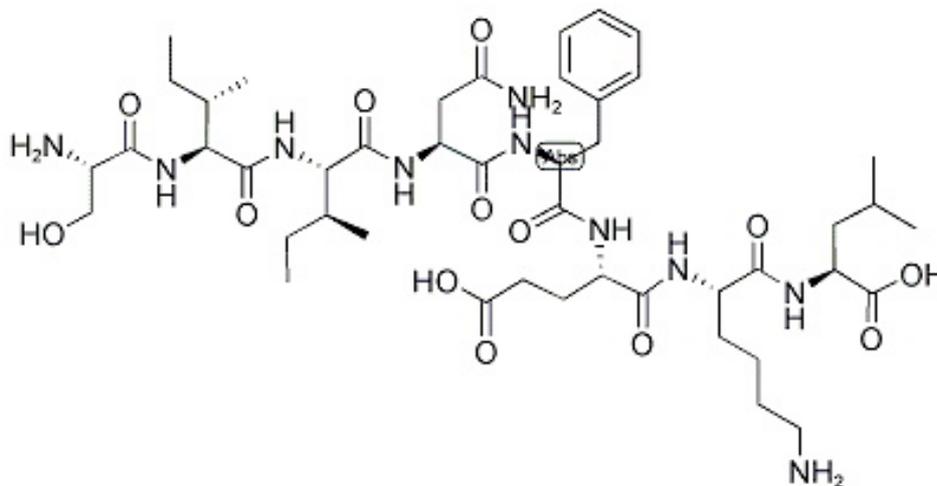
FUENTE: Luo *et al.* (2015)

### 2.4.3. ALBÚMINA DE HUEVO

La albúmina de huevo es un importante ingrediente en el procesamiento de alimentos, contiene un mínimo de 80 por ciento de proteína, y posee una variedad de propiedades funcionales como la formación de gel, propiedades de retención de agua, capacidad de formación de espuma y habilidad de emulsificación. De todas estas, la formación de gel y capacidad de retención de agua son las que mayormente se aplican en productos cárnicos (Handa, 2001, citado por Franco, 2007).

#### a. COMPOSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS TECNO-FUNCIONALES

Powrie y Nakal (2000), citados por Trespalacios y Pla (2007), señalan que el albúmen es un sistema proteico de numerosas proteínas globulares, constituido principalmente por ovoalbúmina y se encuentran fibras de ovomucina incluidas en la solución acuosa. Los carbohidratos (uno por ciento de peso total) se encuentran en forma libre o combinada con proteínas y la glucosa constituye el 98 por ciento de los carbohidratos libres totales. La cantidad de lípidos en el albumen de huevo es mínima en comparación a la yema. Las principales proteína y algunas características fisicoquímicas más importantes se pueden observar en el Cuadro 10. La clara de huevo tiene propiedades gelificantes, emulgentes, espumantes y fijadoras de agua que la convierten en muy útil para la elaboración de numerosos productos alimenticios (Fennema, 1996).



**Figura 3: Estructura de una ovoalbúmina**

FUENTE: Fennema (1996)

**Cuadro 10: Proteínas del albúmen de huevo**

Fracción	% (b.s)	PI	PM	VI	Características
Ovoalbúmina	54	4,6	44 500	0,043	Fosfoglicoproteína de fácil desnaturalización, tiene 4 –SH
Ovotransferrina (conalbúmina)	13	6,1	76 000	0,084	Glicoproteína que acompleja hierro y otros metales
Ovomucoide	11	4,1	28 000	0,055	Glicoproteína, inhibidor de tripsina
Ovomucina	3,5	4,7	110 000	2,10	Glicoproteína, fibrosa, viscosa
Lisozima (globulina G1)	3,4	10,7	14 300	0,027	Globular, 4 –SH, acción lítica
Ovoglobulina G <sub>2</sub>	4,0	5,5	30 000		Interviene en la capacidad espumante*
Ovoglobulina G <sub>3</sub>	4,0	4,8			
Ovoinhibidor	1,5	5,1	49 000		Inhibe tripsina y quimotripsina
Ovogluco-proteína	1,0	3,9	24 400	0,0651	Glicoproteína
Ovoflavor-proteína	0,8	4,0	32 000		Une riboflavina
Ovomacro-globulina	0,5	4,5	830 000		Glicoproteína
Avidina	0,05	10	68 300		Une biotina

FUENTE: Badui (2006). \*Awade (1996). \*Powrie y Nakai (2000) citados por Trespalacios y Pla (2007).

PI: punto isoeléctrico; PM: peso molecular; VI: viscosidad intrínseca.

La multifuncionalidad de la clara de huevo deriva de las complejas interacciones entre sus constituyentes proteicos, ovoalbúmina, conalbúmina, lisozima, ovomucina y otras proteínas similares a la albúmina (Fennema, 1996). Se ha comprobado que el pH, la temperatura y las sales influyen en este proceso; se ha encontrado también que la rigidez de los geles es mayor cuando se producen a temperaturas de 85°C, pH 9.0 y una concentración de cloruro de sodio 0,08M. La agregación y la gelificación dependen de la formación de enlaces de estructura tipo beta. No todas las proteínas de la tienen la capacidad de gelificar y si lo hacen puede ocurrir por mecanismos distintos (Badui, 2006).

La propiedad de formación de gel se produce debido a las interacciones proteína - proteína mediante enlaces covalentes o no covalentes, la naturaleza y las propiedades de los geles están influenciadas por varios factores, tales como la concentración de proteínas, el pH de la solución, la naturaleza y la concentración del electrolito. La gelificación puede ocurrir durante el calentamiento o enfriamiento y depende de la naturaleza de la proteína y en el propio proceso (Phillips *et al.*, 1994, citados por Muñoz, 2017).

La formación inducida por calor implica la asociación ordenada de cadenas desplegadas de polipéptidos a través de enlaces no covalentes (por ejemplo, puentes de hidrógeno, interacciones iónicas e hidrófobas) y en algunos casos, a través de enlaces covalentes como enlaces de disulfuro; Las interacciones proteína-proteína no covalentes se producen durante la formación de geles reversibles y no reversibles. Los enlaces intermoleculares cruzados entre las cadenas desarrolladas de polipéptidos varían ampliamente y son esenciales para la formación de gel. El tipo y la extensión de las interacciones no covalentes, como las interacciones hidrofóbicas y "Van der Waals", los puentes de hidrógeno y las interacciones iónicas, están relacionados con la naturaleza de la proteína, con su concentración, con el pH de la solución, con la intensidad de desnaturalización causada por el calentamiento y por el medio iónico e interfiere con las fuerzas de atracción y repulsión de la red tridimensional (Phillips *et al.*, 1994, citados por Muñoz, 2017).

## 2.5. DISEÑO DE MEZCLAS

### 2.5.1. MARCO GENERAL

Los experimentos industriales están típicamente orientados, como primera opción, hacia diseños experimentales en los cuales se considera solamente dos niveles para cada factor (variable). Estos diseños están compuestos de todas las combinaciones de cada factor en sus niveles máximo y mínimo. Con una gran cantidad de factores, solo una fracción de todas las pruebas necesita ser completadas para obtener las estimaciones de los efectos principales e interacciones simples. Sin embargo, cuando la respuesta depende de las proporciones de los ingredientes, como en el caso de una formulación química o alimenticia, los diseños factoriales pueden carecer de sentido. En un diseño de mezcla, es imposible variar un ingrediente o componente mientras todos los demás permanecen constantes (Hare, 1974).

Tan pronto como la proporción de un componente es alterado, la proporción de al menos otro resulta modificado; dado que la suma de todos los ingredientes es siempre la unidad (Hare, 1974).

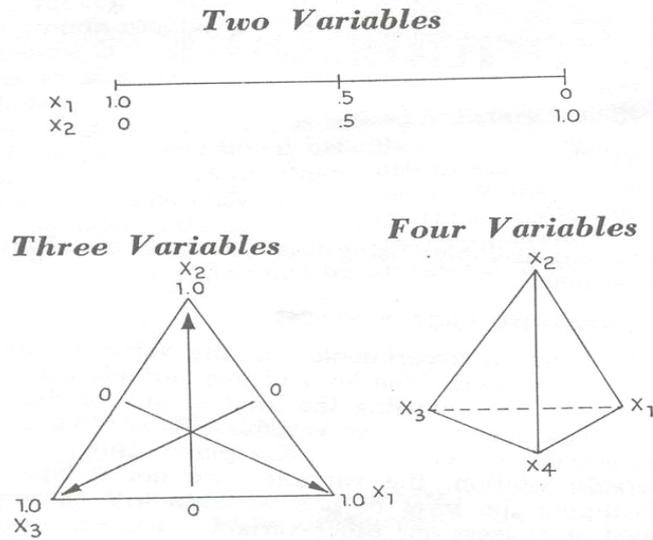
### 2.5.2. ESPACIOS FACTORIALES RESTRINGIDOS

En un experimento factorial, las variables estudiadas son independientes. El nivel de una puede ser alterado sin provocar cambios en el nivel de cualquier otra. De esta forma, para el caso de dos variables,  $X_1$  y  $X_2$ , el espacio factorial es un plano entero  $X_1X_2$ . Pero en un experimento de mezcla, las variables no son independientes; cambiando el nivel de una variable, cambiará el nivel de al menos una de las otras variables experimentales (Hare, 1974). Dado que la suma de las variables siempre es 1,0 ó 100 por ciento, el experimento está sujeto a la siguiente restricción (Ec. 1):

$$\sum_{i=1}^q X_i = 1.0 \quad \dots\dots\dots (Ec. 1)$$

Donde “q” es el número de componentes en la mezcla.

Las vistas alternativas de estos espacios factoriales son mostradas en la Figura 4, y facilitan la conceptualización de los diseños de mezcla y la data (Hare, 1974).



**Figura 4: Vistas alternativas de estos espacios factoriales**  
 FUENTE: Hare (1974).

**2.5.3. MODELOS DE MEZCLAS**

Tal como en los experimentos factoriales, se usan modelos matemáticos para analizar la data generada en experimentos de mezcla. Un modelo factorial en dos variables es:

$$E(y) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{12} X_1 X_2 \dots\dots\dots (Ec 2)$$

Aquí, E (y) es el valor esperado de la respuesta, los símbolos  $\beta$  son coeficientes que tienen que ser estimados, y las X's son los niveles de las variables. Este modelo puede ser aplicado para un espacio de mezcla, considerando la restricción  $X_1 + X_2 = 1$ ; con lo cual se convierte en:

$$E(y) = (\beta_0 + \beta_1 + \beta_{11}) X_1 + (\beta_0 + \beta_2 + \beta_{22}) X_2 + (\beta_{12} - \beta_{11} - \beta_{22}) X_1 X_2 \dots\dots\dots (Ec 3)$$

lo que puede ser expresado como:

$$E(y) = \beta_1' X_1 + \beta_2' X_2 + \beta_{12}' X_1 X_2 \dots\dots\dots (Ec 4)$$

O la suma de tres términos que involucran el producto de coeficientes y variables. La estimación de los coeficientes puede ser obtenido por regresión múltiple, con la utilización de softwares adecuados (Hare, 1974).

Similares cálculos aplicados a otros modelos factoriales han dado como resultado el siguiente grupo de modelos para datos provenientes de experimentos de mezcla, sugeridos por Scheffé (1958) y presentados por Snee (1971); citados por Hare (1974):

- Lineal:

$$E(y) = \sum_{i=1}^q \beta_i X_i \dots\dots\dots (Ec 5)$$

- Cuadrático:

$$E(y) = \sum_{i=1}^q \beta_i X_i + \sum_{1 \leq i < j} \beta_{ij} X_i X_j \dots\dots\dots (Ec 6)$$

- Cúbico Especial:

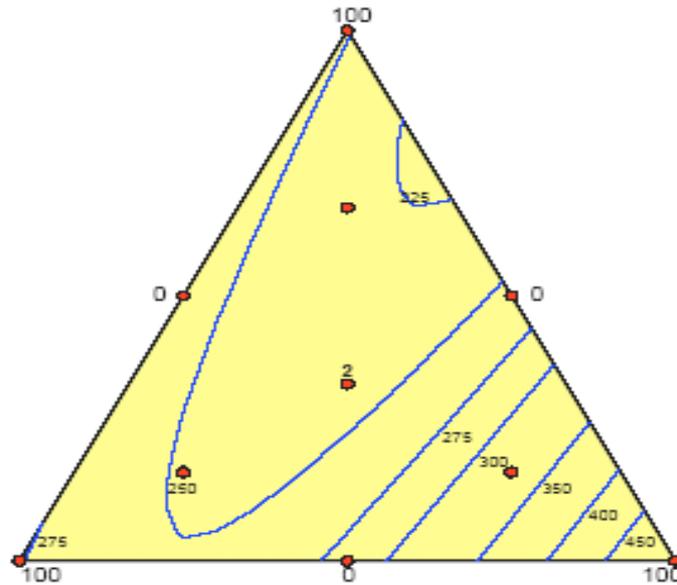
$$E(y) = \sum_{i=1}^q \beta_i X_i + \sum_{1 \leq i < j} \beta_{ij} X_i X_j + \sum_{1 \leq i < j < k} \beta_{ijk} X_i X_j X_k \dots\dots\dots (Ec 7)$$

- Cúbico Completo:

$$E(y) = \sum_{i=1}^q \beta_i X_i + \sum_{1 \leq i < j} \beta_{ij} X_i X_j + \sum_{1 \leq i < j} v_{ij} X_i X_j (X_i - X_j) + \sum_{1 \leq i < j < k} \beta_{ijk} X_i X_j X_k \dots\dots\dots (Ec8)$$

Aquí, “q” es el número total de componentes en la mezcla.

Una respuesta de gran interés en nuestros días, y que debe ser considerada cuando se realizan estudios de este tipo es la referente a costos. Para formulaciones, basta con solo ingresar una ecuación de costo como una función de los niveles de los componentes. Posteriormente, se debe considerar el costo como una respuesta adicional (junto con aquellas referentes a otros aspectos de desarrollo del producto, tales como calidad sensorial, cantidad de calorías, etc.), en el ploteo de contornos sobrepuestos, de la Figura 5, o en la optimización numérica de respuesta múltiple (Anderson y Whitcomb, 1998).



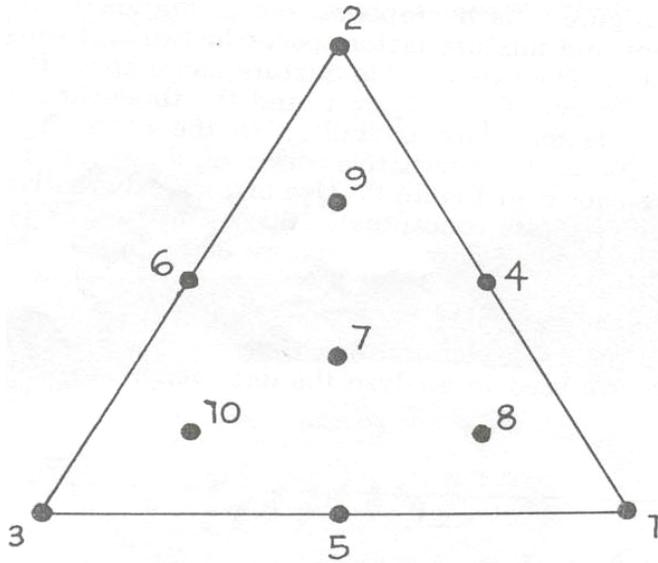
**Figura 5: Ploteo de contornos sobrepuestos (obtenido a partir de un diseño de mezcla simple con centroide ampliado, caso de tres componentes)**

FUENTE: Anderson y Whitcomb (1998)

Es necesario aclarar que, según la Figura 5, se tienen respuestas de un mismo tipo, pero con diferentes valores; lo cual depende del nivel de cada factor empleado. Dichas respuestas están representadas por las líneas azules (Anderson y Whitcomb, 1998).

#### 2.5.4. LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE PRUEBA

La pregunta acerca de qué puntos experimentales deben ser probados, es parcialmente contestada por el comportamiento anticipado de la data. Por ejemplo, en una mezcla de dos componentes, si se anticipa una respuesta lineal, solo necesitan ser probados los puntos extremos  $(1,0)$  y  $(0,1)$ . Pero si se espera obtener un comportamiento cuadrático, los puntos  $(1,0)$ ;  $(1/2,1/2)$ ; y  $(0,1)$  deben ser considerados al momento de realizar pruebas. En el caso de una respuesta del tipo cúbica, los puntos a tomar en cuenta serían:  $(1,0)$ ;  $(2/3,1/3)$ ;  $(1/3,2/3)$  y  $(0,1)$ . En cada uno de estos casos, el número de puntos experimentales presentados es mínimo, y debe ser incrementado con la finalidad de que la capacidad del modelo para ajustar la data pueda ser analizada. En el caso de 15 componentes, Snee (1971), citado por Hare (1974), recomienda un diseño de 10 puntos de prueba, tal como se muestra en el Cuadro 11 y se ilustra en la Figura 6.



**Figura 6: Diseño de diez pruebas experimentales**

FUENTE: Hare (1974)

Existen tres vértices, los puntos 1, 2 y 3, cada uno representa el 100 por ciento de un componente; tres puntos, 4, 5 y 6, representan combinaciones del 50 por ciento de cada par de componentes; y un punto central, 7, representa cantidades iguales de cada componente. Además, existen tres puntos internos, 8; 9 y 10, que representan el 66,7 por ciento de un componente y el 16,7 por ciento de cada uno de los otros dos componentes. Estos puntos internos no son esenciales para el cómputo de datos, pero ayudan a evaluar la capacidad del modelo para ajustar la data (Hare, 1974).

En general, si este método de localización de puntos en el espacio muestral fuera aplicado para cualquier número de componentes, “q”, el número total de pruebas requeridas sería (Ec. 9):

$$n = q + \sum_{k=1}^q \binom{q}{k} \dots\dots\dots (Ec 9)$$

Existirían: q vértices de la forma  $(1,0, 0,\dots, 0)$ ;  $\binom{q}{2}$  puntos de la forma  $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0 \dots, 0)$ ;  $\binom{q}{r}$  puntos de la forma  $(\frac{1}{r}, \frac{1}{r}, \dots, \frac{1}{r}, 0,0,\dots,0)$  y q puntos interiores de la forma  $(\frac{q+1}{2q}, \frac{1}{2q}, \dots, \frac{1}{2q})$

**Cuadro 11: Diseño de diez puntos de prueba para tres componentes**

Prueba No.	Componentes		
	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>
1	1	0	0
2	0	1	0
3	0	0	1
4	½	½	0
5	½	0	½
6	0	½	½
7	1/3	1/3	1/3
8	2/3	1/6	1/6
9	1/6	2/3	1/6
10	1/6	1/6	2/3

FUENTE: Snee (1971), citado por Hare (1974).

Es recomendable que cuando el número de componentes es igual o mayor a cinco, solamente deben ser probados los puntos ubicados en los vértices, interior y centro. Si se espera una respuesta de comportamiento cuadrático, todas las posibles combinaciones de dos componentes deben ser incluidas. Sin embargo, si se supone que existirá una respuesta del tipo cúbica, todas las posibles combinaciones de tres componentes, y también las de dos componentes, deben ser consideradas. El Cuadro 12 expone el número y tipos de puntos recomendados para los modelos cuadrático y cúbico (Hare, 1974).

Para “q” componentes, el número de puntos para un modelo cuadrático  $n_q$  y para un modelo cúbico  $n_c$  son:

$$n_q = 1 + q + \sum_{k=1}^2 \binom{q}{k} \dots\dots\dots (Ec 10)$$

$$n_c = 1 + q + \sum_{k=1}^3 \binom{q}{k} \dots\dots\dots (Ec 11)$$

**Cuadro 12: Puntos experimentales para modelos cuadrático y cúbico**

N° de componentes	3	4	5	6	7	8	9	10
Puntos centrales	1	1	1	1	1	1	1	1
Puntos interiores	3	4	5	6	7	8	9	10
Vértices	3	4	5	6	7	8	9	10
Puntos de 2 componentes	3	6	10	15	21	28	36	45
Puntos de 3 componentes	1 <sup>a</sup>	4	10	20	35	56	84	120
Total de puntos modelo cuadrático	10	15	21	28	36	45	55	66
Total de puntos modelo cúbico	10	19	31	48	71	101	139	186

FUENTE: Hare (1974)

### 2.5.5. ESPACIOS DE MEZCLA RESTRINGIDOS

Los diseños de mezclas se subdividen en dos grandes grupos. El primero de estos incluyen los diseños aplicables a problemas sin restricciones, los cuales deben entenderse como aquellos donde los ingredientes en la formulación pueden aparecer en un rango que va desde no aparecer hasta ocupar la totalidad de la mezcla estudiada. Los diseños incluidos en este grupo son el simplex-lattice, simplex centroide y axiales. El segundo grupo incluye los diseños que resuelven problemas con restricciones, en estos los ingredientes están acotados entre valores de máximo y mínimo diferentes de uno y cero respectivamente, el diseño mayoritariamente empleado es el D-Optimal (NIST-SEMATECH, S.F).

Los diseños D-Optimal se basan en un criterio de optimalidad, el cual garantiza que los puntos experimentales minimicen la varianza de los parámetros estimados para un modelo predefinido. Estos se pueden emplear en el estudio de espacios restringidos donde son imposibles utilizar los arreglos de puntos correspondientes a diseños para áreas regulares (NIST-SEMATECH, S.F).

Frecuentemente en experimentos de mezcla, es imposible variar la proporción de cada componente desde cero a uno. Cada componente está restringido dentro de ciertos límites. Matemáticamente se muestra en la Ec. 12:

$$0 \leq a_i \leq X_i \leq b_i \leq 1,0 ; i = 1; 2; \dots q. \dots\dots\dots(Ec 12)$$

Entre las soluciones para el problema de seleccionar un diseño experimental bajo esta circunstancia, se encuentran los diseños de **vértices extremos** de Mc Lean y Anderson (1966), citados por Hare (1974). Ellos recomiendan considerar las posibles combinaciones de los límites  $a_i$  y  $b_i$  para los componentes, tomados de  $q-1$  en  $q-1$ . La sustracción de uno permitirá obtener el nivel a suministrar del componente restante, pero este debe estar dentro de sus límites correspondientes. De otro modo, dicho "vértice" deberá ser borrado del experimento. El número máximo de puntos experimentales para un diseño de " $q$ " componentes será  $q \cdot 2^{q-1}$ .

El Cuadro 13 y la Figura 7, basados en datos ilustrativos, describen de manera didáctica lo antes expuesto (Hare, 1974).

El número total de puntos considerados sería  $3 \cdot 2^{3-1} = 12$ . Seis de estos puntos 1, 4, 5, 8, 9 y 12, deben ser eliminados dado que el componente restante está sobrepasando sus límites.

Los otros seis puntos, y un punto central (opcional pero recomendado) deben ser considerados en las pruebas que se realicen. Las coordenadas del punto central (0,22; 0,52; 0,26) puede ser calculado promediando las coordenadas de los seis vértices. El diseño experimental resultante es el que ilustra la Figura 7.

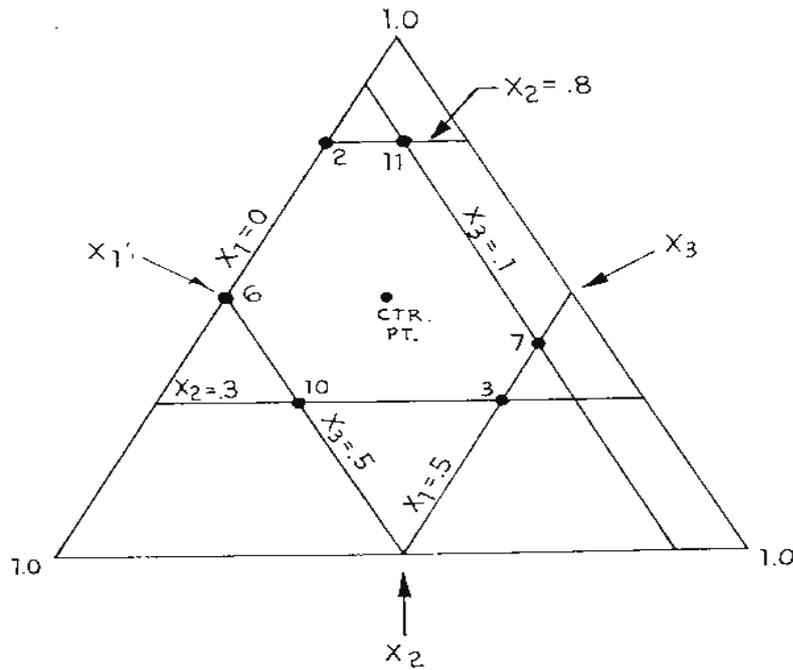
Cabe mencionar que los datos están basados en un diseño de mezcla de 3 componentes, los cuales están sujetos a las siguientes restricciones:

$$\begin{aligned} 0,0 &\leq x_1 \leq 0,5 \\ 0,3 &\leq x_2 \leq 0,8 \\ 0,1 &\leq x_3 \leq 0,5 \end{aligned}$$

**Cuadro 13: Diseño de vértices extremos**

Vértices	Componentes		
	$x_1$	$x_2$	$x_3$
1	0	0,3	-
2	0	0,8	0,2
3	0,5	0,3	0,2
4	0,5	0,8	-
5	0	-	0,1
6	0	0,5	0,5
7	0,5	0,4	0,1
8	0,5	-	0,5
9	-	0,3	0,1
10	0,2	0,3	0,5
11	0,1	0,8	0,1
12	-	0,8	0,5
Centro	0,22	0,52	0,26

FUENTE: Hare (1974)



**Figura 7: Diseño de vértices extremos**

FUENTE: McLean y Anderson (1966), citados por Hare (1974).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN**

La ejecución del presente proyecto se llevó a cabo en los laboratorios de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

- Procesamiento de productos: Planta piloto de alimentos.
- Evaluación fisicoquímica y perfil de textura: Laboratorio de análisis fisicoquímico de alimentos.
- Evaluación sensorial: Laboratorio de análisis sensorial.

#### **3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS**

- Carne de Llama k'ara de 12 meses de edad, corte pierna (*Quadriceps femoris*) y brazuelo (*Biceps braquial*), procedente de la comunidad de Yanamate, Cerro de Pasco.
- Carne de cerdo, corte pierna (*Quadriceps femoris*) (centro de ventas UNALM).
- Grasa dorsal de Cerdo (centro de ventas UNALM).
- Sal de cura al 10 por ciento de nitritos y nitratos (MONTANA S.A.)
- Tripas artificiales de 20mm de calibre (ALITECNO S.A.C.)
- Albúmina de huevo al 87 por ciento, (clara deshidratada Alto Gel CD11 - OVOSUR)
- Goma de tara TAGUM (Argos Export)
- Concentrado funcional de soya al 70 por ciento - Promine HV

- Hielo
- Sal Refinada en polvo
- Polifosfatos
- Condimentos: pimienta, comino, nuez mozcada y ajo en polvo
- Almidón de papa
- Colorante
- Humo líquido

### **3.3. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS**

- Cámara de refrigeración.
- Moledora de carne, marca Mainca©, s/m (España).
- Cutterizadora, marca Mainca©, s/m (España).
- Embutidora, s/m (Perú).
- Colorímetro marca Konica Minolta, modelo CR400 (Japón).
- Balanza Analítica (0 - 500 +/- 0,0001g) marca Ohaus®, modelo Adventurer TM (Estados Unidos).
- Texturómetro marca Brookfield®, modelo QTS25 (Estados Unidos).
- Medidor de actividad de agua marca AquaLab®, modelo 3TE (EE. UU)
- Campana desecadora
- Cocinilla de digestión de proteínas Reles
- Destilador Kjeldahl UDK 129 VELP Scientifica®
- Equipo Soxhlet
- Balones de digestión Kjeldahl
- Bolsas de empacado al vacío
- Bolsas de polietileno con zipper

- Bowl de acero inoxidable
- Cápsulas de aluminio con tapa
- Crisoles de porcelana
- Papel filtro Whatman
- Pinzas
- Materiales de vidrio (matraces, pipetas, probetas, beakers, vasos precipitados, baguetas, tubos)
- Micropipetas marca Brand mod. Transferpette de 10  $\mu\text{L}$ - 100  $\mu\text{L}$ , 1000  $\mu\text{L}$
- Soporte universal
- Tubos de extracción de grasa
- Cuchillo y tabla de picar
- Recipientes de plástico y acero inoxidable
- Guantes, vasos y platos descartables
- Agua destilada
- Ácido sulfúrico 95-98 por ciento (libre de nitrógeno)
- Cloroformo
- Éter de petróleo
- Solución de ácido clorhídrico 0,1 N
- Solución de ácido sulfúrico 0,225  $\pm$  0,005 N: 1,25 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$ /100 mL

### 3.4. PROCESO DE ELABORACIÓN DE HOT DOG DE LLAMA

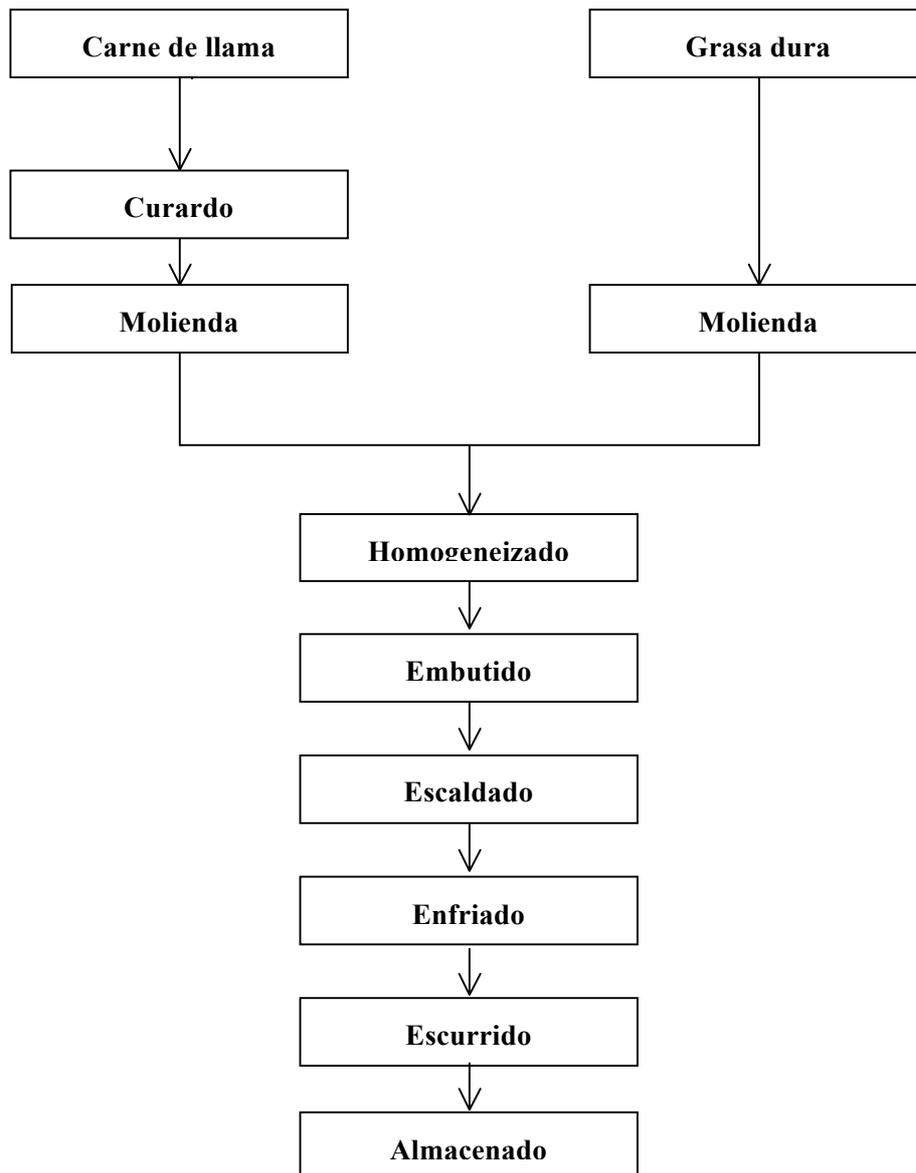
Los ingredientes usados para la elaboración de hot dog de carne de llama, se describen en el Cuadro 14.

**Cuadro 14. Ingredientes utilizados en la elaboración de hot dog de llama**

<b>Ingrediente</b>	<b>Cantidad en porcentajes</b>
Carne de llama curada	53,20
Grasa dura de porcino	8,60
Almidón	4,00
Hielo	30,00
Sal común	0,30
Polifosfatos	0,40
Pimienta	0,08
Nuez moscada	0,08
Comino	0,08
Glutamato mono sódico	0,08
Ajo en polvo	0,08
Humo líquido	0,05
Color carmín	0,05
Ingredientes variables: - Albúmina de huevo - Goma de tara - Concentrado funcional de soya	3,00
<b>Total masa fina</b>	<b>100,00</b>

En la Figura 8 se presenta el proceso de elaboración de hot dog a base de carne de llama que se describe a continuación:

- a. **Curado de carne:** La mezcla curante consistió en 4 g de azúcar, 20 g de sal y 1 g de sal de cura (nitritos al 10 por ciento). La mezcla se adicionó por cada Kilogramo de carne trozada en cubos de un centímetro aproximadamente; se dejó reposar por 24 horas a temperatura de refrigeración (4°C).
- b. **Molienda:** La carne y la grasa (congelados) se sometieron a una moledora para reducir su tamaño y facilitar el mezclado.
- c. **Homogeneizado:** Consistió en agregar los ingredientes en orden; la carne, sal, hielo, soya, goma, albúmina, grasa, hielo, condimentos, almidón, hielo, colorante y humo líquido; hasta la formación de la emulsión.
- d. **Embutido:** Se usó una embutidora manual, se cargó la masa y colocó la tripa artificial de 20mm de calibre, se ató el hot dog cada 10 cm aproximadamente. Se realizó esta operación rápidamente para evitar la ruptura de la emulsión por calentamiento.
- e. **Escaldado:** En una olla mediana se calentó agua a una temperatura de 75°C – 80°C y se escaldó el hot dog por 15 minutos aproximadamente hasta que el interior del hot dog alcanzó 72°C.
- f. **Enfriado:** Una vez escaldado el producto inmediatamente se colocó el producto en refrigeración en un recipiente con agua.
- g. **Escurrido:** Seguidamente se dejó escurrir el producto por una hora en refrigeración.
- h. **Conservación y almacenamiento:** Se dejó almacenado en refrigeración a humedad relativa aproximada de 85 – 90 por ciento.



**Figura 8: Proceso de elaboración de hot dog con carne de llama**  
 FUENTE: UNALM (2014).

### 3.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS

#### 3.5.1. COMPOSICIÓN PROXIMAL

Teniendo en cuenta el trabajo realizado por Fernández-López *et al.* (2004), para los análisis de composición proximal, primero la muestra fue molida en un procesador de alimentos. La humedad, el contenido de cenizas, proteína y grasa fueron determinados por los métodos AOAC 950,46; 920,153; 928,08 y 960,39 respectivamente.

### **3.5.2. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA**

Se utilizó el método reportado por Guerrero y Arteaga (1990): que consistió en centrifugar una porción de carne finamente picada con adición de 8ml de solución de NaCl (0,6M) (reposada por 30 minutos a 4°C); se reporta la proporción de agua retenida luego de 15 min a 10000 rpm.

### **3.5.3. CAPACIDAD DE EMULSIÓN**

Método reportado por Guerrero y Arteaga (1990), consistió en licuar a velocidad baja una porción de carne molida y mezclada con NaCl (1M) mientras se añadió lentamente aceite hasta romper la emulsión, se reportó la proporción de aceite absorbida.

### **3.5.4. PÉRDIDA POR COCCIÓN**

Método recomendado por Brañez *et al.* (2011), que consistió en someter trozos de carne embolsados a cocción en agua durante una hora a 75°C. La pérdida de cocción se calculó como la diferencia en el peso de la muestra antes y después de la cocción y se expresó como un porcentaje del peso de la muestra inicial.

### **3.5.5. RENDIMIENTO**

Se pesó el producto después del proceso de embutido y después del proceso de escaldado y escurrido, el cálculo se determinó de la siguiente manera:

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Peso en gramos del producto cocido} \times 100}{\text{Peso en gramos del producto crudo}} \dots\dots\dots(\text{Ec } 13)$$

### **3.5.6. POTENCIAL DE HIDRÓGENO**

Se calibró el equipo con un buffer 4 y 7, se diluyeron 10g de producto y 90ml de agua destilada y se midió el pH inmediatamente a la homogenización (Braña *et al.*, 2011).

### **3.5.7. ACTIVIDAD DE AGUA**

La actividad de agua ( $A_w$ ) se midió mediante el equipo AquaLab Water Activity Meter (Decagon Devices Inc®). Aproximadamente se picaron dos gramos de muestra de hot dog para depositarlos inmediatamente en la cubeta del equipo, se esperó a que la temperatura del producto se estabilice con la del equipo y se midió, las lecturas se midieron a temperatura ambiente (25°C) (Rebatta, 2014).

### **3.5.8. COLOR**

Se midió el color de las muestras de hot dog utilizando un Colorímetro Minolta modelo CR-400, método propuesto por Honikel (1998) y AMSA (2012). Primero se calibró el equipo con una placa blanca de calibración ubicada en el panel de selección; se programó el colorímetro para realizar tres disparos; se realizó la medición de color directamente sobre la muestra, sin dejar espacio con el lente del equipo. Se expresaron los resultados usando el sistema CIELab que expresa el color como  $L^*$  (Luminosidad),  $A^*$  (rojizo-verdoso),  $b^*$  (amarillento-azulado) y con estos datos se obtuvo el  $C^*$  (Croma).

### **3.5.9. ANÁLISIS DE TEXTURA**

El esfuerzo de corte consistió en someter una trozo de carne en forma de prisma, a una cuchilla en forma triangular (Warner-Bratzler) a una velocidad de 200mm/min (Braña *et al*, 2011). El Perfil de textura se midió con un Texturómetro Brockfield, se realizó sobre cilindros de hot dog de 1,5 cm de altura y 2,2 cm de diámetro cortados en el momento. El ensayo constó de dos ciclos de compresión axial de un 70 por ciento a una velocidad de 100mm/min, la celda cargada fue de 25 Kg. Se midió adhesividad, cohesividad, gomosidad, dureza, elasticidad y masticabilidad.

### **3.5.10. ANÁLISIS DE COSTOS**

Se consideró el precio actual de los ingredientes en *Soles* (CFS: 15,00; AH: 28,00 y GT:) 17,40) y se calculó el costo en base a un kilo de mezcla (de cada formulación) según las proporciones planteadas por el programa.

### 3.5.11. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Se extrajeron muestras de 25 gramos desde el interior del hot dog con un bisturí y pinzas estériles. Posteriormente, se homogenizaron con 225 ml de agua peptonada estéril al 1,5 por ciento. Considerando la NTP 201.046:1999 (INDECOPI, 1999), se realizaron recuentos de microorganismos aerobios mesófilos viables, *Echerichia coli*, *Staphyloccocus aureus*, *Clostridium perfringens* y detección de *Salmonella*, utilizando las metodologías correspondientes.

### 3.5.12. ANÁLISIS SENSORIAL

Puesto que se trata de un producto con ingredientes nuevos, y considerando los trabajos realizados por Huor *et al.* (1980), así como la información presentada por Anzaldúa - Morales (1994), se llevó a cabo una Prueba de Aceptabilidad con escala hedónica de nueve puntos, con 100 consumidores, el formato que se usó se detalla en el Anexo 1.

## 3.6. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

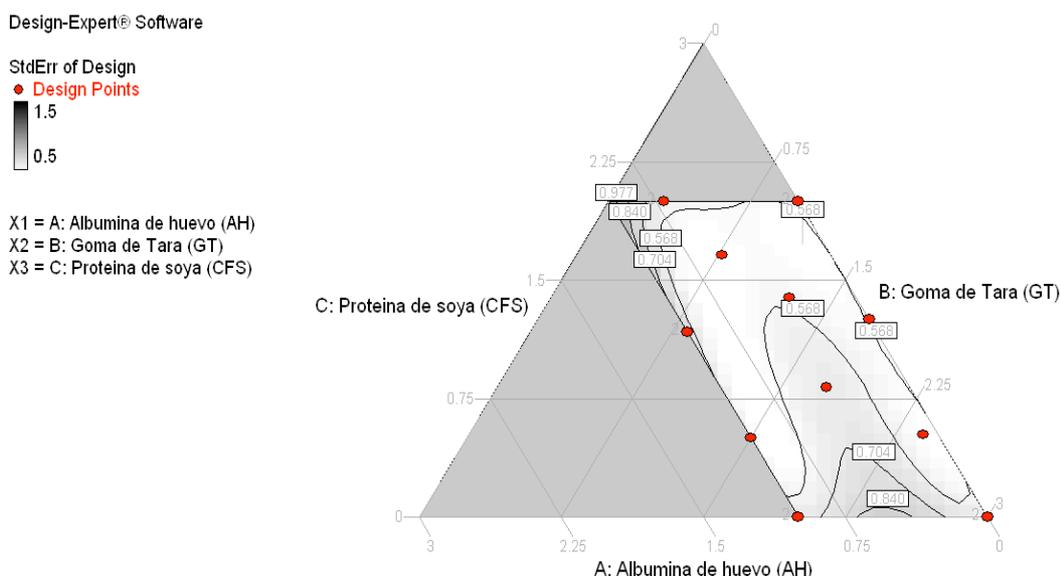
En el Cuadro 16 se presenta el diseño de la investigación y se detallan las etapas llevadas a cabo, desde la caracterización de la materia prima, la elaboración y análisis de las formulaciones de hot dog, la optimización de las formulaciones y la validación de la formulación óptima.

- **Primera etapa:** Se caracterizó la carne de llama para la elaboración del hot dog, análisis proximal, capacidad de retención de agua y capacidad de emulsión.
- **Segunda etapa:** Para la elaboración y análisis de las formulaciones de hot dog de llama, primero se definieron los porcentajes máximos a incorporar para albúmina de huevo, goma de tara y concentrado funcional de soya de soya, que fueron 2, 1 y 3 por ciento respectivamente, como se observa en el Cuadro 15.

**Cuadro 15: Restricciones sobre los ingredientes del hot dog**

Restricciones Hot dog (%)	
Ingrediente (fuente)	Porcentaje de masa final
Albúmina de Huevo (Franco, 2008)	(0 – 2%)
Concentrado funcional de Soya (Hoogenkamp, 2008)	(0 – 3%)
Goma de Tara (Restrepo <i>et al.</i> 2010)	(0 – 1%)

Seguidamente se determinaron las proporciones de mezclas empleando el diseño D-optimal, el mismo que proyectó las formulaciones que se muestran en la Figura 9, que vienen a ser los puntos muestrales (identificados con puntos rojos).



**Figura 9: Puntos muestrales de las formulaciones para la elaboración del hot dog de llama**

Respecto a los análisis, los resultados presentados corresponden al promedio de tres mediciones.

Se midió el rendimiento, actividad de agua, pH, humedad y color; respecto al perfil de textura se midió adhesividad, cohesividad, gomosidad, dureza, elasticidad y masticabilidad (A, C, G D, E, M).

Se estudió el efecto de los componentes (albúmina de huevo, goma de tara y concentrado funcional de soya) sobre las variables respuesta (rendimiento, actividad de agua, humedad, pH y textura), primero se determinó el análisis de varianza, para definir el modelo polinómico que se ajusta a los resultados y además poder estimar las respuestas sobre la región experimental, juntamente con el coeficiente de correlación (R), el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), coeficiente de determinación ajustado ( $R^2_{adj}$ ); seguidamente se determinó la ecuación predictiva descrita por el modelo, a través de un análisis de regresión múltiple; mediante la utilización del programa estadístico *Design Expert*® versión 7,0. Se trabajó con un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$ . Seguidamente se analizaron y discutieron, el gráfico de contornos, gráfico de superficie de respuestas y gráfico de trazos Cox.

- **Tercera etapa:** Para determinar las formulaciones factibles, en la tercera etapa, se ajustaron las variables respuesta que influyeron significativamente, propiedades químicas (Rendimiento - máximo, pH – en rango, Aw – en rango, color – en rango, humedad – en rango) y el perfil de textura (Adhesividad – en rango, cohesividad – en rango, gomosidad – en rango, dureza - en rango, elasticidad – en rango, masticabilidad – en rango), las propiedades que tuvieron mayor relevancia fueron, rendimiento, dureza y elasticidad, para la determinación de los rangos de optimización, se elaboró una muestra patrón con carne de cerdo (HDCC), se midieron las propiedades y se contrastaron con dos muestra comercial (marca Ottokunz y La florencia) (Cuadro 35).

Se obtuvieron dos regiones claramente marcadas, las cuales se ajustaron una vez más con la variable Costos – mínimo y se determinó una formulación óptima.

- **Cuarta etapa:** De acuerdo a los porcentajes optimizados de los ingredientes, se elaboró la formulación óptima a la cual se le evaluó la aceptabilidad sensorial, se determinó las propiedades fisicoquímicas y adicional se determinó un análisis microbiológico.

**Cuadro 16: Diseño de la investigación**

Componentes	Formulación (%)				Formulaciones Factibles	Mejor Formulación
	Fn:	(a)	(b)	(c)		
<p>1. Variables</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Albúmina de huevo (a) (0-66,7%)</li> <li>- Goma tara (b) (0-33,3%)</li> <li>- Proteína de soya (c) (0-100%)</li> </ul> <p>2. Fijos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Carne de llama</li> <li>- Grasa de cerdo</li> <li>- Otros insumos menores</li> </ul>	<p><b>F<sub>1</sub>:</b> 2,00 0,71 0,29</p> <p><b>F<sub>2</sub>:</b> 0,00 1,00 2,00</p> <p><b>F<sub>3</sub>:</b> 0,00 0,00 3,00</p> <p><b>F<sub>4</sub>:</b> 2,00 0,00 1,00</p> <p><b>F<sub>5</sub>:</b> 0,00 0,00 3,00</p> <p><b>F<sub>6</sub>:</b> 2,00 0,00 1,00</p> <p><b>F<sub>7</sub>:</b> 1,25 0,00 1,75</p> <p><b>F<sub>8</sub>:</b> 2,00 0,71 0,29</p> <p><b>F<sub>9</sub>:</b> 0,50 1,00 1,50</p> <p><b>F<sub>10</sub>:</b> 0,52 0,08 2,40</p> <p><b>F<sub>11</sub>:</b> 1,66 0,57 0,77</p> <p><b>F<sub>12</sub>:</b> 0,82 0,44 1,74</p> <p><b>F<sub>13</sub>:</b> 1,39 0,35 1,26</p> <p><b>F<sub>14</sub>:</b> 1,17 1,00 0,83</p> <p><b>F<sub>15</sub>:</b> 0,00 1,00 2,00</p> <p><b>F<sub>16</sub>:</b> 1,17 1,00 0,83</p>	<p><b>F<sub>x</sub></b></p> <p><b>F<sub>y</sub></b></p>	<p><b>F<sub>óptima</sub></b></p>			
<p>1° etapa : Caracterización la de carne de llama: Análisis proximal, capacidad de retención de agua, capacidad de emulsión.</p>	<p>2° etapa: Elaboración y análisis Diseño de Mezclas: D-Optimal -Rendimiento, Aw, pH, humedad y color. -Perfil de Textura (D, C, E, G, M)</p>	<p>3° etapa: Optimización 1. Rendimiento, dureza y elasticidad. 2. Costos</p>	<p>4° etapa : Validación Aceptabilidad general Caracterización y análisis microbiológico (de acuerdo a la normativa peruana).</p>			

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

#### 4.1.1. COMPOSICIÓN PROXIMAL DE LA CARNE DE LLAMA

La calidad de la canal es uno de los factores más importantes desde el punto de vista económico, tanto para el productor como para la industria, pues está condicionada por las exigencias del mercado y tiene un efecto directo en el precio (Franco, 2007). Las propiedades tecnológicas de la carne como el pH, la capacidad de retención de agua, la textura, el color y su estabilidad permiten evaluar su aptitud y comportamiento en las etapas de conservación, comercialización, industrialización y preparación para el consumo (Mamani-Linares *et al.*, 2014). Como se observa en el Cuadro 17, el contenido de humedad es ligeramente mayor (75,6 por ciento) a comparación de otros autores quienes reportan de 72–73,9 por ciento de humedad, estos valores podrían darse como resultado de la compensación por un bajo contenido de grasa (0,28 por ciento), debido a la alimentación (la alimentación de pastizales naturales) y por el músculo analizado (se trata de las piernas, musculo *Quadriceps femoris*).

El contenido de grasa fue menor (0,28 por ciento) a comparación de los demás, se reportan valores de 0,5 por ciento (Cristofanelli *et al.*, 2004) hasta 3,3 por ciento (Condori *et al.*, 2003). La canal de la llama se caracteriza por ser magra y con baja cobertura de grasa, debido a que la mayor concentración de grasa se encuentra alrededor de los órganos internos, debe tenerse en cuenta que la grasa es un componente importante de la canal de los animales criados para la producción de carne, ya que tiene funciones importantes, tales como el aislamiento térmico de la canal, reduciendo la caída brusca de temperatura durante el enfriamiento post-mortem (acortamiento por frío) y por estar asociada con el sabor, textura y jugosidad de la carne (Gallo, 2010). Otra consecuencia de la pobre cobertura de grasa subcutánea y conformación de las canales de llama es que las hace susceptibles a pérdidas elevadas de humedad durante la refrigeración.

Estas pérdidas tienden a ser más altas en las canales pequeñas que en las grandes; por ejemplo, canales con menos de 33 kg pierden el tres por ciento de peso, mientras que canales más pesadas pierden el 2,3 por ciento (Mamani-Linares y Gallo 2013b); este es el caso de la canal utilizada, según el rendimiento por canal fue de 48 por ciento. Para evitar variaciones en los análisis y reportes, se llevaron a cabo a las 48 horas del sacrificio y se procesó la carne a los 72 horas del sacrificio (tres días de maduración a 4°C).

El contenido de proteína (22,9 por ciento), es similar a los reportes de Cristofanelli *et al.* (2004) de 23,1 por ciento y a 22,8 reportado por Salvá (2009) en alpacas (Perú). El contenido de ceniza fue de 1,16 por ciento, es semejante a 1,2 por ciento reportado por Mamani y Gallo (2013) y a 1,4 por ciento reportado por Condori *et al.* (2003) como se muestra en el Cuadro 17.

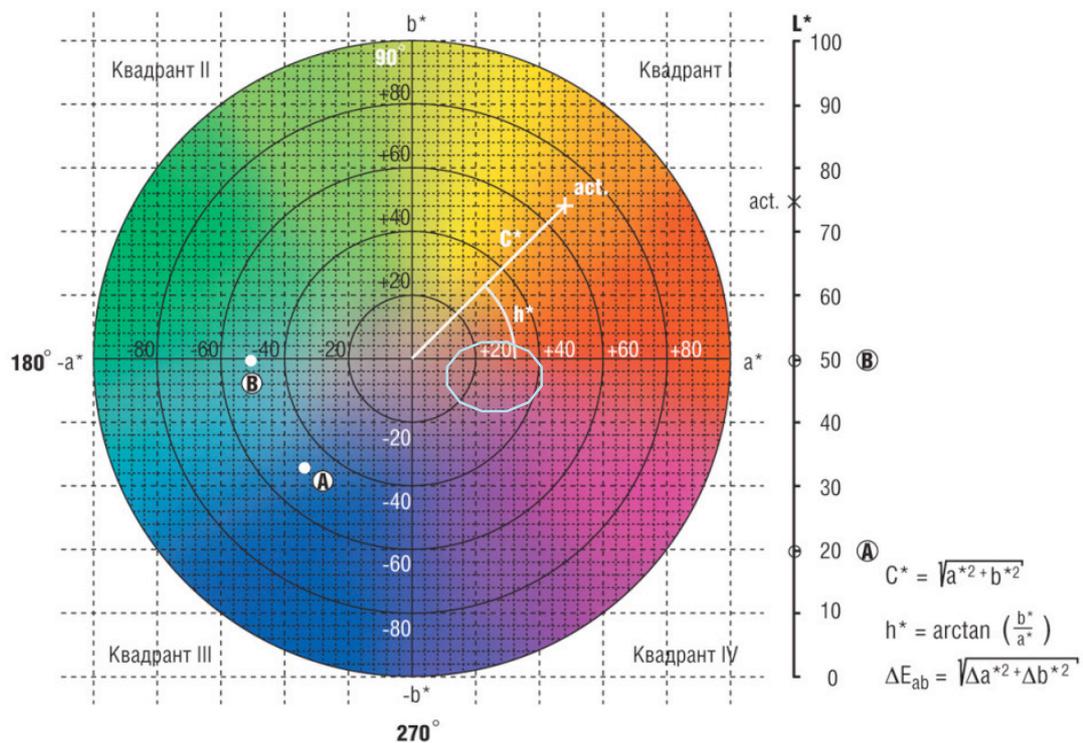
**Cuadro 17: Análisis proximal de carne de llama**

Propiedad (%)	Fuente propia**	Mamani-Linares y Gallo (2013)*	Cristofanelli <i>et al.</i> (2004)*	Condori <i>et al.</i> (2003)*
Humedad	75,606 ± 0,13	73,3 ± 0,8	73,9 ± 1,9	72,8 ± 2,2
Proteína	22,901 ± 0,08	23,9 ± 0,8	23,1 ± 0,9	24,3 ± 2,7
Grasa	0,282 ± 0,009	1,6 ± 0,7	0,5 ± 0,0	3,3 ± 0,7
Ceniza	1,162 ± 0,003	1,2 ± 0,1	2,4 ± 0,3	1,4 ± 0,3

Músculo: \**Longissimus Lumborum*. \*\* *Quadriceps femoris*

#### 4.1.2. COLOR

Es un factor que influye en la aceptación del consumidor, en las decisiones de compra y en la satisfacción proporcionada por los productos cárnicos (Lawrie y Ledward, 2006). En el Cuadro 18, se muestran los valores de color (L\*: Luminosidad; a\*, b\* y C\*), pH y actividad de agua (Aw). La luminosidad (L\*) un poco mayor pero similar (36,29) a los valores reportados por Mamani y Gallo (2013) (29,63– 34,92), el valor de a\* 14,54 es mayor (10,12–11,73) y el valor de b\* (1,08) es mucho menor (9,17–9,75), sin embargo como se observa en la Figura 10, el valor de b\*, se sitúa en la parte roja con tendencia a púrpura; este valor coincide con lo reportado por Salvá (2009) (b\* 1,16) en alpaca.



**Figura 10: Modelo cromático de colores descriptibles por el ojo humano**

(el círculo celeste rodea la zona detectada del color medido de la carne)

Estas diferencias podría haber sido influenciadas por diversos factores como lo menciona Muchenje *et al.*, (2009), quien afirma que el color está relacionado con la concentración de mioglobina y pigmentos proteicos presentes en el músculo. Entre los factores que pueden influir en el color de la carne se encuentran las enzimas, la dieta, la edad del animal y la actividad realizada por el animal. El típico color rojo de la carne puede cambiar a tonalidades diversas y a distintos colores como verde, pardo o gris, a consecuencia de la producción por parte de las bacterias especialmente de los géneros *Clostridium*, *Bacillus* y *Pseudomonas*, de ciertos compuestos oxidantes como los peróxidos o el sulfuro de hidrógeno.

#### 4.1.3. POTENCIAL DE HIDRÓGENO

El pH es un parámetro importante ya que está relacionado con el nivel de deterioro de la carne y se usa para decidir sobre el destino de esta (Wirth, 1987 citado por Mamani-Linares y Gallo, 2011).

El pH del músculo en vivo está cerca de la neutralidad. Después de la muerte desciende más o menos rápidamente, para alcanzar después de la rigidez cadavérica valores entre 5,4 y 5,8 (en condiciones normales y dependiendo de la especie) (Price *et al.*, 1976).

El valor del potencial de hidrógeno (pH) de la carne fue de 5,51 a las 48 horas después del sacrificio (5,36 – 5,57), está dentro del rango reportado por otros autores (Cuadro 18). Según Price y Schweigert, (1976) mencionando por Gallo *et al.* (2000) el pH del músculo, en vivo, está cerca de la neutralidad, después de la muerte desciende más o menos rápidamente, para alcanzar, después de la rigidez cadavérica, valores entre 5,4 y 5,8 (en condiciones normales y dependiendo de la especie). Cristofanelli *et al.* (2004) midieron el pH en canales de 20 llamas y 40 alpacas machos después de 1, 6, 12, 24, 48 y 72 h postmortem, observando en todos los casos un proceso glicolítico normal, alcanzándose finalmente valores de pH en torno a 5,5 a las 72 h en llamas, concordante con los resultados de Salvá (2009), quienes reportan pH de 5,63 a las 48 h postmortem en alpacas, mientras que en llamas se ha observado un pH de 5,47 a las 24 h post-mortem (Mamani-Linares y Gallo, 2014).

Por otra parte el pH depende de factores como el estrés ante-mortem, factores genéticos, condiciones postmortem, sexo, clase o categoría de animal, tipo de alimentación y la región anatómica que se mide. Cuando los cortes presentan promedios de pH mayores o iguales a 5,8; como ocurre en este caso del control, la carne presenta la condición conocida como “corte oscuro” que se da cuando el animal es sometido a estrés prolongado, consume sus reservas de glucógeno y no hay glicólisis anaeróbica post-mortem (Hood y Tarrant, 1980 citados por Mamani-Linares *et al.*, 2013). Lo contrario con un pH menor, se obtiene una carne pálida suave y exudativa, resultado del estrés justo antes del beneficio.

Cebra *et al.* (2001) citado por Mamani-Linares *et al.* (2013) mencionan que los camélidos parecen ser poco susceptibles a la pérdida de calidad de la carne debida al estrés y no suele presentar valores de pH elevados, reportando valores menores a 5,8; siendo este rango considerado como usual entre la mayoría de las carnes.

**Cuadro 18: Valores de color, pH y Aw de la carne de llama**

<b>Autor</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>C*</b>	<b>pH</b>	<b>Aw</b>
Fuente propia <sup>(a)</sup>	36,29 ± 1,24	14,54 ± 0,47	1,08±1 ,24	14,58 ± 0,53	5,51 ± 0,19	0,985 ± 0,01
Mamani y Gallo (2013) 24h 2-3,5años <sup>(a)</sup>	34,92±2,77	11,73±2,77	9,75±1 ,65	15,29± 3,04	5,48±0,11	
Cristofanelli <i>et al.</i> (2004)	--	--	--	--	5,57 ± 0,01 LL 48h	
Condori <i>et al.</i> (2003) 16-31m					5,57 LD	
Mamani y Cayo (2013) QF 18-24m	35,1 ± 3,6	9,5 ± 1,0	9,5 ± 0,8	13,5±0 ,9	5,36±0,04	

<sup>(a)</sup>*Quadriceps femoris.* <sup>(b)</sup>*Longissimus dorsi (Longissimus lumborum)*

#### 4.1.4. ACTIVIDAD DE AGUA

Las propiedades coligativas, reológicas y de textura de un alimento dependen de su contenido de agua, aun cuando éste influye definitivamente en las relaciones físicas, químicas, enzimáticas y microbiológicas (Badui, 2006). Todo descenso en la Aw, supone una desecación que se opone a la multiplicación microbiana. Podría pensarse entonces que debería descartarse la conservación de la carne en ambientes húmedos, sin embargo, el ambiente seco asociado con el frío, que provoca una buena inhibición microbiana, trae consigo problemas como pérdida de masa y por consiguiente pérdidas económicas (Price *et al.*, 1976).

Aunque no se ha encontrado reportes de otros autores, se puede mencionar que la carne fresca, por ser un producto altamente perecedero tiene valores cercanos a 0,99, esto las hace sumamente favorables para la proliferación de microorganismos de toda especie y necesaria su refrigeración, al igual que los embutidos, así como lo afirma Badui (2006) mencionando que, en general, mientras más alta sea la actividad de agua y más se acerque a 1,0; que es la del agua pura, mayor será su inestabilidad, por ejemplo, en carnes, frutas y vegetales frescos que requieren refrigeración por esta causa.

Restrepo *et al.*, (2001) mencionan que la Aw de la carne fresca es de 0,98 – 0,99, cifras que son sumamente favorables para la multiplicación de todas las especies microbianas. Las variaciones en el Aw de la superficie de la carne (relacionada con la humedad relativa) tiene grandes repercusiones sobre el crecimiento microbiano superficial.

#### **4.1.5. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA, CAPACIDAD DE EMULSIÓN Y PÉRDIDAS POR COCCIÓN**

El Cuadro 19 muestra la capacidad de retención de agua (CRA), capacidad de emulsión (CE) y pérdida por cocción de la carne de llama. En cuanto a la CRA se define como la capacidad de la carne para retener el agua durante la aplicación de fuerzas externas, tales como corte, calentamiento, trituración o prensado (Zhang *et al.*, 2005) los resultados reportados se expresaron en porcentajes y alcanzaron un promedio de 19,4; similares a los resultados Mamani-Linares y Gallo (2014), como se muestra en el Cuadro 19, sin embargo podría existir diferencias respecto al método usado, este factor podría traer diferencias que harían los datos no comparables; a su vez, Rengifo (2010) también empleó el método por centrifugación y reporta datos de CRA en carne de res y cerdo, los cuales superan a la CRA de llama; esta afirmación coincide con Cristofanelli *et al.* (2004) quienes mencionan que la carne de llama tiene propiedades tecnológicas ligeramente menores a otras especies.

La capacidad de emulsificación fue de 310 ml de aceite de maíz por cada gramo de proteína de carne de llama, si bien no se han encontrado reportes, se puede comparar este parámetro con los resultados de Diaz-Vela *et al.* (2008) que trabajaron con surimi de trucha y Quiao *et al.* (2000) que trabajaron con pechuga de pollo, estos autores reportan 380 y 388,09 ml de aceite/g de proteína respectivamente; estos valores son mayores a los encontrados en el estudio, lo cual concuerda con Cristofanelli *et al.* (2004) quienes mencionan que la carne de llama tiene propiedades tecnológicas ligeramente menores a otras especies.

Respecto a la pérdida por cocción, los valores coinciden con los reportados en la literatura (Cuadro 19). Según Monsón *et al.* (2005), la terneza de la carne es función del contenido de colágeno (totales y solubles), estabilidad térmica y estructura de las miofibrillas del músculo (degradación de las proteínas miofibrilares) y la sección analizada en el estudio fue el músculo de la pierna.

Mamani-Linares *et al.* (2014) afirman que los músculos de apoyo (*Longissimus thoracis* y *Psoas major*) son más tiernos que los músculos locomotores (*Semitendinosus*, *Quadriceps femoris*, *Biceps femoris*). Asimismo, los músculos que tienen mejores características de color son *Longissimus thoracis*, *Longissimus lumborum*, *Gluteus medius* y *Semimembranosus*; los músculos con mayor CRA son *Semitendinosus* e *Infraspinatus*.

**Cuadro 19: Capacidad de retención de agua, capacidad de emulsificación y pérdida por cocción**

<b>Capacidad de retención de agua (%)</b>	
Fuente propia	19,4 ± 1,2
Mamani y Gallo (2014)	19,2 ± 2,9
Rengifo (2010) Res	22,917 ± 0,42
Rengifo (2010) Cerdo	21,667 ± 0,42
Quiao <i>et al.</i> (2000) Pollo	43,77±1,84%
<b>Capacidad de emulsificación (ml de aceite/g de proteína)</b>	
Fuente propia	310
Diaz-Vela <i>et al.</i> (2008) Surimi	380
Quiao <i>et al.</i> (2000) Pechuga de pollo	388,09± 0,36
<b>Pérdida por cocción (%)</b>	
Fuente propia	20,7 ± 1,89
Mamani y Gallo (2013)	17,52±1,96 (horno) 35,45±2,74 (baño de agua)
Mamani y Cayo (2013) QF	21,3 ± 1,7
Mamani y Cayo (2013) LL	17,2 ± 2,3

QF: *Quadriceps femoris*. LL: *Longissimus dorsi* (*Longissimus lumborum*).

Además, las emulsiones estabilizadas por proteínas se ven afectadas tanto por las propias características moleculares de la proteína como por factores intrínsecos, como el pH, la fuerza iónica, la temperatura, la presencia de surfactantes, de azúcares, el volumen de la fase oleosa, el tipo de proteína, el punto de fusión del aceite empleado, así como los factores extrínsecos, como el tipo de equipo utilizado para formar la emulsión, velocidad de incorporación del aceite y el nivel de agitación (Badui, 2006).

#### 4.1.6. ESFUERZO DE CORTE

Según Lawrie y Ledward (2006), los parámetros más importantes considerados en la evaluación de la calidad de la carne son apariencia, jugosidad, terneza y sabor.

**Cuadro 20: Esfuerzo de corte en carne de llama**

Autor (es)	Esfuerzo de corte (Kg/cm <sup>2</sup> )
Fuente propia QF	2,07 ± 1,09
Mamani y Gallo (2013)	2,16 ± 0,4 (horno). 3,9±0,64 (baño de agua)
Mamani, Cayo y Gallo (2013) QF	2,4 ± 0,2
Mamani, Cayo y Gallo (2013) LL	2,2 ± 0,3

QF: *Quadriceps femoris*. LL: *Longissimus dorsi* (*Longissimus lumborum*)

Como se observa en el Cuadro 20, el valor de esfuerzo de corte de la muestra fue de 2,07 (Kg/cm<sup>2</sup>) este resultado es menor a los reportados por Salvá (2009) para alpaca, en ambos sexos, fueron de 4,67 kg/cm<sup>2</sup>; y menor que los reportados por Polidori *et al.* (2007) para *Longissimus dorsi* de alpacas macho de 25 meses de edad, después de dos días de almacenamiento postmortem. Asimismo, Mamani-Linares y Gallo (2013) reportan valores de esfuerzo de corte aún más bajos (2,16 kg/cm<sup>2</sup>) para llamas K'ara. Esta variación puede atribuirse en parte a diferencias metodológicas, es decir, al tamaño de la muestra y proceso de calentamiento o cocción (bolsas en agua u horno), así como al sexo y la edad del animal.

Los valores de fuerza de cizalla de la carne de llamas K'ara (2,2 kg/ cm<sup>2</sup>) son superiores a aquellos de la carne de ovino, ligeramente inferior a los obtenidos para el músculo *Longissimus dorsi* de *Bos Taurus* (Monsón *et al.*, 2004), y muy inferiores a los de *Bos indicus* reportados por Hadlich *et al.* (2006). A la hora de establecer la calidad en la carne hay que tener en cuenta los componentes intrínsecos de esta, como el colágeno; es el principal componente del tejido conectivo, y se encuentra de manera muy abundante en el organismo, sobre todo en la piel y los huesos, así como en los músculos formando las fascias. El tejido conectivo posee una contribución apreciable a la dureza de la carne (Acevedo *et al.*, 2014).

La sección utilizada para medir el esfuerzo de corte fue la pierna, la cual contiene una considerable porción de tejido conectivo, si bien es cierto la cantidad de colágeno influye en la dureza de la carne, no se puede establecer una relación directa sino considerarse otros factores como la solubilidad del colágeno la cual aumenta directamente con la edad del animal, considerando que la llama beneficiada fue muy joven, teniendo 12 meses de edad.

#### 4.2. DISEÑO DE MEZCLAS

Se consideró el tres por ciento del total de la formulación, esto equivale a 30 gramos en un kilogramo de masa; en el Cuadro 21 se presenta el arreglo porcentual propuesto por el programa *Design Expert* ® 7,0.

**Cuadro 21: Porcentajes de las mezclas según el diseño D-optimal**

<b>Formulación</b>	<b>Albúmina (AH) %</b>	<b>Goma (GT) %</b>	<b>Soya (CFS) %</b>
Control	0	0	0
1	2,00	0,71	0,29
2	0,00	1,00	2,00
3	0,00	0,00	3,00
4	2,00	0,00	1,00
5	0,00	0,00	3,00
6	2,00	0,00	1,00
7	1,25	0,00	1,75
8	2,00	0,71	0,29
9	0,50	1,00	1,50
10	0,52	0,08	2,40
11	1,66	0,57	0,77
12	0,82	0,44	1,74
13	1,39	0,35	1,26
14	1,17	1,00	0,83
15	0,00	1,00	2,00
16	1,17	1,00	0,83

### 4.3. PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE HOT DOG DE LLAMA

Para estudiar el efecto de los componentes (albúmina de huevo, goma de tara y concentrado funcional de soya) sobre las variables respuesta (rendimiento, actividad de agua pH y humedad), se procedió a obtener un modelo ajustado (ecuación predictiva) a través de un análisis de regresión múltiple, adicional a un análisis de varianza y cálculo del coeficiente de determinación mediante la utilización del programa estadístico *Design Expert*® versión 7,0. Se utilizó un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$ . Se presentan también resultados de una muestra control, que consistió en la elaboración de un hot dog con carne de llama (HDLL) sin la adición de los ingredientes en estudio. Los valores de rendimiento, actividad de agua, pH y humedad se muestran el Cuadro 22.

**Cuadro 22: Rendimiento, actividad de agua, humedad y pH**

<b>Formulación</b>	<b>Rendimiento (%)</b>	<b>Actividad de Agua (Aw)</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>pH</b>
<i>Control</i>	92,05	0,982±0,002	70,03±0,15	6,29±0,01
1	98,90	0,980±0,001	71,23±0,05	6,21±0,01
2	97,20	0,981±0,001	70,87±0,01	6,18±0,01
3	95,40	0,979±0,001	69,37±0,06	6,20±0,01
4	97,00	0,981±0,001	70,68±0,28	6,21±0,01
5	95,01	0,979±0,001	69,65±0,02	6,20±0,02
6	99,20	0,981±0,001	71,71±0,50	6,21±0,01
7	97,05	0,981±0,000	71,14±0,15	6,19±0,06
8	99,50	0,980±0,001	72,27±0,10	6,21±0,01
9	98,36	0,980±0,001	71,42±0,05	6,16±0,01
10	96,32	0,981±0,001	70,90±0,13	6,17±0,01
11	98,16	0,981±0,001	71,30±0,41	6,19±0,02
12	96,97	0,980±0,000	71,44±0,12	6,20±0,02
13	97,39	0,981±0,001	70,85±0,03	6,21±0,01
14	97,99	0,981±0,001	71,57±0,28	6,16±0,01
15	95,83	0,981±0,001	70,67±0,02	6,17±0,02
16	97,65	0,981±0,000	71,86±0,15	6,18±0,04

### 4.3.1. RENDIMIENTO

El modelo sugerido para la variable rendimiento es el modelo lineal, en el Cuadro 22 se presentan los resultados, puesto que el Valor  $p$  es menor a 0,05 (Cuadro 23), se puede afirmar que la variabilidad de rendimiento es explicada por el modelo Lineal de regresión ajustado. Hernández *et al.* (2014) mencionan que un coeficiente de correlación ( $R$ ) a partir de 0,75 se considera correlación considerable, entonces podemos afirmar que el ajuste del modelo es muy bueno, ya que el valor de  $R$  es 0,89. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) indica que el 78,95 por ciento de la variación en el Rendimiento fue explicado por el modelo lineal, además el coeficiente de determinación ajustado ( $R^2_{adj}$ ), cuyo valor fue 0,7571 permitió establecer que el modelo se ajusta adecuadamente a los datos experimentales, esto se refuerza al ver que el valor  $p$  de la falta de ajuste es mayor a 0,05.

**Cuadro 23: Análisis de varianza del modelo para la variable rendimiento**

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrados Medios	Valor F	Valor p Prob > p
Modelo	20,25	2	10,12	24,37	< 0,0001
<i>Mezcla Lineal</i>	<i>20,25</i>	<i>2</i>	<i>10,12</i>	<i>24,37</i>	<i>&lt; 0,0001</i>
Residual	5,40	13	0,42		
<i>Falta de ajuste</i>	<i>1,73</i>	<i>8</i>	<i>0,22</i>	<i>0,29</i>	<i>0,9392</i>
<i>Error Puro</i>	<i>3,67</i>	<i>5</i>	<i>0,73</i>		
Cor Total	25,65	15			

*Nota: R = 0,889; R<sup>2</sup> = 0,790; R<sup>2</sup><sub>adj</sub> = 0,757*

El modelo ajustado a la variable Rendimiento se expresa en la siguiente Ecuación:

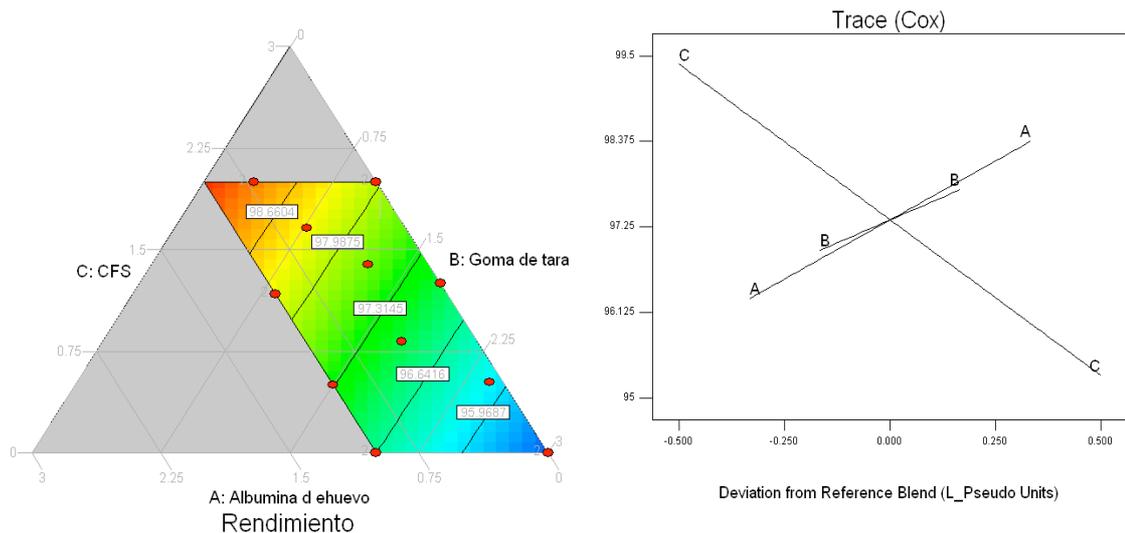
$$\text{Rendimiento} = +99,41 * A + 99,34 * B + 95,30 * C \dots\dots\dots (\text{Ec } 14)$$

Donde A, B y C representan a albúmina de huevo, goma de tara y CFS (concentrado funcional de soya) respectivamente. El modelo ajustado para la variable Rendimiento es el modelo Lineal que contiene términos de primer orden para cada componente. Al observar los coeficientes de la ecuación se puede afirmar que existe un efecto positivo respecto a la correlación de los componentes.

El rendimiento es un parámetro de gran interés para el sector industrial pues es sinónimo de ingresos económicos. Durante la etapa de cocción de productos cárneos tienen lugar un gran número de reacciones químicas, dentro de ellas se destaca el proceso de desnaturalización proteica parcial seguido por una agregación irreversible, además de la formación de puentes disulfuro, formándose una red tridimensional de proteínas cárneas con estructura de gel (Sharp y Offer, 1992; Stone y Stanley, 1992; Sun y Holley, 2011) citados por Marchetti (2014). Al observar el Cuadro 22 y la Figura 11, vemos que existen diferencias pequeñas para el rendimiento, esto demuestra una buena estabilidad térmica en las formulaciones.

La adición de CFS no favoreció el aumento de rendimiento tanto como la goma de tara (GT) y albúmina de huevo (AH) que influyeron favorablemente, esto coincide con lo reportado por Salvá y Elías (2004) quienes usaron goma de tara para aumentar el rendimiento de salchichas frankfurt; esto también podría favorecer la retención de agua durante el almacenamiento, a su vez Marchetti (2014) evaluó el efecto del agregado de diferentes proteínas no cárnicas o hidrocoloides sobre el rendimiento, y reporta rendimientos de 98,2 +/- 0,15 con clara de huevo en polvo, 97,9 +/- 0,08 con goma carragenina 1-K 2:1; 98,1 +/- 0,13 con goma xantán y 98,2 +/- 0,08 de una muestra control (carne de bovino) con grasa.

Los resultados también concuerdan con lo informado por otros autores, así Hughes *et al.* (1997) encontraron que la adición de 1g/100g de una combinación de  $\kappa$  y  $\lambda$  – carragenanos redujo las pérdidas de líquido durante el proceso de cocción y mejoró la capacidad de retención de agua de la emulsión cárnica para la elaboración de salchicha con 5, 12 y 13 g de grasa/100g. Dexter *et al.* (1993), Pietrasik y Duda (2000) y Pietrasik (2003) informaron resultados similares de rendimiento y capacidad de retención de agua de pastas cárnicas con la adición de carragenano. García-García y Totosaus (2008) encontraron una correlación positiva entre la capacidad de retención de agua y la cantidad incorporada de  $\kappa$ -carragenano (0,245g/100g – 1,5g/100g) de salchicha de bajo contenido de grasa y sodio; mientras que la incorporación de 0,41 g/100g de  $\iota$ -carragenano a pastas cárnicas mejoró la estabilidad de emulsión y capacidad de retención de agua, posiblemente debido a la formación de un complejo más estable con proteínas de la carne desnaturalizadas durante el calentamiento (Lin y Mei, 2000).



**Figura 11: Gráfico de contorno y trazos cox para la variable rendimiento**

A: Albúmina de huevo, B: Goma de tara y C: Concentrado funcional de soya

El rango alcanzado está entre de 96–99 por ciento, en términos generales son mayores al 95 por ciento (elaborados con 50 por ciento de carne de llama), superando los reportados por Salas *et al.* (2014) que elaboraron hot dog con 45 por ciento de alpaca y 20 por ciento de oveja obteniendo rendimientos de 75–82 por ciento. Esto podría deberse principalmente a la inclusión de los ingredientes, al respecto Badui (2006) menciona que los galactomananos poseen la capacidad de absorber agua y forman soluciones acuosas altamente viscosas y estables y mantienen buena resistencia al choque térmico (Cubero *et al.*, 2002); también podría verse favorecido por la capacidad de la proteína de la matriz para inmovilizar tanto lípidos como agua, en pastas cárnicas con muy bajo contenido lipídico, la capacidad de gelificación y de retención de agua de los ingredientes no cárnicos, tienen un papel crítico en la formación de la emulsión, su estabilidad térmica y almacenamiento de los productos (Su *et al.*, 2002, citados por Pachecho *et al.*, 2011).

Existen varios estudios sobre el uso de carragenina, Marchetti (2014) menciona que los carragenanos interactúan con grupos polares de las proteínas pudiendo integrarse a la estructura del gel proteico, lo que puede llegar a fortalecer las estructura tridimensional de gel. Sin embargo, en algunos casos, la adición de carragenanos tuvo un efecto muy limitado sobre la CRA de geles cárnicos. Barbut y Mittal (1996) usaron hidroxipropilmetilcelulosa y metilcelulosa (rendimiento bajo) y propone que estos ingredientes envuelven a las proteínas miofibrilares, reduciendo la CRA. Sin embargo la disposición de macromoléculas en ambos geles no sería igual.

### 4.3.2. ACTIVIDAD DE AGUA

El modelo sugerido para la actividad de agua ( $A_w$ ) es el modelo cuadrático, en el Cuadro 22 se presentan los resultados, puesto que el Valor  $p$  es menor a 0,05 (Cuadro 24), se puede afirmar que la variabilidad de  $A_w$  es explicado por el modelo cuadrático de regresión ajustado. Hernández *et al.* (2014) mencionan que un coeficiente de correlación ( $R$ ) a partir de 0,75 se considera correlación considerable, entonces podemos afirmar que el ajuste del modelo es muy bueno, ya que el valor de  $R$  es 0,825. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) indica que el 68,13 por ciento de la variación en el  $A_w$  fue explicado por el modelo cuadrático, además el coeficiente de determinación ajustado ( $R^2_{adj}$ ), cuyo valor fue 0,5219 permitió establecer que el modelo se ajusta a los datos experimentales.

El modelo ajustado a la variable  $A_w$  se expresa en la siguiente Ecuación:

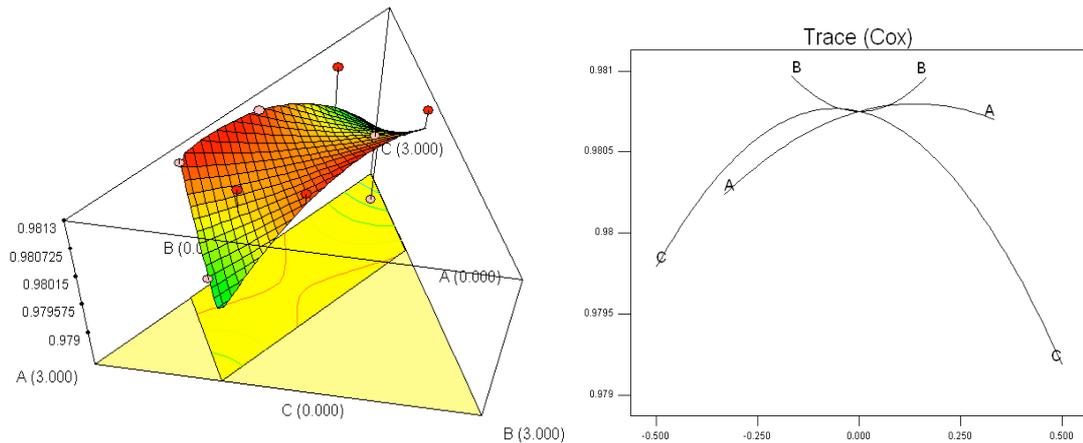
$$A_w = +0,98*A + 0,99*B + 0,98*C - 0,01*A*B + 5,93E-03*A*C - 3,67E-03*B*C \quad (Ec 15)$$

Donde A, B y C representan a albúmina de huevo, goma de tara y CFS (concentrado funcional de soya) respectivamente. El tipo de modelo ajustado para la actividad de agua es el modelo cuadrático que contiene términos de segundo orden para cada componente.

**Cuadro 24: Análisis de varianza del modelo para la variable  $A_w$**

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrados Medios	Valor F	Valor p Prob > p
Modelo	5,45E-06	5	1,09E-06	4,280	0,024 3
<i>Mezcla Lineal</i>	1,50E-06	2	7,48E-07	2,930	0,099 4
AB	1,80E-07	1	1,80E-07	0,710	0,420 0
AC	1,23E-06	1	1,23E-06	4,820	0,052 8
BC	1,90E-08	1	1,90E-08	0,075	0,790 3
Residual	2,55E-06	10	2,55E-07		
<i>Falta de Ajuste</i>	2,55E-06	5	5,10E-07		
<i>Error Puro</i>	0	5	0		
Cor Total	8,00E-06	15			

Nota:  $R = 0,825$ ;  $R^2 = 0,681$ ;  $R^2_{adj} = 0,522$



**Figura 12: Gráfico de superficie de respuesta y trazos cox respecto a Aw**  
 A: Albúmina d huevo, B: Goma de tara y C: Concentrado funcional de soya

En la Figura 12 se muestra gráficamente el efecto de los componentes albúmina de huevo (AH), goma de tara (GT) y concentrado funcional de soya (CFS) respecto a la Aw como una superficie de respuesta; en la Figura 12 se puede observar que el CFS tiene mayor efecto negativo, seguido por la AH y un ligero efecto positivo de parte de la GT.

La actividad de agua (Aw) de los productos cárnicos se encuentra por encima del rango de la mayoría de los alimentos, por su alto contenido de humedad; la carne fresca tiene la mayor Aw (0.99). En el proceso de elaboración de productos cárnicos, la Aw del producto disminuye, dependiendo significativamente del contenido de sal común, a esto le sumamos el proceso de curado, que tiene como objetivo el desarrollo característico del color rosa estable, y contribuye con la conservación del producto. Los resultados en hot dog de llama oscilan en un rango de 0,978 – 0,982 este rango coincide con la Aw de la carne fresca, esto resulta correcto debido a que los productos cárnicos son conservas de cárnicas. Otros productos comerciales, que contiene mayor cantidad de grasa presentan Aw de 0,978 y humedad de 20 por ciento contenido de grasa de 25 por ciento. Rozas (2015) en salchichas frankfurt con albúmina de huevo encontró valores entre 0,980 y 0,985 y afirma que estos valores altos se deben a la presencia de agentes que promueven la retención de agua.

Los resultados también coinciden con los datos de Hleap y Velasco (2012) que encontraron valores de 0,974 – 0,987 en salchichas de tilapia; sí como los reportados en otros estudios para salchichas de pescado con hidrolizado de soya (0,970) y de carne de res (0,977 – 0,991) (Candongan y Kolsarici, 2003; Lecomte y Zayas, 1993).

Quino y Alvarado (2014) elaboraron salchicha vianesa con 0,4 y 6 por ciento de inulina, mencionan que la medición de la  $A_w$  no muestra variaciones significativas, y es característico del rango de  $A_w$  que en general presentan las salchichas. Las salchichas son alimento perecedero por estar su  $A_w$  dentro del rango de 0,93 – 0,99; rango que es propicio para la proliferaciones de microorganismos y por ello la necesidad se almacenarlas en refrigeración.

#### 4.3.3. POTENCIAL DE HIDRÓGENO

El modelo sugerido por el Software es el modelo cuadrático, en el Cuadro 22 se presentan los resultados, puesto que el Valor  $p$  es menor a 0,05 (Cuadro 25), se puede afirmar que la variabilidad del potencial de hidrógeno (pH) es explicado por el modelo cuadrático de regresión ajustado. Hernández *et al.* (2014) mencionan que un coeficiente de correlación ( $R$ ) a partir de 0,75 se considera correlación considerable, entonces podemos afirmar que el ajuste del modelo es muy bueno, ya que el valor de  $R$  es 0,830. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) indica que el 79,30 por ciento de la variación en el pH fue explicado por el modelo cuadrático, además el coeficiente de determinación ajustado ( $R^2_{adj}$ ), cuyo valor fue 0,6895 permitió establecer que el modelo se ajusta a los datos experimentales.

**Cuadro 25: Análisis de varianza del modelo para la variable pH**

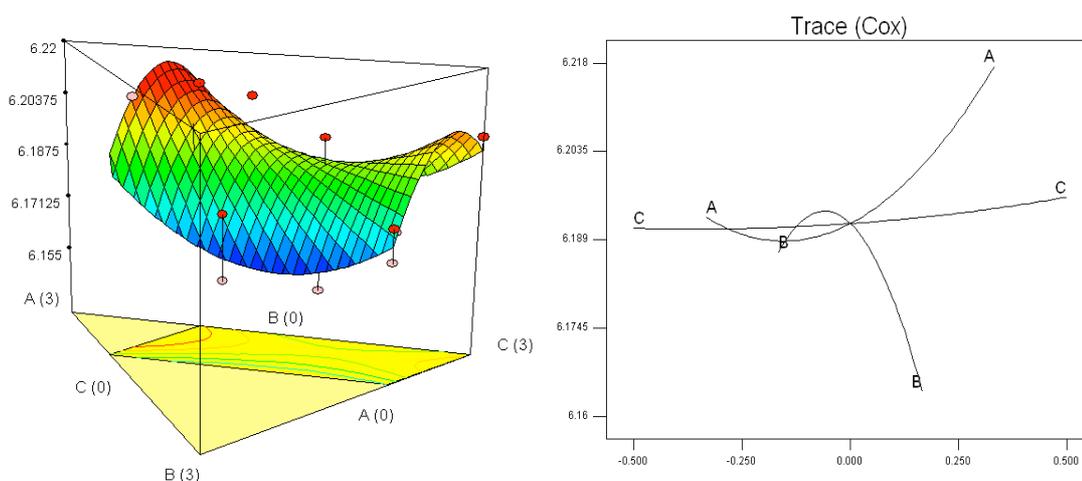
Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrados Medios	Valor F	Valor p Prob > p
Modelo	4,04E-03	5	8,08E-04	7,66	0,003 4
<i>Mezcla Lineal</i>	2,69E-03	2	1,34E-03	12,73	0,001 8
AB	3,43E-04	1	3,43E-04	3,25	0,101 6
AC	9,12E-04	1	9,12E-04	8,65	0,014 8
BC	5,14E-04	1	5,14E-04	4,87	0,051 8
Residual	1,05E-03	10	1,05E-04		
<i>Falta de Ajuste</i>	8,04E-04	5	1,61E-04	3,22	0,112 7
<i>Error Puro</i>	2,50E-04	5	5,00E-05		
Cor Total	5,09E-03	15			

Nota:  $R^2 = 0,793$ ;  $R^2_{adj} = 0,690$ ;  $R = 0,830$

El modelo ajustado a la variable pH se expresa en la siguiente Ecuación:

$$pH = 6,27*A + 5,73*B + 6,2*C + 0,45*A*B - 0,16*A*C + 0,6*B*C \dots\dots (Ec 16)$$

Donde A, B y C representan a albúmina de huevo, goma de tara y CFS (concentrado funcional de soya) respectivamente. El tipo de modelo ajustado para la variable pH es el modelo Cuadrático que contiene términos de segundo orden para cada componente.



**Figura 13: Gráfico de superficie de respuesta y trazos cox respecto a pH**

A: Albúmina d huevo, B: Goma de tara y C: Concentrado funcional de soya

En la Figura 13 se muestra gráficamente el efecto de los componentes albúmina de huevo (AH), goma de tara (GT) y concentrado funcional de soya (CFS) respecto al pH como una superficie de respuesta y trazos cox, se puede observar que el CFS tiene un efecto, casi lineal, por otra parte, a medida que se aumenta AH se obtiene mayores pH y la GT tiene un efecto diferente, pues aumentar su proporción se consiguen valores menores de pH.

El pH de las formulaciones fueron mayores a 5,3; al igual que los resultados obtenidos por Ramos *et al.*, (2004) quien menciona que se pueden clasificar como embutidos de baja acidificación. La variabilidad en el pH se puede atribuir a la carga microbiana, a las diferencias en el pH de la carne o a la adición de los ingredientes, cabe mencionar que según las descripciones técnicas, el valor de pH de CFS, AH y GT están en rangos de 6,5 – 7,5; 6,5 – 8 y 5 - 7 respectivamente, esto refuerza los resultados que atribuyen a la GT menores valores de pH en el hot dog de llama.

Lucke (1994) menciona que el pH, ejerce un papel primordial en la ligazón de la pasta ya que favorece la solubilidad de las proteínas miofibrilares del músculo, y con ello el desarrollo de la textura. El pH se relaciona directamente con la solubilidad, y a un determinado pH algunas proteínas como la albúmina sérica, la gelatina y la clara de huevo presentan máxima actividad emulsificante y su máxima solubilidad (Badui, 2006). Aunque el accionar de los microorganismos podrían influir significativamente en el descenso del pH del producto, el proceso de curado (nitritos) inhibe la formación y crecimiento de microorganismos no deseables como el *Clostridium botulinum*.

En general, los valores de pH se mantiene en rangos de 6,5 – 6,7, éstos se consideran aceptables puesto que el pH es un parámetro indicador de conservación del alimento se puede afirmar que el hot dog de llama es altamente perecedero y susceptible a microorganismos patógenos, por ello la importancia de mantenerlos en refrigeración (Badui, 2006), como también las buenas de manufactura en la elaboración. No hubo grandes diferencia en pH entre todas las formulaciones. Quino y Alvarado (2014) reportan valores de 6,17 y mencionan que el pH de las salchichas oscila entre 5,8 – 6,3, por tanto están dentro del rango. Rozas (2015) también encontró resultados dentro del rango normal (6,2 – 6,5).

#### **4.3.4. HUMEDAD**

El modelo sugerido para la humedad es el modelo lineal, en el Cuadro 22 se presentan los resultados, puesto que el Valor  $p$  es menor a 0,05 (Cuadro 26), se puede afirmar que la variabilidad de humedad es explicado por el modelo lineal de regresión ajustado.

Hernández *et al.* (2014) mencionan que un coeficiente de correlación ( $R$ ) a partir de 0,75 se considera correlación considerable, entonces podemos afirmar que el ajuste del modelo es muy bueno, ya que el valor de  $R$  es 0,801. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) indica que el 69,08 por ciento de la variación en la humedad fue explicado por el modelo lineal, además el coeficiente de determinación ajustado ( $R^2_{adj}$ ), cuyo valor fue 0,6432 permitió establecer que el modelo se ajusta adecuadamente a los datos experimentales, esto se refuerza al ver que el valor  $p$  de la falta de ajuste (*lack of fit*) es mayor a 0,05.

El modelo ajustado a la variable humedad se expresa en la siguiente Ecuación:

$$\text{Humedad} = 71,88*A + 72,79*B + 69,91*C \dots\dots\dots (\text{Ec } 17)$$

Donde A, B y C representan a albúmina de huevo (AH), goma de tara (GT) y CFS (concentrado funcional de soya) respectivamente. El tipo de modelo ajustado para la variable humedad es el modelo Lineal que contiene términos de primer orden para cada componente. Al observar los coeficientes de la ecuación se puede afirmar que existe un efecto positivo respecto a la correlación de los componentes.

**Cuadro 26: Análisis de varianza del modelo para la variable humedad**

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrados Medios	Valor F	Valor p Prob > p
Model	5,8	2	2,9	14,52	0,000 5
<i>Mezcla Lineal</i>	5,8	2	2,9	14,52	0,000 5
Residual	2,6	13	0,2		
<i>Falta de Ajuste</i>	1,43	8	0,18	0,76	0,653 2
<i>Error Puro</i>	1,17	5	0,23		
Cor Total	8,4	15			

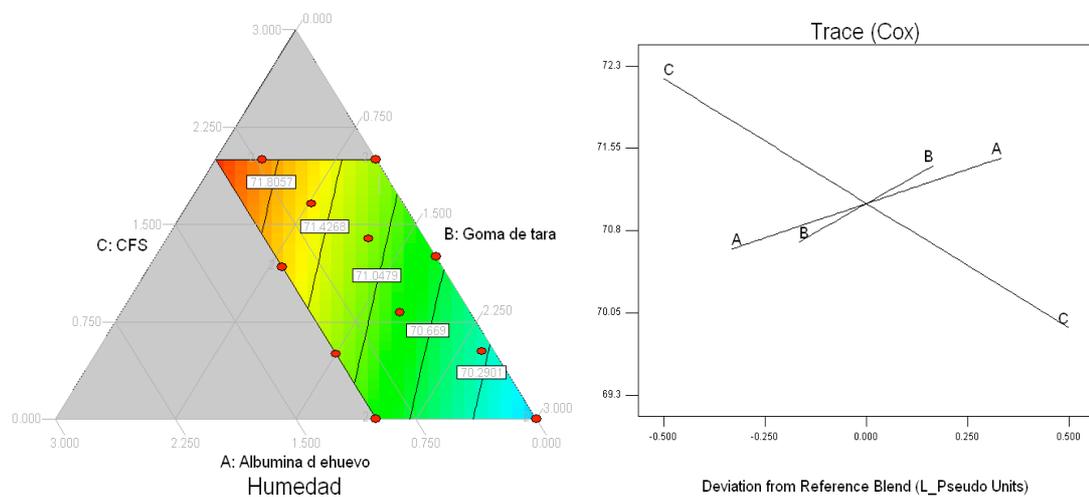
Nota:  $R^2 = 0,691$ ;  $R^2_{adj} = 0,643$ ;  $R = 0,801$

De acuerdo a las Figuras 14, se puede observar que mayor contenido de GT y AH, provoca un aumento de humedad (69 – 72 por ciento) y con la adición de CFS el resultados es menos favorable.

Estos resultados difieren con Akesson (2008) que usó aislado proteico de soya (SPI) y encontró que el contenido de humedad era dependiente de los niveles de SPI, encontrando mayor rendimiento a partir de 2 por ciento, esto podría explicarse por el efecto sinérgico que podría tener el CFS con GT y AH, por ello Chin *et al.* (1999) afirman que los ingredientes modificadores de textura, como las proteínas no cárnicas (por ejemplo SPI) o gomas se añadirían en los productos cárnicos bajos en grasa para retener el agua añadido. Varios estudios informan de una mejor retención de agua en la presencia de carragenina (Pietrasik, 2003; Pietrasik y Duda, 2000). Cuanto más fuertemente estén unidos los iones a la proteína, mayor es el efecto hidratante.

En la fabricación de productos cárnicos cocidos, las fibras musculares pueden quedar intactas, es decir, como un sistema de captación de agua limitado por la membrana celular o sarcolema, como es el caso del jamón cocido, o bien pueden quedar como un sistema miofibrilar desintegrado a causa de la destrucción del sarcolema, con lo que se libera el complejo de actomiosina (caso de las pastas finas); en este último caso, la acción de los aniones cloruros y fosfatos provoca un aumento adicional de la capacidad de retención de agua de la carne. Situación favorable cuando se trata de productos emulsificados, en razón de sus características sensoriales (Restrepo *et al.*, 2001).

Puolanne y Peltonen (2013), citados por Carpio (2015), afirman que la interacción entre las proteínas y el agua tiene un efecto imponente en la retención de agua. Las variables que tienen un mayor efecto e influyen en la interacción de las proteínas y el agua son el pH y la fuerza iónica. Esto, posiblemente, se basa en la repulsión electrostática de las cargas entre los filamentos o por los efectos osmóticos causados por la distribución desigual de los iones entre el retículo miofibrilar o por los enlaces puentes de hidrógeno.



**Figura 14: Gráfico de contorno y trazos cox respecto a humedad**

A: Albúmina de huevo, B: Goma de tara y C: Concentrado funcional de soya

También Quino y Alvarado (2014) quienes usaron inulina como sustituto de agua, afirman que la inulina forma un gel con el agua muy parecido a la grasa, a esto se debe el aumento de la humedad (56 – 59 por ciento). Han-Sul Yan *et al.* (2007) elaboró salchichas de cerdo bajas en grasa con harina de avena (67 – 68 por ciento); Cabello *et al.* (2005) en salchichas de pescado (73,7 por ciento) y Hleap y Velasco (2012) en salchichas de tilapia, en un rango de 63,73 - 66,32 por ciento y afirman que el contenido de humedad de las salchichas se encuentra estrechamente relacionado con el tipo de ingrediente cárnico utilizado para su elaboración, lo cual suele ser clasificado de acuerdo a su capacidad de retención de agua. A pesar de la variabilidad, podemos afirmar que los ingredientes usados en el estudio influyeron positivamente en la retención de agua, destacando la AH y la GT.

#### **4.3.5. COLOR**

En cuanto al color de las muestras (Cuadro 27), no se consideran diferencias significativas entre formulaciones, es decir la adición de concentrado funcional de soya (CFS), albúmina de huevo AH y goma de tara (GT) no influyeron, como se observa en la Figura 15; sin embargo cabe resaltar que el color conseguido con 0,5 por ciento (en la formulación) de colorante carmín en hot dog de llama, difiere significativamente a la de hot dog elaborado con carne de cerdo y/o de pollo, probablemente debido al color propio de la carne . Por otra parte las salchichas más comerciales optan por el uso de carne industrial y carne mecánicamente deshuesada lo cual también influye en el color.

La mioglobina es la principal proteína responsable del color de la carne, además existen otras hemoproteínas como la hemoglobina y el citocromo C que juegan un rol importante en el color de la carne de res, cordero y aves de corral (Hunt, 2005). Uno de los factores que ayuda a proporcionar un color adecuado a la carne (color rosa estable) y retarda la rancidez en productos cárnicos, es el curado, o sea la presencia de nitritos.

Además, el calor hace que el pigmento rojo de la carne se oscurezca debido al aumento de la concentración de pigmentos y la deshidratación de la superficie (Ahn *et al.*, 1999). Sin embargo, el 1,5 por ciento de aislado proteico de soya en salchichas no mostró diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) para el enrojecimiento (valor  $a^*$ ) y amarillez (valor  $b^*$ ) en relación con aquellos con dos por ciento de aislado proteico de soya utilizado.

Esto no coincide con Akesowan (2008) quien no encontró diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) para valores de luminosidad ( $L^*$ ) en todas sus formulaciones; sin embargo la adición de 1,5 y 2 por ciento de los niveles de aislado proteico de soya disminuyó significativamente ( $p < 0,05$ ) valores de  $a^*$  y aumentó ( $P < 0,05$ ) los valores de  $b^*$ , causando que las salchichas light sean menos rojas y más amarillas respecto al color interno, mientras que no se encontró diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) con uno por ciento de aislado proteico de soya con respecto a la salchicha control.

**Cuadro 27: Color de hot dog de llama**

<b>Formulación</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>C*</b>
1	56,09	17,70	6,66	18,91
2	55,73	17,23	6,50	18,41
3	55,00	18,23	6,67	19,41
4	55,38	17,21	6,92	18,55
5	55,08	17,57	6,63	18,77
6	55,77	17,39	6,05	18,41
7	56,25	17,17	6,12	18,23
8	54,68	17,87	6,85	19,14
9	56,71	18,16	6,91	17,94
10	54,37	17,92	5,77	18,83
11	58,39	17,09	7,33	18,60
12	57,73	17,91	6,63	19,09
13	55,54	17,84	6,57	19,01
14	55,12	16,74	6,50	17,96
15	53,53	17,31	6,96	18,65
16	55,12	16,82	6,50	18,03

Estudios similares por Ahn *et al.* (1999) mostraron que la adición de 1,5 por ciento de aislado proteico de soya no tuvo efecto sobre los valores de L, pero se produjo una disminución en valores de  $a^*$  salchichas. Esto fue probablemente debido a la diferencia de color de la carne de cerdo (rojo), que se sería sustituido por aislado proteico de soya (crema). Cengiz y Gokoglu (2007) mencionan que salchichas con menor contenido de grasa, posee significativamente un mayor color rojizo.

Amensour (2010) citado por Rozas (2015) afirma que la componente roja del color de los productos cárnicos tratados térmicamente está influenciada por diversos factores tanto tecnológicos (emulsión en frío o caliente, tipo de picado, etc.) como de composición (relación fracción magra/fracción grasa, entre otros).

Rozas (2015), evaluó la adición de AH en salchichas tipo frankfurt y menciona que tomando en cuenta los valores de  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  obtenidos en la evaluación de las muestras, y considerando que el color es un factor importante de calidad en productos cárnicos, se puede afirmar que el uso de proteína de albúmina de huevo tiene un efecto positivo en cuanto al color; ya que se obtienen valores más altos de  $L^*$  y  $a^*$ , es decir una mayor luminosidad y mayor tendencia al rojo mientras que los valores de  $b^*$  son menores respecto a las muestras elaboradas con proteína de soya



**Figura 15: Muestras de hot dog de carne de llama**

#### 4.3.6. PERFIL DE TEXTURA

En el animal recién faenado la presencia del ácido adenosin-trifosfórico (ATP), rico en energía, permite que los filamentos proteicos de miosina y de la otra proteína contráctil, la actina, responsables directos de la contracción muscular, permanezcan separados; en forma similar a un músculo vivo, en estado de reposo. Pero, a medida que avanzan las horas, la disminución y posterior desaparición del ATP produce la unión (reversible en el caso de la contracción) de actina y miosina con formación del complejo, actomiosina, instaurándose la rigidez cadavérica, caracterizada por pérdida de la elasticidad del músculo. En este estado entrelazado de las moléculas de actomiosina, ésta es prácticamente insoluble y no puede realizar las funciones de ligazón de agua y de emulsificación de grasas (Schmidr-Hebbel, *et al.* 1984).

Las características de textura y succulencia de los productos cárnicos son dependientes de las proteínas musculares (actina, miosina, actinomio- sina y proteínas de la carne solubles en agua). La gelación de proteínas se refiere a la transformación de una proteína en el estado “sol” a un estado “gel”, que se facilita por calor, enzimas, o cationes divalentes bajo condiciones apropiadas y que inducen la formación de una estructura de red, cuyos mecanismos de formación pueden diferir considerablemente (Badui, 2006).

La mayoría de los geles de proteínas se preparan calentando la solución de proteína, lo que induce una desnaturalización que puede ser considerada un estado “progel”, que es un líquido viscoso en el que ocurren algunos eventos de polimerización de la proteína. Ésta se despliega y se exponen numerosos grupos funcionales, como los puentes de hidrógeno y los grupos hidrofóbicos. Un segundo estado es la formación de una red de proteína entre las moléculas desplegadas, a menudo irreversible. Cuando el progel se enfría, a temperatura ambiente o de refrigeración, baja la energía cinética y esto facilita la formación de uniones estables no covalentes gracias a la exposición de grupos funcionales de varias moléculas, lo que constituye la gelificación (Badui, 2006).

Restrepo *et al.*, (2001) mencionan que durante la elaboración de embutidos escaldados, al extraer la proteína se forman enlaces entre los puntos reactivos de éstas que se encuentran expuestos, formando una matriz proteica, una especie de esponja en cuyos alvéolos se aloja el agua y la grasa, la estabilidad de la emulsión dependerá de la eficiencia de extracción de ésta (proceso que, desde el punto de vista mecánico, se ve altamente favorecido por el uso de emulsificadores), de tal manera que si se presenta coalescencia es debida a que se excedió la cantidad de grasa que podía alojar la matriz (por deficiencia de proteína disponible), y que si existen excesivas pérdidas de peso en el producto final, estas se deben a la misma razón, pero en consideración al agua.

El hot dog es una dispersión alimentaria que contiene ingredientes cárnicos, proteína no cárnica, grasa y algunas especias, estos ingredientes forman una emulsión estable que se gelifica durante el escaldado; se habla de dispersión, porque se tienen materiales que son insolubles en agua y se encuentran dispersos en ella, por ejemplo tejido adiposo, reprocesso, algunas partes vegetales, etc. Se tiene una solución porque efectivamente, se encuentran disueltos algunos materiales que son solubles en agua, por ejemplo las sales de curación, algunas proteínas, etc. Se encuentra también agua retenida por las interacciones proteína-proteína formando un gel. Se tiene además una espuma, porque con el trabajo mecánico se incorpora aire a la fase dispersante, y por último se tiene una emulsión, ya que se encuentran estabilizadas dos fases que son inmiscibles, el agua y la grasa. Precisamente este último sistema es el que da el nombre a todo este complejo, posiblemente por ser el más importante y porque como tal, de él depende la apariencia del sistema global (Restrepo *et al.*, 2001). Para productos emulsificados, el picado, ya sea en un cutter o en un equipo emulsificador, destruye la estructura celular; estando la actomiosina probablemente mejor representada como un sol. Las proteínas sarcoplasmáticas están en solución y las del tejido conectivo en suspensión. Las partículas grasas por debajo de 200  $\mu$  están suspendidas en la matriz agua-proteína. Aunque la miosina/actomiosina puedan emulsionar aceite en un sistema modelo, el término "emulsión cárnica" está siendo reemplazado por "pastón o mezcla cárnica" para indicar la naturaleza más compleja del sistema y hacer énfasis en la conducta de gelación y coagulación por calor de las proteínas cárnicas. La "emulsión" y el gel pueden contener la grasa y el agua y mantener la textura elástica a través de varios ciclos de transiciones de grasa sólida - líquida durante la cocción en el horno, durante el almacenamiento, congelado y preparación culinaria (Restrepo *et al.*, 2001).

Cuando se busca reemplazar parte de las proteínas animales con proteínas vegetales o en su defecto con polisacáridos, existen interacciones químicas que se pierden como la de los fosfatos con la proteína animal. Esta interacción que depende del pH y la carga, es causante de una mayor o menor capacidad de retención de agua, capacidad emulsificante y capacidad de formar geles (Gonzales *et al.*, 2015).

En la industria cárnica, la textura es de suma importancia; la prueba de TPA o perfil de textura representa de manera gráfica la masticación. A continuación se describe el efecto de los ingredientes en estudio sobre cada parámetro. En el Cuadro 28, se observan los valores obtenidos del perfil de textura del producto.

**Cuadro 28: Perfil de textura de hot dog de llama**

<b>F</b>	<b>Adhesi- vidad (N*s)</b>	<b>Cohe- sividad</b>	<b>Gomosidad (N)</b>	<b>Dureza (N)</b>	<b>Elasticidad (mm)</b>	<b>Mastica- bilidad (N*mm)</b>
1	-0,35±0,14	0,32±0,04	21,66±1,92	68,26±3,63	11,10±0,23	241,60±0,04
2	-0,25±0,21	0,23±0,00	11,27±0,53	48,20±1,47	9,00±0,58	101,44±0,00
3	-0,31±0,22	0,48±0,02	66,00±2,11	137,28±1,86	10,83±0,35	715,24±0,01
4	-0,15±0,04	0,41±0,01	24,92±1,94	63,52±1,64	11,08±0,05	289,52±0,00
5	-0,30±0,36	0,45±0,09	51,64±23,48	132,24±3,31	10,33±0,25	614,85±0,07
6	-0,14±0,03	0,38±0,04	22,38±5,61	59,11±5,01	10,81±0,19	241,90±0,04
7	-0,14±0,12	0,24±0,02	10,64±0,22	44,46±2,29	10,14±0,93	108,17±0,03
8	-0,27±0,02	0,26±0,05	20,54±0,88	67,75±0,89	10,51±0,87	182,61±0,04
9	-0,72±0,22	0,53±0,09	19,31±3,19	36,67±0,60	8,61±0,42	166,24±0,02
10	-0,23±0,21	0,31±0,03	15,63±1,02	49,90±1,02	10,28±0,58	160,94±0,02
11	-0,39±0,14	0,36±0,05	20,17±2,45	55,47±0,67	10,42±0,92	210,29±0,03
12	-0,20±0,13	0,26±0,03	16,51±1,46	63,66±1,30	10,40±0,75	172,02±0,03
13	-0,28±0,12	0,28±0,02	22,85±2,54	80,53±4,78	11,15±0,21	254,61±0,03
14	-0,43±0,17	0,22±0,05	4,86±1,20	22,39±1,61	6,22±1,03	30,19±0,07
15	-0,32±0,15	0,20±0,01	10,77±0,48	47,19±0,99	8,29±1,28	78,61±0,01
16	-0,54±0,08	0,24±0,03	5,46±0,79	22,51±0,63	7,78±0,72	42,37±0,01

F: Número de Formulación

**a. ADHESIVIDAD**

El modelo sugerido para la adhesividad de hot dog de llama es el modelo cúbico, en el Cuadro 28 se presentan los resultados, puesto que el Valor  $p$  es menor a 0,05 (Cuadro 29), se puede afirmar que la variabilidad de adhesividad es explicado por el modelo cúbico de regresión ajustado. Hernández *et al.* (2014) mencionan que un coeficiente de correlación (R) a partir de 0,75 se considera correlación considerable, entonces podemos afirmar que el ajuste del modelo es muy bueno, ya que el valor de R es 0,983. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) indica que el 96,64 por ciento de la variación en la adhesividad fue explicado por el modelo cúbico, además el coeficiente de determinación ajustado ( $R^2_{adj}$ ), cuyo valor fue 0,916 permitió establecer que el modelo se ajusta adecuadamente a los datos experimentales, esto se refuerza pues el valor  $p$  de la falta de ajuste es mayor a 0,05.

**Cuadro 29: Análisis de varianza del modelo para la variable adhesividad**

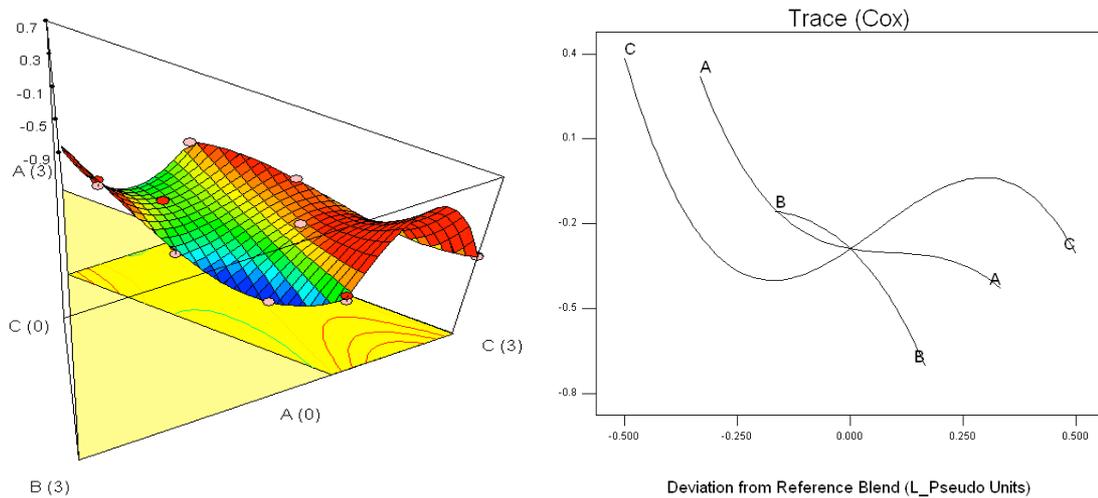
<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>GL</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p Prob &gt; p</b>
Modelo	0,340	9	0,038	19,180	0,000 9
<i>Mezcla Lineal</i>	0,160	2	0,081	41,110	0,000 3
AB	8,41E-04	1	8,41E-04	0,430	0,537 4
AC	0,033	1	0,033	16,620	0,006 5
BC	8,92E-05	1	8,92E-05	0,045	0,838 4
ABC	1,64E-03	1	1,64E-03	0,830	0,396 8
AB(A-B)	1,26E-03	1	1,26E-03	0,640	0,454 3
AC(A-C)	0,037	1	0,037	18,600	0,005 0
BC(B-C)	9,06E-04	1	9,06E-04	0,460	0,522 8
Residual	0,012	6	1,97E-03		
<i>Falta de Ajuste</i>	3,90E-06	1	3,90E-06	1,65E-03	0,969 2
<i>Error Puro</i>	0,012	5	2,36E-03		
Cor Total	0,350	15			

Nota:  $R^2 = 0,966$ ;  $R^2_{adj} = 0,916$ ;  $R = 0,983$

El modelo ajustado a la variable adhesividad se expresa en la siguiente ecuación:

$$\text{Adhesividad} = -1,79*A - 8,01*B - 0,3*C + 24,24*A*B + 3,88*A*C + 7,73*B*C - 33,02*A*B*C - 15,38*A*B*(A-B) + 3,9*A*C*(A-C) - 11,75*B*C*(B-C)... \text{ (Ec 18)}$$

Donde A, B y C representan a albúmina de huevo (AH), goma de tara (GT) y concentrado funcional de soya (CFS) respectivamente. El tipo de modelo ajustado para la variable adhesividad es el modelo cúbico. La Figura 16 muestra que proporciones menores de AH, GT y CFS favorecen el aumento de la adhesividad, este comportamiento es más resaltante con CFS y AH como se observa en el gráfico de superficie de respuesta, la sección roja se presenta mayormente en CFS y seguidamente en AH.



**Figura 16: Gráfico de superficie de respuesta y trazos cox para adhesividad**

A: Albúmina de huevo, B: Goma de tara y C: Concentrado funcional de soya

Los valores de adhesividad obtenidos son ligeramente negativos (-0,54 a -0,14) concuerdan con Gonzales *et al.* (2015) que obtuvieron valores entre -0,61 y -0,17 en salchichas de cerdo con plasma sanguíneo y pasta de ajonjolí. Gonzales *et al.* (2009) encontraron una correlación positiva entre la adhesividad instrumental y la sinéresis en jamon de cerdo cocido, mencionan que esto se debe posiblemente a la composición química de la masa, que se va haciendo inestable a medida que transcurre el periodo de almacenamiento del producto, mostrando mayor exudación, generando a su vez adhesividad en la superficie del producto. Según estos autores la textura se ve afectada por el aumento de la exudación, que acarrea pérdida de la calidad en el producto.

Valores negativos indican que la textura del hot dog es pegajosa o adhesiva. Cuando el producto es consumido éste se adhiere al paladar, lo que conlleva a realizar un trabajo adicional para retirarlo (Granados *et al.*, 2013). Puesto que la adhesividad se define como la fuerza necesaria para vencer las fuerzas de atracción entre la superficie del producto y la superficie del material con el que el producto entra en contacto, en productos cárnicos es preferible que la adhesividad sea mínima, ya que esta pegajosidad indicaría deterioro del producto, ya que algunos indicadores de deterioro físico son el ablandamiento y pegajosidad tras la alteración producida por el desarrollo microbiano que se manifiesta por una exudación mucosa (Schmidt-Hebbel, *et al.*, 1984).

Bryant *et al.* (1995) en un estudio sobre la textura de quesos mencionan que la adhesividad y cohesividad disminuyen al reducirse el contenido de grasa y aumentar la humedad; estos cambios texturales son debidos a la forma de la matriz proteica que resulta al disminuir el contenido de grasa, ya que la grasa interrumpe las interacciones haciendo floja la matriz proteica.

## **b. COHESIVIDAD**

El modelo sugerido para la cohesividad de hot dog de llama es el modelo cúbico, en el Cuadro 28 se presentan los resultados, puesto que el Valor  $p$  es menor a 0,05 (Cuadro 30), se puede afirmar que la variabilidad de adhesividad es explicado por el modelo cúbico de regresión ajustado. Hernández *et al.* (2014) mencionan que un coeficiente de correlación ( $R$ ) a partir de 0,75 se considera correlación considerable, entonces podemos afirmar que el ajuste del modelo es muy bueno, ya que el valor de  $R$  es 0,989. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) indica que el 97,75 por ciento de la variación en la cohesividad fue explicado por el modelo cúbico, además el coeficiente de determinación ajustado ( $R^2_{adj}$ ), cuyo valor fue 0,9437 permitió establecer que el modelo se ajusta adecuadamente a los datos experimentales, esto se refuerza al ver que el valor  $p$  de la falta de ajuste (*lack of fit*) es mayor a 0,05.

El modelo ajustado a la variable cohesividad se expresa en la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \text{Cohesividad} = & + 2,49*A - 16,31*B + 0,46*C + 17,35*A*B - 5,07*A*C + 33,21*B*C \\ & - 6,62*A*B*C - 8,41*A*B*(A-B) - 3,97*A*C*(A-C) + 27,5*B*C*(B-C) \dots \dots \text{(Ec 19)} \end{aligned}$$

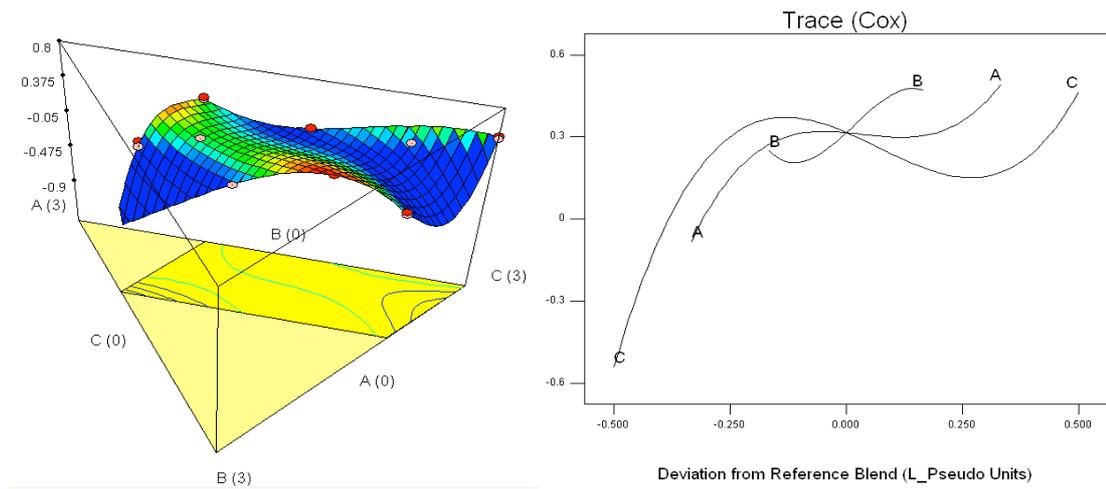
Donde A, B y C representan a albúmina de huevo, goma de tara y CFS (concentrado funcional de soya) respectivamente.

**Cuadro 30: Análisis de varianza del modelo para la variable cohesividad**

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrados Medios	Valor F	Valor p Prob > p
Modelo	0,150	9	0,017	28,95	0,000 3
<i>Mezcla Lineal</i>	0,029	2	0,014	24,79	0,001 3
AB	4,31E-04	1	4,31E-04	0,75	0,420 7
AC	0,056	1	0,056	96,72	< 0,000 1
BC	1,65E-03	1	1,65E-03	2,85	0,142 2
ABC	6,57E-05	1	6,57E-05	0,11	0,747 4
AB(A-B)	3,76E-04	1	3,76E-04	0,65	0,450 5
AC(A-C)	0,038	1	0,038	65,7	0,000 2
BC(B-C)	4,96E-03	1	4,96E-03	8,59	0,026 2
Residual	3,47E-03	6	5,78E-04		
<i>Falta de Ajuste</i>	1,16E-04	1	1,16E-04	0,17	0,694 9
<i>Error Puro</i>	3,35E-03	5	6,70E-04		
Cor Total	0,150	15			

*Nota: R = 0,989; R<sup>2</sup> = 0,978; R<sup>2</sup><sub>adj</sub> = 0,944*

En la Figura 17, el CFS tiene mayor influencia, presentando valores mas bajos a menores proporciones al igual que AH y GT, en ese orden. Por otro lado se puede observar también un efecto sinérgico por parte de CF y GT (coloración azul). La influencia de la proporción de componentes sobre la cohesividad siguió un modelo cúbico ( $R^2 = 0,97$ ). Carballo, *et al.* (1996) encontraron pequeñas diferencias en cohesividad entre bolognas elaboradas con avena, almidón y albúmina de huevo.



**Figura 17: Gráfico de superficie de respuesta y trazos cox para cohesividad**

A: Albúmina de huevo, B: Goma de tara y C: Concentrado funcional de soya

Respecto a la cohesividad se obtuvo valores en un rango de 0,2 – 0,48, , estos resultados coinciden con Gonzales *et al.* (2015) 0,26 - 0,42; sin embargo son inferiores a los encontrados por Cury *et al.* (2011) 0,78 (78,15) en salchichas con carne de conejo, a los encontrados por Cori *et al.* (2014) en salchichas de pollo y codorniz (0,61 – 0,68), y a lo señalado por Xiong *et al.* (1999) de 0,79 para salchicha de carne bovina con 3,8% de grasa; estos resultados podrían diferir por algunos factores como la metodología de elaboración y análisis así como por los ingredientes. Granados *et al.* (2013) reportaron aumento de cohesividad en salchichas de alpaca (45 por ciento) y cordero (20 por ciento).

Bryant *et al.* (1995) en un estudio sobre la textura de quesos menciona que la adhesividad y cohesividad disminuyen al disminuir el contenido de grasa y aumentar la humedad, estos cambios texturales son debidos a la forma de la matriz proteica que resulta al disminuir el contenido de grasa, ya que la grasa interrumpe las interacciones haciendo floja la matriz proteica. Los bajos valores podrían deberse a ésta ausencia de grasa así como afirman Salvá *et al.* (s.f.) que la grasa es necesaria para que el embutido presente terneza, jugosidad, cohesividad y sabor. La cohesividad es importante en los productos cárnicos, por ejemplo cuando el producto es crudo, debe ser congelado debido a su inestabilidad (pérdida de cohesividad), por ello es necesario el uso de agentes alginantes (Márquez *et al.*, 2008).

### c. GOMOSIDAD

El modelo sugerido para la gomosidad de hot dog de llama es el modelo cúbico especial, en el Cuadro 28 se presentan los resultados, puesto que el Valor  $p$  es menor a 0,05 (Cuadro 31), se puede afirmar que la variabilidad de gomosidad es explicado por el modelo cúbico especial de regresión ajustado.

Hernández *et al.* (2014) mencionan que un coeficiente de correlación ( $R$ ) a partir de 0,75 se considera correlación considerable, entonces podemos afirmar que el ajuste del modelo es muy bueno, ya que el valor de  $R$  es 0,960. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) indica que el 92,14 por ciento de la variación en la gomosidad fue explicado por el modelo cúbico especial, además el coeficiente de determinación ajustado ( $R^2_{adj}$ ), cuyo valor fue 0,8691 permitió establecer que el modelo se ajusta adecuadamente a los datos experimentales, esto se refuerza al ver que el valor  $p$  de la falta de ajuste (*lack of fit*) es mayor a 0,05.

**Cuadro 31: Análisis de varianza del modelo para la variable gomosidad**

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrados Medios	Valor F	Valor p Prob > p
Modelo	3 539,86	6	589,98	17,59	0,000 2
<i>Mezcla Lineal</i>	1 758,59	2	879,29	26,22	0,000 2
AB	83,06	1	83,06	2,48	0,15
AC	1 159,21	1	1 159,21	34,56	0,000 2
BC	0,15	1	0,15	4,44E-03	0,948 4
ABC	480,23	1	480,23	14,32	0,004 3
Residual	301,84	9	33,54		
Falta de ajuste	194,58	4	48,64	2,27	0,196 6
Error puro	107,26	5	21,45		
Cor Total	3 841,71	15			

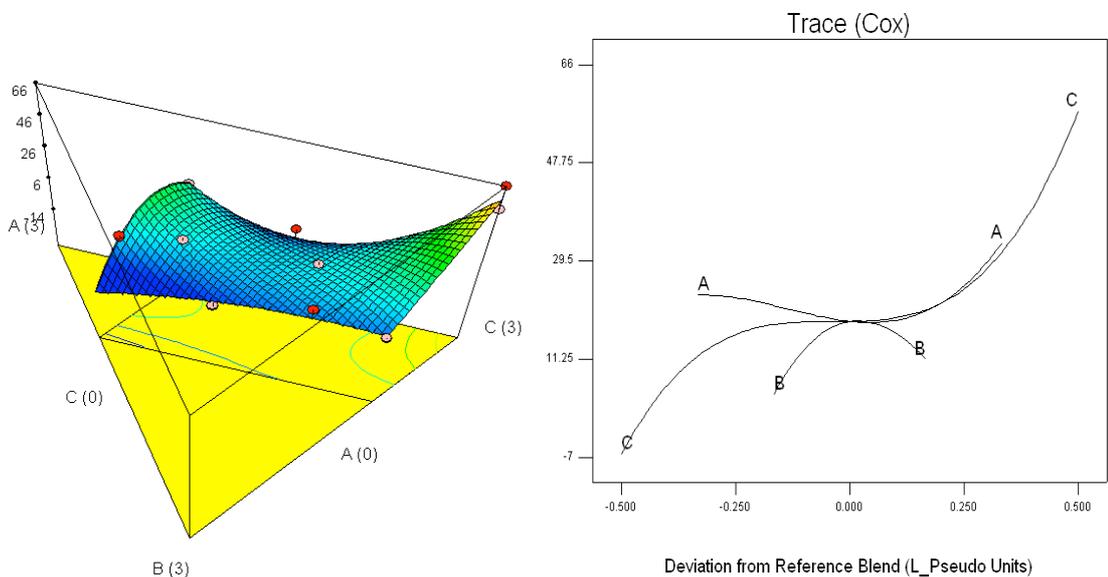
Nota:  $R^2 = 0,921$ ;  $R^2_{adj} = 0,869$ ;  $R = 0,960$

El modelo ajustado a la variable gomosidad se expresa en la siguiente ecuación:

$$Gomosidad = +113,92*A - 71,86*B + 57,39*C - 262,57*A*B - 313,47*A*C - 10,30*B*C + 1125,59*A*B*C \dots\dots\dots (Ec 20)$$

Donde A, B y C representan a albúmina de huevo, goma de tara y CFS (concentrado funcional de soya) respectivamente.

En la Figura 18 se puede observar que la gomosidad, se ve influenciada por el CFS y por la AH, en ese orden, y negativamente por la GT. La influencia de la proporción de componentes sobre la gomosidad siguió una función cubico especial ( $R^2=0,92$ ). Los valores alcanzados en la investigación son variados, se encuentran en rango desde 4,8 – 51,6; Granados *et al.* (2013) obtuvo valores de 19,01 ensalchicha de atún, valores similares alcanzaron Herrero (2008) y Hleap y Velasco (2010). Claramente el CFS aumentó la gomosidad, seguido de AH a diferencia de la GT. Cabe mencionar que productos como el tofu se caracterizan por ser gomosos.



**Figura 18: Gráfico de superficie de respuesta y trazos cox para gomosidad**

A: Albúmina de huevo, B: Goma de tara y C: Concentrado funcional de soya

Entre los posibles factores que podrían obstaculizar la aplicación de las gomas en el procesamiento comercial de carnes es la incompatibilidad entre las proteínas solubles en sales y algunos polisacáridos a condiciones de alta fuerza iónica (Xiong y Blanchard, 1993; mencionados por Totosa, 2007).

Sin embargo enlaces de tipo galactomanano como es el caso de la goma de tara se caracterizan por no ser ionizables por tanto las soluciones de goma de tara son estables en un amplio rango de pH. La viscosidad es casi constante en el rango de 1.0 a 10.5. Se cree que esta estabilidad se debe a la naturaleza sin carga y no iónica de la molécula (ALNICOLSA, 2015).

Por otra parte, la formación de conjugados proteína - polisacárido por uniones covalentes involucra al grupo amino reactivo de la lisina o de glutamina (las proteínas de soja y gluten son ricas en residuos de ácido glutámico, que existen principalmente en la forma amidada y serían los grupos reactivos) y grupos éster de carbohidratos (Ledward, 1994, citado por Carp, 2001). Es la interacción más permanente que se produce, siendo la estructura macromolecular menos susceptible a interrupciones por pH, calor, sales (Dickinson y McClements, 1995, citados por Carp, 2001). También pueden formarse por reacción química en solución acuosa, por ejemplo ovoalbúmina + dextrano activado con bromuro de cianógeno a pH alcalino (Kato *et al.*, 1988, citados por Carp, 2001).

#### **d. DUREZA**

El modelo sugerido para la dureza de hot dog de llama es el modelo cúbico especial, en el Cuadro 28 se presentan los resultados, puesto que el Valor  $p$  es menor a 0,05 (Cuadro 32), se puede afirmar que la variabilidad de la dureza es explicado por el modelo cúbico especial de regresión ajustado.

**Cuadro 32: Análisis de varianza del modelo para la variable dureza**

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrados Medios	Valor F	Valor p Prob > p
Modelo	14520,29	6	2420,05	18,41	0,000 1
<i>Mezcla Lineal</i>	7476,13	2	3738,07	28,44	0,000 1
AB	59,39	1	59,39	0,45	0,518 3
AC	3438,66	1	3438,66	26,17	0,000 6
BC	520,12	1	520,12	3,96	0,077 9
ABC	824,09	1	824,09	6,27	0,033 6
Residual	1182,79	9	131,42		
Falta de ajuste	1159,72	4	289,93	62,83	0,000 2
Error puro	23,07	5	4,61		
Cor Total	15703,08	15			

Nota:  $R = 0,961$ ;  $R^2 = 0,925$ ;  $R^2_{adj} = 0,875$

Hernández *et al.* (2014) mencionan que un coeficiente de correlación (R) a partir de 0,75 se considera correlación considerable, entonces podemos afirmar que el ajuste del modelo es muy bueno, ya que el valor de R es 0,960.

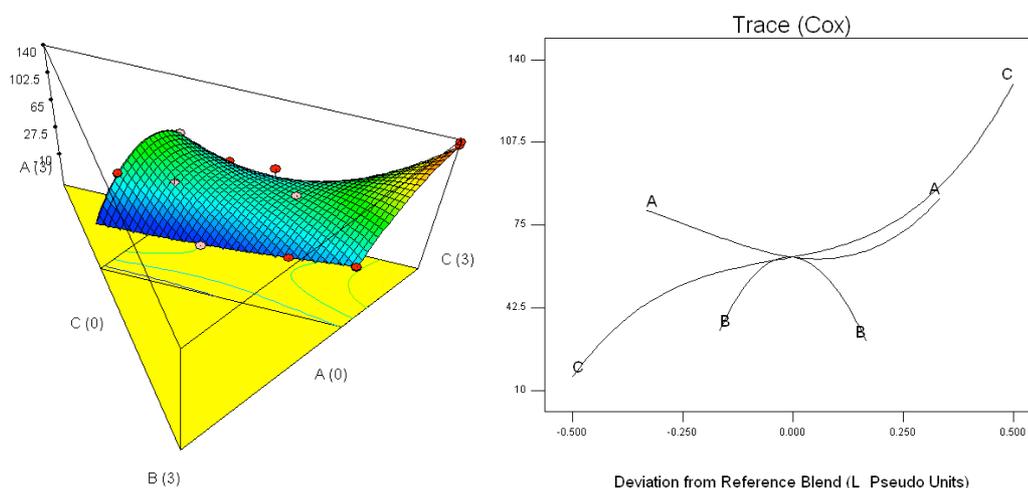
El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) indica que el 92,14 por ciento de la variación en la dureza fue explicado por el modelo cúbico especial, además el coeficiente de determinación ajustado ( $R^2_{adj}$ ), cuyo valor fue 0,8691 permitió establecer que el modelo se ajusta adecuadamente a los datos experimentales, esto se refuerza al ver que el valor *p* de la falta de ajuste (*lack of fit*) es mayor a 0,05.

El modelo ajustado a la variable dureza se expresa en la siguiente ecuación:

$$Dureza = + 211,72*A - 525,05*B + 130,51*C + 222,02*A*B - 539,90*A*C + 608,83*B*C + 1474,49*A*B*C \dots\dots\dots (Ec 21)$$

Donde A, B y C representan a albúmina de huevo, goma de tara y CFS (concentrado funcional de soya) respectivamente. El tipo de modelo ajustado para la variable dureza es el modelo cúbico especial.

En cuanto a la dureza, la influencia de la proporción de componentes sobre la dureza siguió una función cúbica especial ( $R^2 = 0,92$ ), en la Figura 19 se puede observar que la dureza se ve influenciada positivamente cuando se incrementa la proporción de CFS y AH, y disminuye cuando se incrementa GT.



**Figura 19: Gráfico de superficie de respuesta y trazos cox para dureza**

A: Albúmina de huevo, B: Goma de tara y C: Concentrado funcional de soya

Estos resultados (22 -137 N) concuerdan con salchichas de atún de Granados *et al.* (2013) que obtuvieron valores de 25,6 N y Montero *et al.* (2015) que usaron plasma sanguíneo y pasta de ajonjolí 28,9 – 53,4 N; reportes de otros autores demostraron que la adición de proteína de soya, mejora las propiedades texturales aumentando la dureza (Dawkins *et al.*, 2001), la GT disminuyó la dureza, esto coincide con lo reportado por Lundin y Hermansson (1998) que trabajaron con carragenina.

Castro *et al.* (1995), elaboraron salchichas vianesas, encontrando una relación positiva respecto al contenido de proteína y dureza, esto se refleja en la Figura 24, donde las formulaciones que contienen mayores proporciones de CFS y AH alcanzan mayores valores de dureza. Alleoni (2006) afirma que existe mayor dureza en geles de clara de huevo cuando el pH varió de 9,0 a 9,4 que cuando el pH varió de 7,7 a 8,1 y menciona que la rigidez de la clara comienza a 71 °C y aumenta a 83 °C, y la elasticidad se desarrolla entre 70 y 74 °C. La s-ovoalbúmina puede, junto con otras proteínas, aumentar la dureza del gel de albúmina, es decir, cuando el pH está alrededor de 9,0 hay un aumento en el porcentaje de esta proteína en la clara de huevo, mientras que hay una transformación mínima de la ovoalbúmina a la s-ovoalbúmina cuando el pH oscila entre 7,0 y 8,0.

Por otra parte, Ortiz (2017) optimizó una mezcla de hidrocoloides (carragenina, konjac, goma guar y GT), y menciona que la GT y goma guar fueron descartadas, debido a los bajos valores obtenidos en las pruebas de fuerza de gel, así mismo agregó hasta 1 por ciento de la mezcla óptima (carragenina y konjac) a un hot dog económico, encontrando una correlación positiva con el aumento de fuerza de gel (alcanzando valores por encima de 2000 gf).

Phillips *et al.* (1994), citados por Muñoz (2017) mencionan que la formación de geles inducida por calor implica la asociación ordenada de cadenas desplegadas de polipéptidos a través de enlaces no covalentes (por ejemplo, puentes de hidrógeno, interacciones iónicas e hidrofóbicas) y en algunos casos, a través de enlaces covalentes como enlaces de disulfuro; Las interacciones proteína-proteína no covalentes se producen durante la formación de geles reversibles y no reversibles

Los geles que se forman sustancialmente por interacciones no covalentes (principalmente por puentes de hidrógeno) son térmicamente reversibles y cuando se calientan de nuevo se funden en un estado de progel, como se observa comúnmente con los geles de gelatina. Los geles formados principalmente por interacciones hidrofóbicas son resistentes a elevadas temperaturas y son irreversibles como los geles de clara de huevo. Las proteínas que contienen grupos de cisteína y cistinas polimerizan vía interacciones sulfhidrilo-disulfuro y son térmicamente irreversibles. Ovoalbúmina, b-lactoglobulinas y geles de proteínas de suero forman geles de este tipo. Las moléculas de agua se unen a diferentes grupos en las proteínas, como los grupos cargados mediante interacciones ion-dipolo. Así mismo, se unen al esqueleto del enlace peptídico, a los grupos amida de Asn y Gln, y al grupo hidroxilo de los residuos Ser, Thr y Tyr por interacciones dipolo-dipolo. En el caso de unión a los residuos no polares se induce una interacción dipolo-dipolo, o bien una “hidratación” hidrofóbica (Restrepo *et al.*, 2001).

**e. ELASTICIDAD**

El modelo sugerido para la elasticidad de hot dog de llama, es el modelo cuadrático, en el Cuadro 28 se presentan los resultados, puesto que el Valor  $p$  es menor a 0,05 (Cuadro 33), se puede afirmar que la variabilidad de la elasticidad es explicado por el modelo cuadrático de regresión ajustado.

Hernández *et al.* (2014) mencionan que un coeficiente de correlación (R) a partir de 0,75 se considera correlación considerable, entonces podemos afirmar que el ajuste del modelo es muy bueno, ya que el valor de R es 0,947. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) indica que el 89,6 por ciento de la variación en la elasticidad fue explicado por el modelo cúbico especial, además el coeficiente de determinación ajustado ( $R^2_{adj}$ ), cuyo valor fue 0,8438 permitió establecer que el modelo se ajusta adecuadamente a los datos experimentales, esto se refuerza al ver que el valor  $p$  de la falta de ajuste (*lack of fit*) es mayor a 0,05.

**Cuadro 33: Análisis de varianza del modelo para la variable elasticidad**

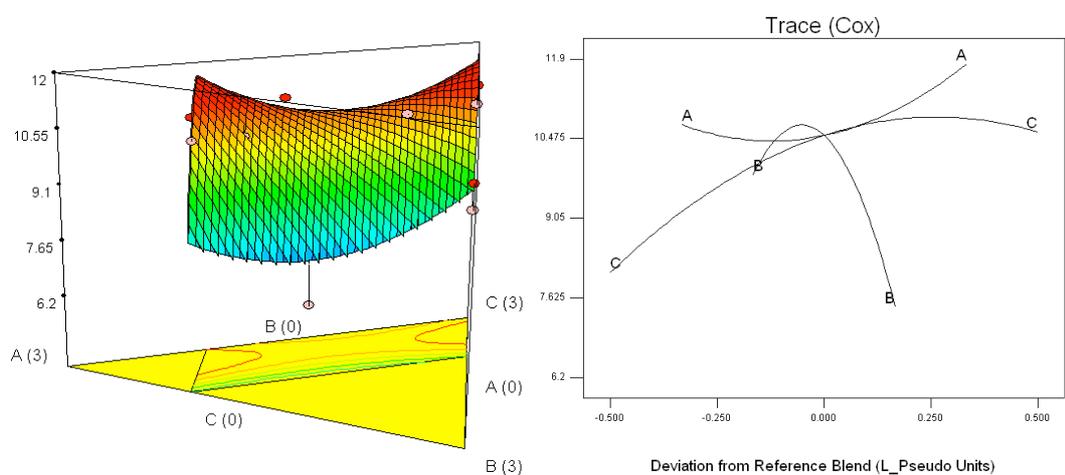
<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>GL</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p Prob &gt; p</b>
Modelo	27,18	5	5,44	17,20	0,000 1
<i>Mezcla Lineal</i>	17,43	2	8,72	27,58	< 0,000 1
AB	5,33	1	5,33	16,87	0,002 1
AC	3,34	1	3,34	10,58	0,008 7
BC	7,21	1	7,21	22,82	0,000 7
Residual	3,16	10	0,32		
Falta de ajuste	1,36	5	0,27	0,75	0,619 2
Error puro	1,80	5	0,36		
Cor Total	30,34	15			

*Nota: R = 0,947; R<sup>2</sup> = 0,896; R<sup>2</sup><sub>adj</sub> = 0,844*

El modelo ajustado a la variable elasticidad se expresa en la siguiente ecuación:

$$\text{Elasticidad} = + 14,55*A - 42,54*B + 10,59*C + 56,56*A*B - 9,77*A*C + 71,54*B*C \dots\dots\dots(\text{Ec } 22)$$

Donde A, B y C representan a albúmina de huevo, goma de tara y CFS (concentrado funcional de soya) respectivamente. El tipo de modelo ajustado para la variable elasticidad es el modelo cuadrático.



**Figura 20: Gráfico de superficie de respuesta y trazos cox para elasticidad**

A: Albúmina de huevo, B: Goma de tara y C: Concentrado funcional de soya

La influencia de la proporción de componentes sobre la elasticidad siguió una función cuadrática ( $R^2=0,896$ ). La rigidez de la clara de huevo comienza a 71 °C y aumenta a 83 °C, y la elasticidad se desarrolla entre 70 y 74 °C. La desnaturalización de la ovoalbúmina se produce a partir de 79 a 84 °C (Alleoni, 2006), entonces se puede observar que la elasticidad se ve influenciada marcadamente tanto por la AH como por el CFS (Figura 20), Gujral *et al.* (2002) utilizó huevo líquido en empanadas de carne por sus propiedades de ligazón y emulsificación.

La GT tiene un efecto negativo sobre esta propiedad, estos resultados no coinciden con Higiro *et al.* (2006) afirman que al utilizar goma de tara en salmueras favoreció la elasticidad en embutidos, Lundin y Hermansson (1998) mencionados por Restrepo *et al.* (2010) reportan mayor viscoelasticidad sólo como efecto sinérgico de gomas con carragenina y tara.

Kong *et al.* (2001), citados por Castro y de Hombre (2007), concluyen que la presencia de almidón en geles de surimi juega un rol importante en el módulo elástico total haciendo un efecto de empaquetamiento. Las propiedades reológicas de algunas gomas cambian relativamente por la presencia de sal, debido a que las proteínas musculares y la mayoría de las gomas tienen grupos ionizables.

Chen *et al.* (2000) y Ayadi *et al.* (2009), coinciden en que la goma tara presenta sinergismo con las carrageninas, por lo cual se emplea en combinación con estas en la elaboración de productos cárnicos, dando con ello geles más elásticos y sin sinéresis. El sinergismo se da por la formación de puentes de hidrógeno formados entre la doble hélice de la k-carragenina y de manosa de la goma tara. Sin embargo se resalta que los parámetros de textura medidos en muestras elaboradas con carne de cerdo y muestra comerciales (Cuadro 35) están dentro del rango de los datos obtenidos en las diferentes formulaciones de hot dog de llama.

Gimeno *et al.* (2000) obtuvieron valores de 0,51 a 0,61 mm para distintas marcas de Chorizo de Pamplona, pero son inferiores al valor reportado por Sotelo *et al.* (2008) de 16,88 mm para Kamaboko de pescado. En el caso de otros trabajos, la elasticidad es calculada y reportada de un modo diferente lo cual dificulta la comparación con los valores de la presente investigación. Por otra parte ALNICOLSA (2015) afirma que la Goma de Tara también es compatible con casi todos los almidones químicamente modificados, almidones crudos, celulosas modificadas, polímeros sintéticos, y proteínas solubles en agua. Cada macromolécula de galactomanano participa así en un gel tridimensional y refuerza la cohesión del gel.

#### **f. MASTICABILIDAD**

El modelo sugerido para la masticabilidad de hot dog de llama es el modelo cúbico especial, en el Cuadro 28 se presentan los resultados, puesto que el Valor  $p$  es menor a 0,05 (Cuadro 34), se puede afirmar que la variabilidad de la masticabilidad es explicado por el modelo cúbico especial de regresión ajustado. La influencia de la proporción de componentes sobre la masticabilidad siguió una función cúbica especial ( $R^2=0,94$ ).

**Cuadro 34: Análisis de varianza del modelo para la variable masticabilidad**

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrados Medios	Valor F	Valor p Prob > p
Modelo	5,01E+05	6	83 501,15	24,3	< 0,000 1
<i>Mezcla Lineal</i>	2,64E+05	2	1,32E+05	38,39	< 0,000 1
AB	11698,17	1	11 698,17	3,4	0,098 1
AC	1,55E+05	1	1,55E+05	45,15	< 0,000 1
BC	41,5	1	41,5	0,012	0,914 9
ABC	66 909,56	1	66 909,56	19,47	0,001 7
Residual	30 932,71	9	3 436,97		
Falta de ajuste	22 685,11	4	5 671,28	3,44	0,104
Error puro	8 247,6	5	1 649,52		
Cor Total	5,32E+05	15			

Nota:  $R = 0,950$ ;  $R^2 = 0,942$ ;  $R^2_{adj} = 0,903$

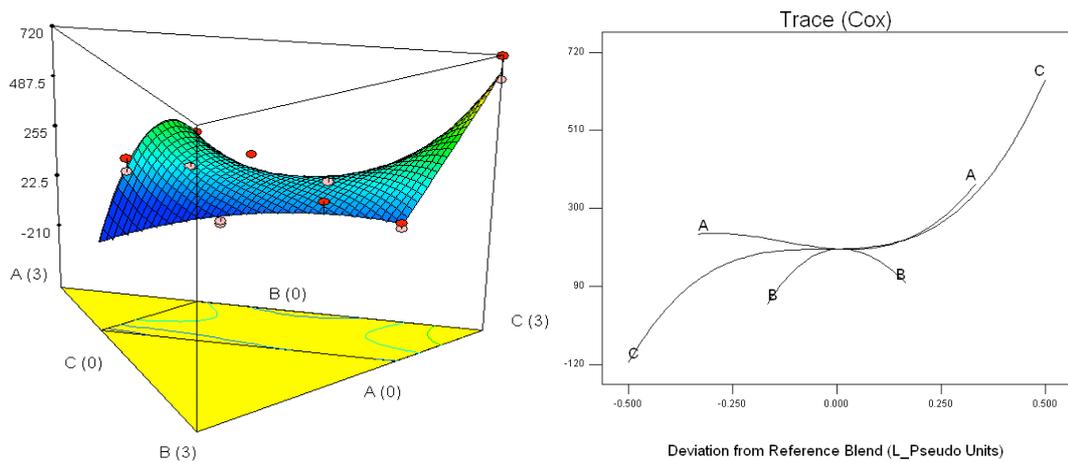
Hernández, *et al.* (2014) mencionan que un coeficiente de correlación (R) a partir de 0,75 se considera correlación considerable, entonces podemos afirmar que el ajuste del modelo es muy bueno, ya que el valor de R es 0,950. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) indica que el 94,18 por ciento de la variación en la masticabilidad fue explicado por el modelo cúbico especial, además el coeficiente de determinación ajustado ( $R^2_{adj}$ ), cuyo valor fue 0,9031 permitió establecer que el modelo se ajusta adecuadamente a los datos experimentales, esto se refuerza al ver que el valor *p* de la falta de ajuste (*lack of fit*) es mayor a 0,05.

El modelo ajustado a la variable masticabilidad se expresa en la siguiente Ecuación:

$$Masticabilidad = +1\ 313,00*A - 889,89*B + 647,60*C - 3\ 116,04*A*B - 3\ 626,82*A*C - 171,98*B*C + 13\ 286,12*A*B*C \dots\dots\dots (Ec\ 23)$$

Donde A, B y C representan a albúmina de huevo, goma de tara y CFS (concentrado funcional de soya) respectivamente. El tipo de modelo ajustado para la variable masticabilidad es el modelo cúbico especial.

La masticabilidad es definida por Szczesniak (1995) como el trabajo que se necesita para masticar un alimento sólido hasta el estado en que pueda ser tragado, y su valor se obtiene por el producto de la dureza, la cohesividad y la elasticidad. En la Figura 21 se puede observar que el CFS influye marcadamente favoreciendo la masticabilidad, esa misma tendencia se presume en cuanto a AH, sin embargo respecto a GT no se observa un efecto favorable.



**Figura 21: Gráfico de superficie de respuesta y trazos cox para masticabilidad**  
A: Albúmina de huevo, B: Goma de tara y C: Concentrado funcional de soya

Los resultados son comparables con Gimeno *et al.* (2000) quienes obtuvieron valores en un rango de 1,437 – 2,073 Kgf/mm (14,09 N/mm - 20,33 N/mm) en chorizo de pamlona y Cori *et al.* (2014) 9,98 – 20,02 Kgf/mm (97,89 – 196,3 N/mm) en salchicha de pollo y codorniz; por otra parte Chacón y Pineda (2009) refieren que es imposible comparar trabajos donde se ha realizado evaluación instrumental de textura, debido a las diferentes condiciones y parámetros en las que fueron llevadas a cabo las mediciones.

A su vez en un estudio de salchichas enriquecidas con plasma sanguíneo y pasta de ajonjolí Montero *et al.* (2015) afirman que a medida que fue aumentando la concentración de plasma sanguíneo y pasta de ajonjolí en las salchichas, estas se volvieron menos masticables, debido al contenido de pasta de pasta de ajonjolí haciendo el interior del alimento más suave.

#### 4.4. DETERMINACIÓN DE FORMULACIONES FACTIBLES

Las propiedades de pH, Aw, color y humedad se encuentran en rangos aceptables, por tanto no fueron consideradas en el proceso de optimización. La dureza es el atributo de textura mecánico más importante en los alimentos; en el caso de los productos cárnicos (Torres *et al.*, 2015). Con relación a las propiedades de los alimentos sólidos y semisólidos, Szczesaniak (1995) propone que la masticabilidad y la gomosidad no deberían ser consideradas para ambos tipos de alimentos, debido a que cada grupo tiene características diferentes, el atributo adhesividad tampoco fue considerado. Debido a que el hot dog de llama incluyó el uso de gomas y proteínas, se consideraron como atributos texturales más importantes, la dureza y la elasticidad. Para continuar con el tercera etapa de la investigación se definieron cuatro funciones objetivo: dureza, elasticidad, rendimiento y costo. El parámetro masticabilidad no se incluyó en este procedimiento, ya que es directamente proporcional al producto de la dureza, la elasticidad y la cohesividad.

##### 4.4.1. TEXTURA

Puesto que aún no se conocen evaluaciones respecto a embutidos del tipo hot dog elaborados con carne de llama, se midieron las propiedades principales de textura (dureza y elasticidad) de muestras (Control) en base a carne de llama, con la misma formulación sin la adición de AH, CFS y GT (HDLL) y muestras (Patrón) en base a carne de cerdo (HDCC); adicionalmente se reportaron mediciones de muestras comerciales del mercado como son las marcas: Otto Kunz y La Florencia; estos datos se presentan en el Cuadro 35.

**Cuadro 35: Dureza y elasticidad en muestras control, patrón y muestras comerciales**

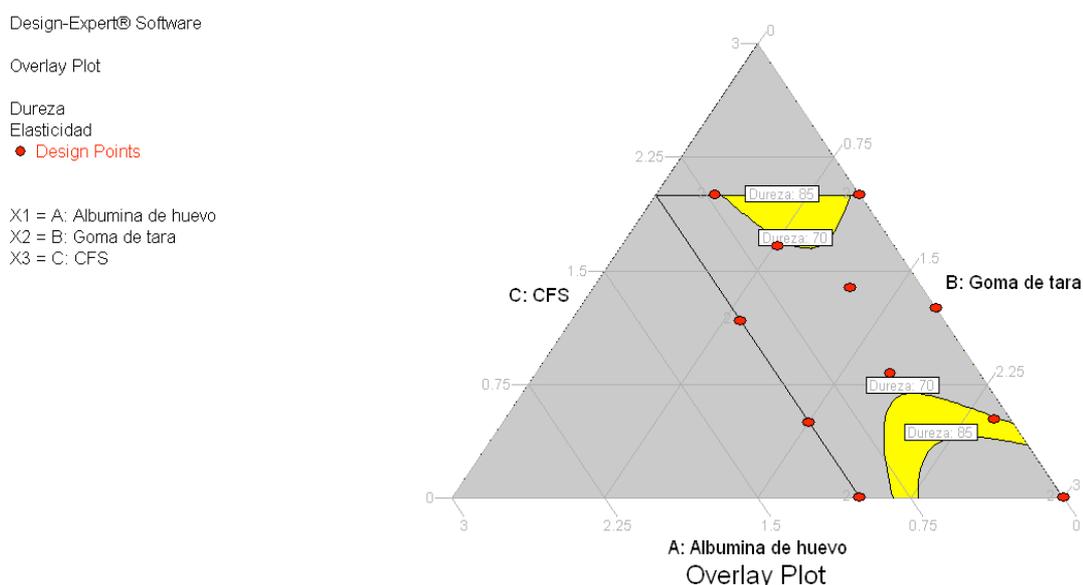
Muestra	Dureza	Elasticidad
	N	mm
HDLL	41,832	9,180
Ottokunz	83,580	11,325
La Florencia	73,258	11,335
HDCC	75,828	11,470

El Cuadro 36 muestra los criterios de optimización empleados para cada respuesta. El rendimiento fue maximizado, las pérdidas minimizadas y los rangos de los parámetros texturales dureza y elasticidad fueron establecidos para lograr valores aproximados a la muestra Patrón (HDCC), que además coinciden con las muestras comerciales (que contienen aproximadamente 20 por ciento de grasa).

**Cuadro 36: Parámetros de optimización para formulaciones factibles**

	Min	Max	Media
Dureza	70,00	85,00	77,50
Elasticidad	11	11,5	11,25
Rendimiento	98%	100%	99%
Costo/Kg	S/. 12,00	S/. 13,00	S/. 12,50

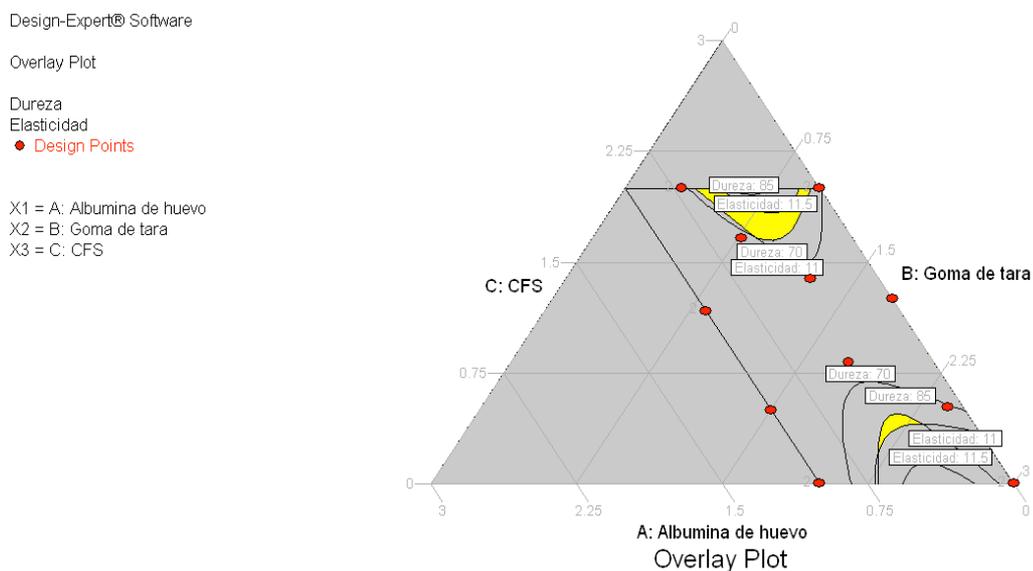
Respecto al parámetro de dureza, según la Figura 22, la zona de factibilidad se acerca más a la región de AH y con menor área a la región de CFS. Esto quiere decir que estos dos ingredientes mejoran la dureza de un hot dog de llama.



**Figura 22: Zona de factibilidad para parámetros de dureza**

A: Albúmina de huevo, B: Goma de tara y C: Concentrado funcional de soya

Respecto a los parámetros de dureza y elasticidad, según la Figura 23, la zona de factibilidad se acerca a la más a la región de AH y con menor área a la región de CFS. Esto quiere decir que estos dos ingredientes (AH y CFS) mejoraron la textura del hot dog de llama.



**Figura 23: Zona de factibilidad para parámetros de dureza y elasticidad**

A: Albúmina de huevo, B: Goma de tara y C: Concentrado funcional de soya

#### 4.4.2. RENDIMIENTO

El rendimiento es favorecido por la presencia de GT y AH (y su efecto sinérgico), la Figura 24 muestra que el mayor rendimiento se presenta en la región de AH y GT.

#### 4.4.3. COSTO

Considerando los precios actuales, de los ingredientes agregados, por kilogramo, el precio de venta de la albúmina de huevo es U\$ 8,63 (28,00 Soles) (precio de planta Ovosur); el precio de venta de la goma de tara es de U\$ 5,23 (AgrodataPerú, 2015) (17,40 Soles) y el concentrado funcional de soya a U\$ 4,62 (15,00 Soles) (precio tienda Frutarom).

Design-Expert® Software

Overlay Plot

Rendimiento

Dureza

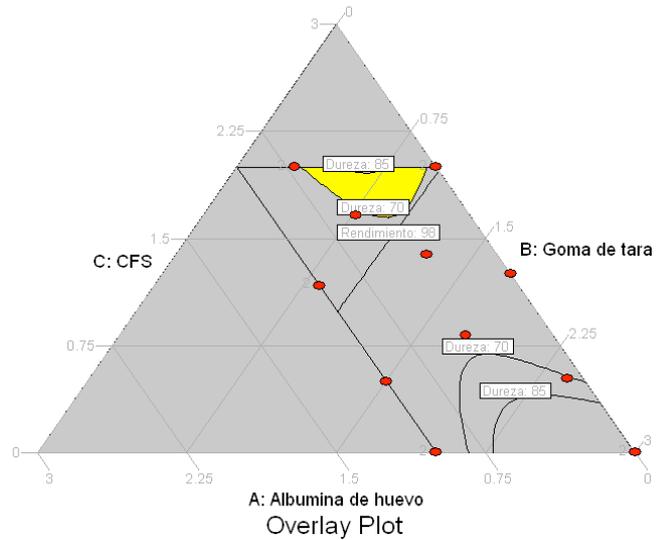
Elasticidad

● Design Points

X1 = A: Albumina de huevo

X2 = B: Goma de tara

X3 = C: CFS



**Figura 24: Zona de factibilidad para parámetros de textura y rendimiento**

A: Albúmina de huevo, B: Goma de tara y C: Concentrado funcional de soya

En la Figura 25 se muestra que el CFS influye a favor de la reducción de costo, seguido de GT, a diferencia de AH por su alto precio aún; sin embargo en la Figura 26 podemos observar que los ingredientes que favorecen el rendimiento son AH y GT.

Design-Expert® Software

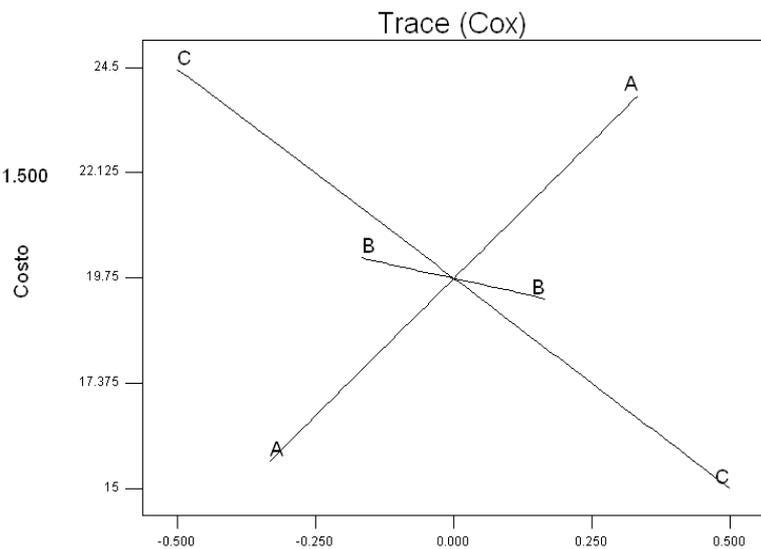
Costo

Actual Components

A: Albumina de huevo = 1.000

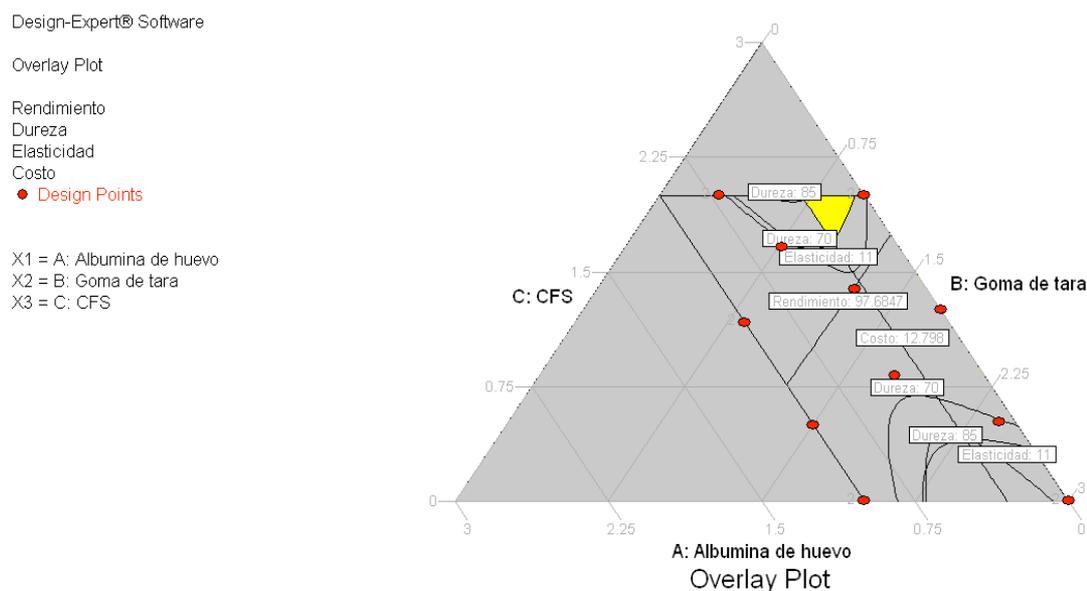
B: Goma de tara = 0.500

C: Concentrado funcional de soya = 1.500



**Figura 25: Gráfico de trazos de la variable costos (S/ por Kg de mezclas de AH, GT y CFS)**

A: Albúmina de huevo, B: Goma de tara y C: Concentrado funcional de soya



**Figura 26: Zona factible con parámetros de textura, rendimiento y costos**

A: Albúmina de huevo, B: Goma de tara y C: Concentrado funcional de soya

En general, la optimización presentó un valor de conveniencia global  $D=0,63$ . este valor se encuentra cercano a la unidad y es un indicador de cuan próxima se halla la formulación optimizada de cumplir de forma simultánea con todos los criterios establecidos.

## 4.5. VALIDACIÓN DEL PRODUCTO ÓPTIMO

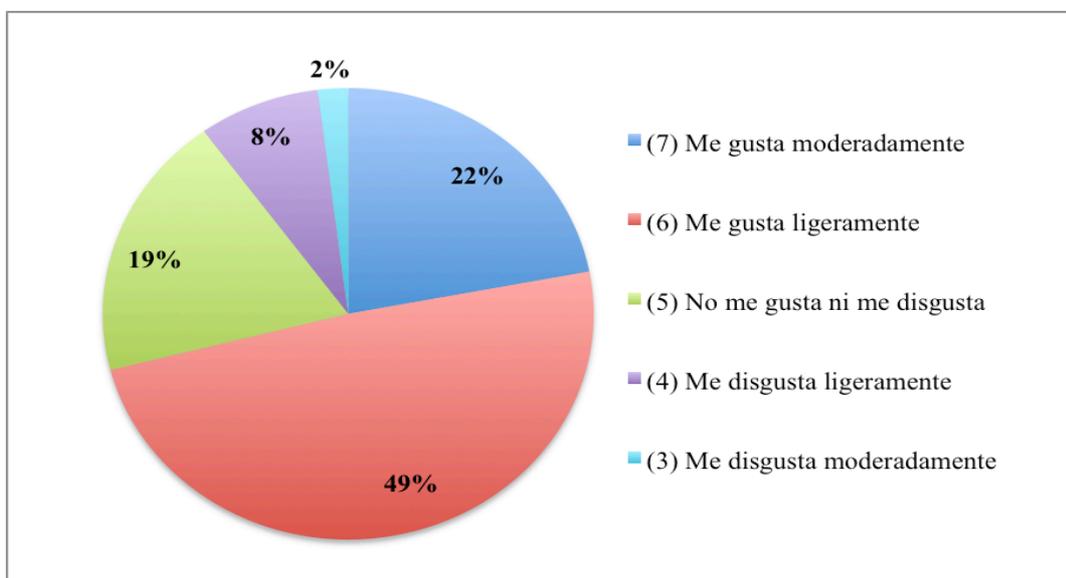
### 4.5.1. ACEPTABILIDAD SENSORIAL

Puesto que la zona factible se concentra en una sola región (Figura 26) se decidió elaborar una formulación que se encuentre en el medio de la zona, con 1,96 por ciento de AH, 0,11 por ciento de GT y 0,92 por ciento de CFS, a la cual se sometió a una prueba de aceptabilidad sensorial con escala hedónica. Se tomó una formulación que cumple con los atributos de TPA, rendimiento y costos. Cien consumidores probaron la muestra y llenaron una ficha de nivel de agrado (Anexo 1).

Como se puede observar en la Figura 27, el 49 por ciento de personas marcaron la opción 6 “Me gusta ligeramente”, seguido de la opción siete “Me gusta moderadamente” con un 22 por ciento y la opción 5 “Ni me gusta ni me disgusta” con un 19 por ciento.

Se puede resaltar que la mayoría calificó el producto como “Aceptable”. Por otra parte una minoría manifestó que el producto no era de su agrado, ocho por ciento manifestó “Me disgusta ligeramente” y dos por ciento “Me disgusta moderadamente”. Esto podría atribuirse a la algunos prejuicios aún presentes en los consumidores, así como lo menciona Salvá (2009) menciona que todavía en muchos consumidores la carne de CSA, presenta un rechazo debido al prejuicio de que va a tener mal sabor o por deficiencias higiénico sanitarias y también el prejuicio de que es una carne para consumidores de bajo poder adquisitivo.

La textura de la salchichas fue calificada como “muy buena” por 65 panelistas, destacando su sabor y buen corte, observándose además un alto porcentaje de carne de alpaca (45%) y oveja (20%) siendo comparables con marcas como “La Segoviana” y “San Fernando” (Salas *et al.*, 2014). También Vargas (2017) evaluó la aceptabilidad de hot dog de cerdo en cuya formulación se sustituyó el 100% de la grasa porcina por aceite de soya, obtuvo 7,4615 puntos promedio, de un rango de 1 a 9, correspondiendo a un valor de comprendido entre “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho”.



**Figura 27: Porcentajes de las calificaciones para la muestra de hot dog**

#### 4.5.2. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA

Una vez determinada la formulación óptima, fue usada para elaborar hot dog con 1,96% de AH, 0,11% de GT y 0,92 % de CFS. Se analizaron todas la variables respuesta de este producto además de una prueba microbiológica (Cuadro 38; 39 y 40). Los valores experimentales promedio de cada respuesta y los predichos por los modelos no difirieron estadísticamente ( $p>0,05$ ). ambos conjuntos de valores se presentan en el Cuadro 37 junto con los valores de conveniencia individual obtenidos.

**Cuadro 37: Variables respuesta experimentales y predichos**

<b>Variables</b>	<b>Experimental</b>	<b>Predichos</b>
Dureza (N)	76,75	73,94
Elasticidad (mm)	10,99	11,43
Rendimiento (%)	98,01	98,00
Costo (S/. por Kg)	12,50	12,47

**Cuadro 38: Análisis proximal, Color, pH y actividad de agua de hot dog de llama con fórmula optimizada**

<b>Análisis proximal</b>		<b>Análisis fisicoquímico</b>		<b>Color</b>	
<b>Humedad (%)</b>	71,34	<b>pH</b>	6,21	<b>L*</b>	55,07
<b>Proteína (%)</b>	12,82			<b>a*</b>	17,57
<b>Grasa (%)</b>	9,06	<b>Aw</b>	0,980	<b>b*</b>	6,88
<b>Ceniza (%)</b>	2,90			<b>C*</b>	18,87

**Cuadro 39: Perfil de textura de hot dog de llama con fórmula optimizada**

Dureza (N)	74,41
Elasticidad (cm)	11,47
rGomosidad	27,25
Adhesividad (N)	-0,33
Masticabilidad (N*cm)	298,07

**Cuadro 40: Análisis microbiológico de hot dog de llama con fórmula optimizada**

Recuento de aerobios <i>mesófilos</i>	2x10 <sup>3</sup> NMP/g	5 x 10 <sup>5</sup> /g <sup>(a)</sup>	< 10 <sup>5</sup> NMP/g <sup>(b)</sup>
Numeración de <i>Escherichia coli</i>	Ausencia	10 <sup>2</sup> /g <sup>(a)</sup>	<1 NMP/g <sup>(b)</sup>
Numeración de <i>Staphilococcus aureus</i>	Ausencia	10 <sup>2</sup> /g <sup>(a)</sup>	< 1 NMP/g <sup>(b)</sup>
Recuento de <i>Clostridium perfringes</i>	3x10 ufc/g	10 <sup>2</sup> /g <sup>(a)</sup>	< 10 <sup>2</sup> ufc/g <sup>(b)</sup>
Detección de <i>Salmonella</i>	Ausencia	Ausencia <sup>(a)</sup>	Ausencia en 25g <sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> NTS N° 071 - MINSA/DIGESA-V.01.

<sup>(b)</sup> NTP

## V. CONCLUSIONES

- La formulación óptima de hot dog de carne de llama contiene 1,96 por ciento de albúmina de huevo; 0,11 por ciento de goma de tara y 0,92 por ciento de concentrado funcional de soya.
- La inclusión de albúmina de huevo, goma de tara y concentrado funcional de soya no tienen efectos significativos en las propiedades químicas, Aw, pH, color y humedad. El rendimiento es mayor con el aumento de albúmina de huevo y goma de tara. Respecto a la textura instrumental, la dureza se ve favorecida con mayores proporciones de albúmina de huevo y concentrado funcional de soya, la elasticidad aumenta con mayores proporciones de albúmina de huevo, seguido de concentrado funcional de soya y de goma de tara.
- Respecto al costo, el concentrado funcional de soya favorece la reducción del costo del producto, seguido de la albúmina de huevo y de la goma de tara.
- A la formulación óptima alcanzó un 49 por ciento de agrado por parte de los consumidores con un puntaje de seis (me gusta ligeramente) sobre un máximo de nueve puntos.
- Adicional se puede concluir que un hot dog con la formulación optimizada, trae ventajas económicas y no presenta diferencias significativas en dureza y elasticidad respecto a un hot dog de carne de cerdo.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Hacer estudios sobre desparasitación de carne de camelidos sudamericanos para su aplicación en la elaboración de conservas cárnicas.
- Realizar estudios sobre elaboración de embutidos con carne de camelidos sudamericanos de diferente procedencia y sobre su calidad tecnofuncional durante su almacenamiento y/o congelación.
- Trabajar con una mezcla homogeneizada de carne de llama que incluya el lomo y las extremidades y elaborar diversos productos en base a carne de camélidos sudamericanos.
- Hacer estudios de caracterización tecnofuncional en ingredientes no convencionales para su aplicación en la elaboración de productos cárnicos.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRODATAPERU. 2015. Información relacionada con comercio exterior agropecuario del Perú. Consultado el 12 de agosto 2015. Disponible en: <http://www.agrodataperu.com/category/tara-goma-exportacion>.

Acevedo, D; Granados, C; Montero, P; 2014. Caracterización de propiedades fisicoquímicas, textura y calidad microbiológica de butifarra comercializada en Cartagena (Colombia). Información tecnológica, 2014, vol. 25, no. 6, p. 33-38.

Ahn, D; Kim, S; Shu, H. 1997. Effect of egg size and strain and age of hens on the solids content of chicken eggs. Poultry Science. 76 914–919.

Akesowan, A. 2008. Effect of soy protein isolate on quality of light pork sausages containing konjac flour. African Journal of Biotechnology. 7 (24): 4586-4590.

Alberti, C; Wong, R; Lagos, J. 2003. Propuesta de un plan de higiene en planta, plan HACCP y control estadístico de peso de la jamonada en la empresa Salchicherias MAT S.R.Ltda. Ing. Ind Alim y Lic Econ. Lima Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 272 p.

Alcazar, J. 2002. Diccionario técnico de industrias alimentarias. Ed. Cibercopy, Vol: 1. Cuzco Perú 722 p.

Alleoni, AC. 2006. Proteínas do albume e propriedades funcionais de gelatinização e formação de espuma. Scientia. agricola. (Piracicaba, Braz.), 63(3), 291-298.

ALNICOLSA. 2015. 'Productos agroindustriales de exportación: goma de tara'. Consultado el 17 de octubre 2015. Disponible en: <http://taninos.tripod.com>

Alzamora, M. 2007. Estudio higiénico sanitario de los embutidos tipo “salchichas” que se expenden en los mercados populares de Guayaquil. 82p.

Amigo, M. 2007. Efecto de la desglicosilación enzimática en la antigenicidad del alérgeno  $\beta$ -conglucina (7s globulina) de soja. Memoria para la obtención del Diploma de Estudios Avanzado. Madrid, España. Facultad De Ciencias De La Universidad Autónoma De Madrid. 62 p.

Ampuero, E. 2006. Seminario internacional: Sistemas de producción e industrialización de camélidos sudamericanos. (2006, Lima Perú). 2006. Beneficio técnico y elaboración de charqui de alpaca.

AMSA (American Meat Science Association). 2012. Meat colour measurement guidelines. American Science Association. Estados Unidos. Consultado 15 agosto 2016. Disponible en: [http://www.meatscience.org/uploadedFiles/Publications\\_Resources/AMSA%20Meat%20Color%20Guidelines%20Second%20Edition.pdf](http://www.meatscience.org/uploadedFiles/Publications_Resources/AMSA%20Meat%20Color%20Guidelines%20Second%20Edition.pdf)

Anderson, M; Whitcomb, P. 1998. Find the optimal formulation for mixtures. Ed. Inc Stat-Ease, Vol. Minneapolis-U.S.A.

Anzaldúa - Morales, A. 1994. La Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Vol: 1. Zaragoza España: Acribia.

A.O.A.C. 2007. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 18 ed. Washington, Estados Unidos.

Avendaño, E. 2008. Cadena productiva de tara en Ayacucho. SOLID PERU. Ayacucho, Perú.

Ayadi, M; Kechaou, A; Makni, I; Attia, H. 2009. Influence of carrageenan addition on turkey meat sausages properties. Journal of Food Engineering. 93 278-283.

Badui, Salvador. 2006. Química de los alimentos. 4 ed. México, Pearson Educación de México. 736 p.

Barbut, S; Mittal, G. 1996. Effects of three cellulose gums on the texture profile and sensory properties of low fat frankfurters. *International Journal of Food Science and Technology*, 31, 241–247.

Becerra, MV. 2012. Efecto de la adición de albúmina de huevo en la capacidad de retención de agua, dureza y color de geles de carne de porcino. Tesis Ing. Ind. Alim. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 94 p.

Belitz, HD. 1997. Química de los alimentos. Ed. Editorial Acribia S.A., Vol. España: Acribia Zaragoza 600 p.

Berry, BW; Bigner, ME. 1996. Use of carrageenan and konjac flour gel in lowfat restructured pork nuggets. *Food Research International*. 29 (3-4): 355-362.

Bustinza, A. 2001. La alpaca. Vol: Primera edición Puno Perú: Editorial universitaria, Universidad Nacional del Altiplano 496 p.

Braña, D; Ramirez, E; Rubio M; Sánchez, A; Torrescano, G; Arenas, ML; Partida, JA; Ponce, E; Rios, FG. 2011. Manual de análisis de calidad en muestras de carne. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. Foletto Técnico N° 11. Querétaro, México: Dzibal impresos. 89 p.

Bryant, A; Ustunol, Z; Steffe, J. 1995. Texture of cheddar cheese as influenced by fat reduction. *Food Science* 60: 1216-1236.

Cabello, A; Figuera, B; Ramos, M; Marquez, Y; Villegas, L. 2005. Inclusion de productos pesqueros en la dieta del venezolano. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 47, pp. 354-374.

Cabello, I. 2009. Monografía para el cultivo de la tara *Caesalpinia Spinosa* (Molina) Kuntze. Perúbiodiverso. Lima Perú.

Cabrera, L. 2003. Utilización de carne de cordero y alpaca en productos tipo salchicha frankfurter y jamón ahuamdo. Tesis Ing Ind Alim. Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina. 198 p.

Campano, S. 2002. Productos de proteína de soya en carnes procesadas. Central Soya Company, Inc. Oficina Regional para Mexico, Centro America y el Caribe. Disponible en: <http://asamex.nsrل.uiuc.edu/carnico4.html>.

Candogan, K; Kolsarici, N. 2003. The effects of carrageenan and pectin on some quality characteristics of low-fat beef frankfurters. *Meat Science*. 64: 199-206

Candogan, K. y Kolsarici, N. 2003. Storage stability of low-fat beef frankfurters formulated with carrageenan or carrageenan with pectin. *Meat Science*. 64: 207 – 214

Carp, DJ. 2001. Formación y estabilidad de espumas de proteínas de soja: efecto de la desnaturalización térmica y de la interacción con polisacáridos. Tesis de Doctorado en Biología. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.

Carpio, GA. 2015. Propiedades tecnológicas de la carne de llama (*Lama glama*) marinada con cloruro sódico y fosfatos sometidas a congelación y descongelación. Tesis Ing. Ind. Alimentarias. 141 p.

Castro, E; de Hombre, R. 2007. Parámetros mecánicos y textura de los alimentos. Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química. Universidad de Chile. La Habana, Cuba. 157 p.

Castro, K; Narváez, W. 2013. Calidad sensorial y pérdidas por cocción en carne de cerdo: efecto del sexo y fuente de selenio. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 11 (1): 130 - 135.

Cengiz, E; Gokoglu, N. 2007. Effects of fat reduction and fat replacer addition on some quality characteristics of frankfurter-type sausages. *International Journal of Food Science & Technology*. 42: 366–372.

Chacón-Villalobos, A; Pineda-Castro, M. 2009. Características químicas, físicas y sensoriales de un queso de cabra adaptado del tipo "Crottin de Chavignol". *Agronomía Mesoamericana*. 20(2):297-309.

Chin, K; Keeton, J; Longnecker, M; Lamkey, J. 1999. Utilization of soy protein isolate and konjac blends in a low-fat bologna (model system). *Meat Science*. 53: 45–57.

Chin, K; Keeton, J; Miller, R; Longnecker, M; Lamkey, J. 2000. Evaluation of konjac blends and soy protein isolate as fat replacements in low-fat bologna. *Journal of Food Science*. 65 (5): 756-763.

Condori, G; Ayala, C; Renieri, C; Rodríguez, T; Martínez Z. 2003. Evaluación química de la carne de llama en diferentes periodos del crecimiento. En: *Memoria III Congreso Mundial sobre Camélidos*. Potosí, Bolivia. p 597-603.

Cori, ME; De Basilio, V; Figueroa, R; Rivas, N; Martínez, S; Rodríguez, I. 2014. Composición química y evaluación microbiológica de salchichas de pollo y codorniz. *Revista Científica, FCV-LUZ*. 26(1): 11-17.

Cristofanelli, S; Antonini, M; Torres, D; Polidorid, P; Renieri, C. 2004. Meat and carcass quality from Peruvian llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*). *Meat Science*. 66: 589–593.

Cristofanelli, S; Antonini, M; Torres, D; Polidorid, P; Renieri, C.. 2005. Carcass characteristics of peruvian llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*) reared in the Andean highlands. *Small Ruminant Research*. 58: 219–222.

Cubero, N; Monferrer, A; Villalta, J. 2002. *Aditivos alimentarios*. Madrid, España, Grupo Mundi Prensa.

Cury, K; Martinez, A; Aguas, Y; Olivero, R. 2011. Caracterización de carne de conejo y producción de salchicha. *Revista Colombiana Ciencias Animales*. 3 (2): 269 - 282.

Dawkins, N; Gager, J; Cornillon, J; Kim, Y; Howard, H; Phelps, O. 2001. Comparative studies on the physicochemical properties and hydration behavior of oat gum and oat trim in meat-based patties. *Food Science*. 66: 1276–1282.

De la Cruz, P. 2004. Aprovechamiento integral y racional de la tara *Caesalpinia spinosa* o *Caesalpinia tinctoria*. *Revista del Instituto de Investigación FIGMMG*. 7 (14): 64-73.

De Luna Jiménez, 2007. Composición y procesamiento de la soya para consumo humano. *Investigación y Ciencia, de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 37: 35 - 44.

Diaz-Vela, J. Pérez-Chabela, ML, Totosaus, A. 2008. Efecto del pH y de la adición de fosfatos de sodio sobre las propiedades de gelificación y emulsión de surimi de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). *Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas*, 28(3): 691-695. <http://www.scielo.br/pdf/cta/v28n3/a27v28n3.pdf>

Elias, C. 2002. Aplicación del diseño de mezclas en la sustitución de carne por harina texturizada de soya, en cabanossi. Tesis Mg. Sc. Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina. 142 p.

Elias, C; Salvá, B. 2004. Utilización del método de diseño de mezclas en la formulacion de salchichas tipo frankfurter con inclusión de goma de tara (*Caesalpinia spinosa*). 24.

Espinoza, S. 2002. Estudio de algunas propiedades físicas de hidrocoloides provenientes de las semillas de algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol.) Stuntz) y de cladodios del nopal (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.). Santiago, Chile. Universidad de Chile. 39 p.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2005. Situación actual de los camélidos sudamericanos en el Perú. Consultado 01 dic. 2016. Disponible en [http://tarwi.lamolina.edu.pe/~emellisho/zootecnia\\_archivos/situacion%20alpcas%20peru.pdf](http://tarwi.lamolina.edu.pe/~emellisho/zootecnia_archivos/situacion%20alpcas%20peru.pdf).

Feng, J; Xiong, Y; Mikel, W. 2003. Textural properties of pork frankfurters containing thermally/enzymatically modified soy proteins. *Journal Food Science*. 68: 2851-2856.

Fennema, O. 1996 Química de los alimentos. Vol: Quinta Edición: Editorial Acribia. 590p.

Fernández-López, J.; Sayas-Barberá, E.; Sendra, E. and Pérez-Alvarez, J. 2004. Quality characteristics of ostrich liver pâté. *Journal of Food Science*. 69 (2): 85-91.

Franco, CD. 2007. Evaluación de proteína de albúmina de huevo (clara de alto gel), como sustituto parcial de la proteína cárnica, en la elaboración de salchichas de consumo masivo. Tesis Ing. Agroind. Quito, Ecuador. Escuela Politécnica Nacional. 93 p.

Gallo, S; Perez, V; Sanhueza, V; Gasyc, Y. 2000. Efectos del tiempo de transporte de novillos previo al faenamiento sobre el comportamiento, las pérdidas de peso y algunas características de la canal. *Arch. med. vet.* 32 (2) 157-170. Disponible en: <[http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-732X2000000200003&lng=es&nrm=iso](http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2000000200003&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0301-732X.

Gallo C. 2010. La calidad de las canales y su carne. Informativo sobre carne y productos cárneos. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile. N.º 39. 74 p.

García-García, E; Totosaus, A. 2008. Low-fat sodium-reduced sausages: Effects of the interaction between locust bean gum, potato starch and k-carrageenan by a mixture design approach. *Meat Science*. 78: 406-413.

Gimeno, O; Ansorena, D; Astiasarán, I; Bello, J; 2000. Characterization of chorizo de pamplona: instrumental measurements of colour and texture. *Food Chemical*. 69:195-200.

Gnanasambandam, R; Zayas, JF. 1994. Microstructure of frankfurters extended with wheat germ proteins. *Journal of Food Science*. 59: 474

González, M; Suárez, M; Martínez, O. 2009. Relación entre las características fisicoquímicas y sensoriales en jamón de cerdo durante el proceso de cocción y temperatura de almacenamiento. *Vitae, revista de la Facultad de Química Farmacéutica*. 6(2):183-189.

González, DM; Giraldo, E; Restrepo, DA. 2015. Evaluación sensorial e instrumental de textura de salchichones tipo estándar que contienen un extensor cárnico de pasta de pollo. *Vitae*, 22(2), 101-110.

Guerrero, J; Arteaga, M. 1990. *Tecnología de Carnes*. Vol: 1. Mexico: Editorial Trillas. 94 p.

Granados, C; Guzmán, L; Acevedo, D. 2013. Evaluación de salchichas elaboradas con carne roja de atún. *Orinoquia*, 17(2), 198-201. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-37092013000200006&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-37092013000200006&lng=en&tlng=es)

Gujral, H; Kaur, A; Singh, N; Sodhi, S. 2002. Effect of liquid whole egg, fat and textured soy protein on the textural and cooking properties of raw and baked patties from goat meat. *Journal of Engineering*. 53 (4): 377-385.

Gutierrez, L; Farréz, A; Flores, I; Medina, L; Quirasco, M; Gálvez, A. 2011. Elaboración y determinación de vida de anaquel de una salchicha tipo viena con proteína aislada de ajonjolí. *Circuito de la Investigación Científica*.

Hadlich, J; Morales, D; Silveira, A; Oliveira, H; Chardulo, L. 2006. Efeito do colágeno na maciez da carne de bovinos de distintos grupos genéticos. *Acta Science Animal Science* 28: 57-62.

Han-Sul, Y; Sung-Gil, C; Jin-Tae, J; Gu-Boo, P; Seon-Tea, J. 2007. Textural and sensory properties of low fat pork sausages with added hydrated oatmeal and tofu as texture-modifying agents. *Meat Science*. 75: 283–289.

Hare, L. 1974. Mixture designs applied to food formulations. *Food Technology*. 28 (3): 50-1162.

Hernández, R; Fernández, C; Baptista, MP. 2014. *Metodología de la investigación*. 6ta Edición. McGraw-Hill. México. 634p.

Hernandez, CJ. 1993. Utilizacion de carne de llama en la elaboracion de hot dog, jamonada, mortadela, chorizo fresco, lomo ahumado y costilla ahumada. Tesis Ing. Ind. Alim. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. 238 p.

Herrero, AM; de la Hoz, L; Ordóñez, JA; Herranz, B; Romero de Ávila, MD; Cambero, MI. 2008. Tensile properties of cooked meat sausages and their correlation with texture profile analysis (TPA) parameters and physico-chemical characteristics, *Meat Science*, 80 (3), 690–696.

Higiro, J., T. Herald, S. Alavi and S. Bean. 2006. Rheological study of xanthan and locust bean gum interaction in dilute solution: Effect of salt. *Food Research International* 40(4): 435-447.

Hleap, JI; Velasco, VA; 2010. Análisis de las propiedades de textura durante el almacenamiento de salchichas elaboradas a partir de Tilapia roja (*Oreochromis sp.*), *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 8 (2), 46-56 (2010).

Hodges, KE. 1994. Added water in low-fat meat products. *Meat Focus International*. 31: 20–21.

Honikel, K 1998. Reference methods for the assesment of physical characteristics of meat cience. *Meat Science* 49(4):447-457.

Hoogenkamp, HW. 1992. Update: Functionality of non meat ingredients. *Reciprocal Meat Conference Proceedings*. 45: 81–84.

Hoogenkamp, HW, 2008. Proteína de soja y fórmulas para productos cárnicos. Editorial Acribia. Zaragoza. 368p.

Hsu, SY; Sun, L-Y. 2006. Comparisons on 10 non-meat protein fat substitutes for low-fat Kung-wans. *Journal of Food Engineering*. 74: 47-53.

HUNT, RA. 2005. Current research in meat color. A review. *Meat Science*. 71: 100-121.

Huor, S.; Ahmed, E.; Rao, P. and Cornell, J. 1980. Formulation of a fruit punch containing watermelon juice. *Journal of Food Science*. Volume 45: 809-813.

INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual). 1999. Carne y productos cárnicos. Embutidos cocidos. Definiciones, Clasificación y Requisitos. NTP Lima Perú.

INDECOPI. 2005. Norma Técnica Peruana, NTP 201.043:2005. Carne y productos cárnico. Definiciones, requisitos y clasificación de las carcasas y carne de alpacas y llamas. Lima, Perú. 13p

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2007. Compendio estadístico. Perú-Ministerio de Agricultura. Lima, Perú.

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2013. Compendio estadístico Perú-Ministerio de Agricultura y Riego. Lima, Perú.

Izaguirre, CI. 2008. Incorporación de carne de caracol (*Helix aspera nulls*), en la elaboración de nuggets utilizando la aplicación del método de diseño de mezclas. Tesis Ing. Ind. Alim. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 140 p.

Jiménez, F. 1996. Technologies for developing low-fat meat products. *Trends in Food Science and Technology*. 7 (2): 41-47.

Lawrie, R; Ledward, D. 2006. *Lawrie's meat science*. 7th ed. Cambridge, England: Woodhead Publishing. 521 p

Lin, K; Huang, H. 2003. Konjac/gellan gum mixed gels improves the quality of reduced-fat frankfurters. *Meat Science*. 65 (2): 749-755.

Lin, K; Mei, M. 2000. Influences of gums, soy protein isolate, and heating temperatures on reduced-fat meat batters in a model system. *Food Science*, 65, 48-52.

Lin, KW; Keeton, J. 1998. Textural and physicochemical properties of low-fat, precooked ground beef patties containing carrageenan and sodium alginate. *Food Science*. 63 (4): 571.

Liu, M., D.S. Lee and S. Damodaran. 1999. Emulsifying properties of acidic subunits of soy 11S globulin. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 47(12): 4970-4975.

López-Franco, Y; Goycoolea, F; Valdez, M; Calderón, A. 2006. Goma de mezquite: Una alternativa de uso industrial. *Revista Interciencia*. 31 (3): 183-189.

Lucke, FK. 1994. Fermented meat products. *Food Research International*. 27(3): 299-307

Lundin, L; Hermansson, A. 1998. Multivariate analysis of the influences of locust bean gum,  $\alpha$ -casein,  $\lambda$ -casein on viscoelastic properties of Na-K-carrageenan gels. *Food Hydrocolloids*. 12 (1): 175-187.

Luo, J; Luo J; Yuan, C; Zhang, W; Li, J; Gao, Q; Chen, H. 2015. An eco-friendly wood adhesive from soy protein and lignin: Performance properties. *Royal Society of Chemistry advances*. Disponible en: <http://pubs.rsc.org/en/content/getauthorversionpdf/C5RA19232C>

Mamani-Linares, LW; Gallo, CB. 2013. Meat quality attributes of the *Longissimus lumborum* muscle of the kh'ara genotype of llama (*Lama glama*) reared extensively in northern Chile. *Meat Science*. 94: 89–94.

Mamani-Linares, LW; Gallo, CB. 2014. Meat quality, proximate composition and muscle fatty acid profile of young llamas (*Lama glama*) supplemented with hay or concentrate during the dry season. *Meat Science*. 96: 394–399.

Mamani-Linares, LW; Cayo, F; Gallo, C. 2014. Calidad tecnológica de doce músculos de llamas jóvenes (*Lama glama*) Criadas bajo un sistema de Crianza Extensiva. *Rev Inv Vet Perú*. 24 (2): 168-175.

Marchetti, L. 2014. Alternativas tecnológicas para el desarrollo de productos cárnicos emulsionados. Tesis Doctor en Ciencias Exactas. Facultad de Ciencias Exactas. La Plata Argentina. Universidad Nacional de La Plata. 278p.

Márquez, E; Arévalo, E; Barboza, Y; Benítez, B; Rangel, L; Archile, A. 2008. Estabilidad de productos cárnicos reestructurados crudos con gregado de transglutaminasa y plasma de bovino. Revista científica FCV-LUZ. 18 (5): 618-123.

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2012. Estadísticas sectoriales - Agropecuario. Lima Perú. Consultado 10 jul. 2015. Disponible en [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3\\_uibd.nsf/659B60D9CC174973052579800078A4F7/\\$FILE/2010-PRODUCCION-PECUARIA.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3_uibd.nsf/659B60D9CC174973052579800078A4F7/$FILE/2010-PRODUCCION-PECUARIA.pdf).

Modi, VK; Mahendrakar, NS; Narasimha Rao, D; Sachindra, NM. 2003. Quality of buffalo meat burger containing legume flours as binders. Meat Science. 6: 143–149

Monsón F, Sañudo C, Sierra I. 2005. Influence of breed and ageing time on the sensory meat quality and consumer acceptability in intensively reared beef. Meat Science 71: 471-479.

Montero, PM; Acevedo, D; Arnedo, A; Miranda, NK. 2015. Efecto de la Incorporación de plasma sanguíneo y pasta de ajonjolí en la fabricación de un embutido tipo salchicha. Información tecnológica, 26(6), 55-64.

Muchenje, V; Dzama, K; Chimonyo, M; Strydom, P; Hugo, A; Raats, J. 2009. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. Food Chemical. 112: 279-289. <https://pdfs.semanticscholar.org/2fc1/fa0546499f686ae988c152566c9b11453c34.pdf>

Muñoz, ED. 2017. Elaboración de clara de huevo deshidratada pasteurizada. Trabajo Monográfico para titulación Ing. Ind. Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 50 p.

NIST-SEMATECH e-Handbook of Statistical Methods. Disponible en: <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook>.

NTP (Norma Técnica Peruana). 1999. NTP (01.006). Carne y productos cárnicos. Ministerio de Salud. Perú. 11p.

Oliva, M; Alfaro, C; Palape, I. 2010. Evaluación del potencial tecnológico de galactomananos del endospermo de semillas de *Prosopis sp.* para el uso en la industria de alimentos. *Agriscientia*. 27 (2): 107-113

Ortiz, R. 2015. Efecto de una mezcla de hidrocoloides sobre la fuerza de gel, sinéresis y costos y su aplicación en hot dog. Tesis Ing. Industrias Alimentarias. Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 95 p.

Osburn, WN; Keeton, JT. 2004. Evaluation of low-fat sausage containing desinewed lamb and konjac gel. *Meat Science*. 68: 221–233.

Pacheco, WA; Restrepo, DA; Sepúlveda, JU. 2011. Revisión: Uso de Ingredientes no Cárnicos como Reemplazantes de Grasa en Derivados Cárnicos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. 64(2): 6257-6264

Paredes, GF. 2013. Concentración molecular de las llamas (*Lama glama*) ch'aku y ccara del banco germoplasma de alpacas de color y llamas del centro experimental ILLPA - INIA anexo Quimasachata usando marcadores Microsatelitales. Tesis Lic. Biol. Lima Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 119 p.

Pietrasik, Z. 2003. Binding and textural properties of beef gels processed with k-carrageenan, egg albumin and microbial transglutaminase. *Meat Science*. 63: 317–324.

Pietrasik, Z; Duda, Z. 2000. Effect of fat content and soy protein/carrageenan mix on the quality characteristics of comminuted, scalded sausages. *Meat Science*. 56: 181-188.

Polidori, P.; Renieri, C.; Antonini, M.; Lebboroni, G. 2007. Llama meat nutritional properties. *Italia, Università di Camerino. Ital. J. Anim. Sci.* 6(1): 857-858.

Porcella, MI; Sánchez, G; Vaudagna, SR; Zanelli, ML; Descalzo, AM; Meichtri, LH; Gallinger, MM; Lasta, JA. 2001. Soy protein isolate added to vacuum-packaged chorizos: effect on drip loss, quality characteristics and stability during refrigerated storage. *Meat Science*. 57: 437.

Price, JF; Schweigert, BS. 1976. *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos*. Zaragoza, España: Acribia. 668 p.

Quiao, M; Fletcher, D; Northcutt, J; Smith, D. 2002. The relationship between raw broiler breast meat color and composition. *Poultry Science* 81:422–427.

Quino, M. y Alvarado, J. (2014). Efectos fisicoquímicos y sensoriales del uso de fibra dietaria en salchichas tipo viena reducida en grasas. *Revista Boliviana de Química*. 31(2), pp.110-115.

Ramos, D. 2008. *Caracterización de la canal y la carne del cerdo criollo y de los productos cárnicos en departamento de Tumbes-Perú*. Tesis Doctoral. León España. Universidad de León. 318 p.

Ramos, N; Farias, M; Almada, C; Crivaro, N. 2004. Estabilidad de salchichas con hidrocoloides y emulsificantes. *Información tecnológica*, 15(4), 91-94. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642004000400013>

Rebatta, M. 2014. *Revalorización de la carne de ovino adulto mediante la elaboración de un cabanossi co inclusión de quinua y machica*. Tesis Mg.Sc. Universidad Mayor de San Marcos. Lima Perú. 107p.

Rengifo, LI. 2010. *Capacidad de retención de agua y pH en diferentes tipos de carnes y en embutido*. Tesis Ing. Ind. Alimentarias. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 76 p. Disponible en: <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/255/FIA-75.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Restrepo, DA; Molina, FA; Cabrera, KR. 2010. Efecto de la adición de carragenina kappa I.II y goma tara sobre características de calidad del jamón de cerdo picado y cocido. *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*. 63 (2): 5717 - 5727.

Rincon, FJ. 2013. Propiedades fisicoquímica, reológica y funcionalidad de la goma de semilla de *Prosopis juliflora* “cuji”. Tesis Doctoral. Córdoba, España. Universidad de Córdoba. 326 p.

Rogers, R. 2001. Manufacturing of reduced-fat, low-fat and fat-free emulsion sausage, in Y. In: Hui, W. Nip, R. Rogers and O. Young. (eds.) (ed.), *Meat science and applications*. Marcel Dekker ( New York. ). 710: 443-461

Rongrong, L; Carpenter, JA; Cheney, R. 1998. Sensory and instrumental properties of smoked sausage made with mechanically separated poultry (MSP) meat and wheat protein. *Journal Food Science*. 63 (5): 923 - 929.

Rozas, V. 2015. Efecto de la adición de albúmina de huevo en las propiedades tecnológicas de salchichas tipo frankfurt durante su almacenamiento. Tesis Ing. Ind. Alimentarias. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. 119p.

Ruusunen, M; Vainionpaa, J; Puolanne, E; Lyly, M; Lahteenmaki, L; Niemisto, M; Ahvenainen, R. 2003. Effect of sodium citrate, carboxymethyl cellulose and carrageenan levels on quality characteristics of low-salt and low-fat bologna type sausages. *Meat Science*. 64 (4): 371-381.

Salas, N; Lengua, RL; Becerra, E. 2014. Diseño tecnolológico del procesamiento de salchichas de alpaca de alto contneido proteico. *Industrial Data*. 17 (2): 105-111.

Salinas, F. 2006. Camélidos en la era global “alimento del futuro”. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, Perú.

Salvá, B. 2009. Caracterización de la carne y charqui de alpaca. Tesis Doctoral. León, España. Universidad de León. 280 p.

Salvá, B; MAteo, J; Ramos, D. s.f. Productos cárnicos saludables de carne de alpaca. Revista Industria Alimentaria. Disponible en: <https://industriaalimentaria.org/assets/carnedealpaca.pdf>.

Schmidt-Hebbel, H; Bittner, S; Vinagre, J; Wittig, E; Avendaño, S; Méndez, M; Alcaíno, H; Castro, E. 1984. Carne y sus productos cárnicos, su tecnología y análisis. Editorial Universitaria, Fundación Chile. 111 p.

Serdaroglu, M. 2006. Improving low fat meatball characteristics by adding whey powder. Meat Science. 72 (1): 155-163.

Serdaroglu, M; Deniz, E. 2004. Chemical composition and quality characteristics of emulsion type turkey rolls formulated with dairy ingredients. Journal of Food Technology. 2 (2): 109-113.

Siguayro, R. 2009. Comparación de las características físicas de las fibras de llama ch'aku (*Lama glama*) y la alpaca huacaya (*Lama pacos*) del centro experimental Quimsachata del INIA - PUNO. Tesis Mg. Sc. Lima Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 77 p.

Sotelo, DI; Filomena, AA; Rodríguez, JP. 2008. Evaluación de las propiedades del cajaro (*Phractocephalus hemiliopterus*) como potencial para la obtención de surimi y productos derivados. Revista MVZ Córdoba. 13(3):1456-1463.

Szczesniak, A. 1995. Texture Profile Analysis Methodology Interpretation clarified. Journal of Food Science, 60:7.

Téllez, JG. 1992. Tecnología en industrias cárnicas. Vol: 2. Lima: Artes Gráficas Espino.

Torres, J; Gonzales, K; Acevedo, D. 2015. Análisis del perfil de textura en frutas, carnes y quesos. Revista ReCiTelA. 64:72.

Totosaus, A. 2007. Productos cárnicos emulsionados bajos en grasa y sodio. Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. NACAMEH. 1(1):53-66.

Trespalacios, P; Pla, R. 2007. Simultaneous application of transglutaminase and high pressure to improve functional properties of chicken meat gels. Food Chemistry. 100: 264-272.

Ulu, H. 2006. Effects of carrageenan and guar gum on the cooking and textural properties of low fat meatballs. Food Chemistry. 95 (4): 600-605.

UNALM. 2014. Guía de productos cárnicos. Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Vargas, CE. 2017. Diseño y fabricación de embutidos escaldados sustituyendo grasa porcina por aceite de soya. Tesis de MgSc. en Bromatología. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 93 p.

Venegas, LS; Restrepo, DA; López, JH. 2009. Características de las bebidas con proteína de soya. Revista Facultad Nacional de Agronomía. 62 (2): 5165-5175.

Vioque, J; Sánchez-Vioque, R; Pedroche, J; Yust, MdM; Millán, F. 2001. Obtención y aplicaciones de concentrados y aislados protéicos. Grasas y Aceites. 52 (2): 127-131.

Xiong, Y; Noel, D; G, M. 1999. Textural and sensory properties of low-fat beef sausages with added water and polysaccharides as affected by pH and salt. Journal of Food Science. 64 (3): 550-554.

Yetim, H; Müller, W; Eber, M. 2001. Using fluid whey in comminuted meat products: effects of technological, chemical and sensory properties of frankfurter type sausages. Food Research International. 34 (2-3): 97-101.

Yoo, S; Kook, S; Park, H; Shim, J; Chin, K. 2007. Physicochemical characteristics, textural properties and volatile compounds in comminuted sausages as affected by

various fat levels and fat replacers. *International Journal of Food Science and Technology*. 42 (9): 1114-1122.

Zhang, S; Farouk, M; Young, O; Wieliczko, K; Podmore, C. 2005. Functional stability of frozen normal and high pH beef. *Meat Science*. 69: 765-772.

Zorogastúa, JR. 2004. Aplicación del diseño de mezclas en la elaboración de chorizo ahumado utilizando carne de alpaca y carne de cordero. Tesis Ing. Ind. Alimentarias. Lima Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. 125 p.

Zorogastúa, SA. 2000. Utilización industrial de los residuos de pan en la elaboración de mortadelas y jamonadas. Tesis Ing. Ind. Alim. Lima Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. 113 p.

## **ANEXOS**

## Anexo 1: Cartilla de evaluación sensorial

Nombre \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

¿Usted consume / ha consumido hot dog? No ( ) Sí ( )

¿Con qué frecuencia? \_\_\_\_\_

¿Qué le agrada del hot dog?

\_\_\_\_\_

**¡Gracias por su tiempo!**

### CARTILLA DE EVALUACIÓN

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

#### INSTRUCCIONES:

Pruebe el producto que se presenta y señale con un aspa (X) su grado de aceptabilidad.

Calificación		Aceptabilidad general
Me gusta extremadamente	9	
Me gusta mucho	8	
Me gusta moderadamente	7	
Me gusta ligeramente	6	
No me gusta ni me disgusta	5	
Me disgusta ligeramente	4	
Me disgusta moderadamente	3	
Me disgusta mucho	2	
Me disgusta extremadamente	1	

COMENTARIOS: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**¡Gracias por su tiempo!**

**Anexo 2: Fotos**



Foto 1: Canal de llama



Foto 2: Carne de llama



Foto 3:Embutido de hot dog

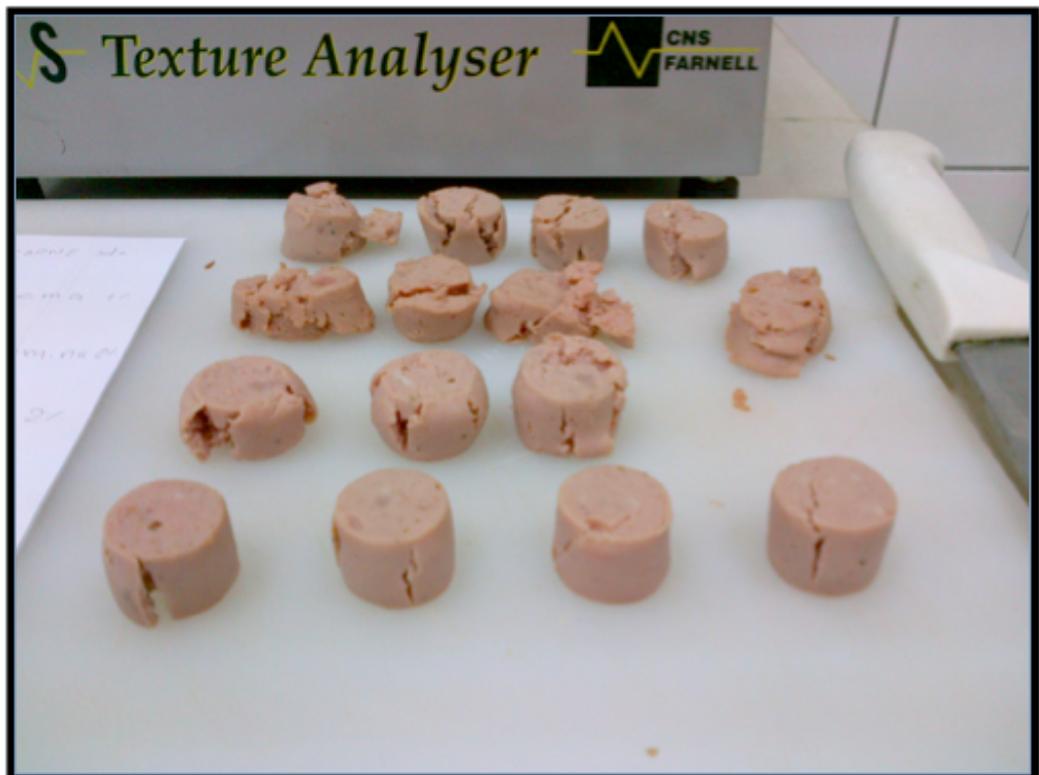


Foto 5: Análisis de textura de hot dog de llama



Foto 6: Medición de Aw en hot dog de llama

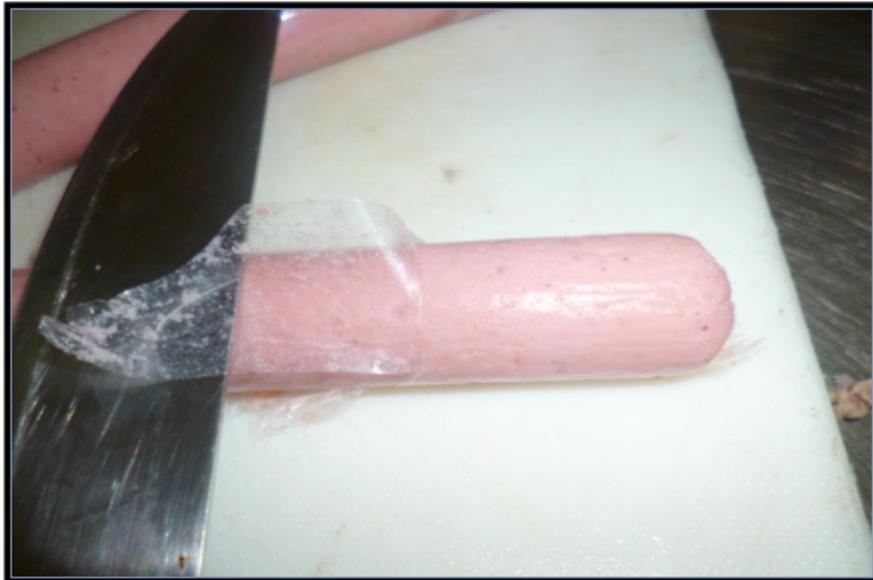


Foto 7: Hot dog de llama



Foto 8: Comparación de hot dog óptimo con otras marcas  
De izquierda a derecha: Otto kunz, Hot dog de llama, La Preferida, San Fernando

### Anexo 3: Aceptabilidad del consumidor

N° Consumidor	ACEPTABILIDAD						
1	6	26	5	51	5	76	5
2	7	27	6	52	6	77	6
3	6	28	7	53	4	78	5
4	3	29	6	54	6	79	6
5	6	30	5	55	7	80	7
6	7	31	6	56	6	81	6
7	6	32	7	57	6	82	5
8	5	33	6	58	7	83	6
9	6	34	4	59	6	84	7
10	7	35	6	60	6	85	6
11	6	36	6	61	7	86	4
12	5	37	6	62	6	87	6
13	6	38	5	63	5	88	7
14	7	39	6	64	6	89	5
15	6	40	7	65	7	90	6
16	4	41	6	66	6	91	7
17	6	42	5	67	5	92	6
18	7	43	3	68	6	93	5
19	6	44	6	69	4	94	4
20	5	45	5	70	7	95	5
21	5	46	6	71	6	96	6
22	6	47	7	72	5	97	7
23	7	48	6	73	6	98	7
24	6	49	6	74	4	99	6
25	6	50	7	75	6	100	4

## Anexo 4: Ficha técnica de albúmina de huevo

 Ovo Productos del Sur S.A. Industrialización de Huevo	<b>FICHA TÉCNICA</b>	Código	OVO-E-AC-72
	<b>CLARA DESHIDRATADA PASTEURIZADA ALTO GEL CD11</b>	Versión	02
		Inicio vigencia	01/12/09

### 1) Descripción

Producto obtenido a partir de la albúmina líquida, generada de la rotura mecánica e higiénica de huevos de gallina frescos, sanos y limpios. Filtrada, fermentada, concentrada, deshidratada y pasteurizada, según tecnología apropiada.

### 2) Características Organolépticas

Determinación	Especificación / Requisito	Unidades	Método de ensayo
Sabor	Característico	N.A.	OVO-T-AC-24
Olor	Característico	N.A.	
Impurezas	Ninguna	N.A.	OVO-T-AC-40

N.A. No aplica

### 3) Características Fisicoquímicas

Determinación	Especificación / Requisito	Unidades	Método de ensayo
Fuerza de gel	Mínimo 400	gr	QP Egg Method
Humedad	Máximo 8,0	%	OVO-T-AC-06
pH	6,5 – 8,0	N.A.	OVO-T-AC-04
Granulometría, retenido en malla N° 40 - 60	0	%	OVO-T-AC-05
Materia Insoluble	Menor al 20%	%	QP Egg Method

N.A. No aplica

### 4) Características Microbiológicas

Determinación	Especificación / Requisito	Unidades	Método de ensayo
Numeración de Aeróbios Mesófilos Viables	$< 3 \times 10^3$	UFC / g	OVO-T-AC-11
Numeración de mohos	$< 10$	UFC / g	OVO-T-AC-16
Numeración de Coliformes totales	Negativo	/ 0.1g	OVO-T-AC-14
<i>Salmonella</i>	Ausencia	/ 25 g	OVO-T-AC-17
Numeración de Bacteria Termoresistentes	$< 300$	UFC/gr	OVO-T-AC-38
<i>Staphylococcus aureus</i>	Negativo	/ 0.1 g	OVO-T-AC-18

### 5) Información Adicional

- a. Tratamiento de Conservación:** Deshidratación y Pasteurización
- b. Presentación y Características de Envases y Embalajes:** La clara deshidratada CD11, se envasa en bolsas de polietileno cristal virgen color azul. Las bolsas son termoselladas, alojándose dentro de una caja de cartón corrugado. Contenido neto: 20 Kg.
- c. Condiciones de Almacenamiento y Distribución:** Mantener el envase cerrado, en un lugar fresco, seco, protegido de la luz solar y de olores intensos.
- d. Vida Útil:** Si se conserva las condiciones de almacenamiento y distribución arriba mencionadas, se mantiene por un período mínimo de 18 meses a partir de la fecha de envasado
- e. Instrucciones de Uso Referenciales:** Asegurar las normas de higiene en los ambientes, materiales y personal que manipula y/o tiene contacto con el producto. Este producto está destinado para la industria alimentaria.
- f. Contenido del Rotulado:** Se declara el nombre del producto, peso neto, nombre y dirección del fabricante, número de lote (numeración correlativa), fecha de vencimiento, registro sanitario, condiciones para la conservación.

## Anexo 5: Descripción técnica de la goma de tara

<b>IDENTIFICACIÓN</b>																													
<b>DIRECTIVA 96/77/CE DE LA COMISIÓN</b>  <b>Einecs</b> <b>Código E.</b>	De 2 de diciembre de 1996 por la que se establecen criterios específicos de pureza de los aditivos alimentarios distintos de los colorantes y edulcorantes (Texto pertinente a efectos del EEE) <b>(DO L 339 de 30.12.1996, p. 1)</b> 254-409-6 <b>E 417 GOMA TARA</b>																												
<b>Definición:</b> La goma de tara se obtiene triturando el endospermo de las semillas de cepas naturales de <i>Caesalpinia spinosa</i> (Fam. <i>Leguminosae</i> ). Consiste mayoritariamente en polisacáridos de elevado peso molecular, sobre todo galactomananos. El componente principal consiste en una cadena lineal de unidades de (1-4)-b-D-manopiranosas con unidades de a-D-galactopiranosas con enlaces (1-6). La proporción entre manosa y galactosa en la goma de tara es de 3:1. (En la goma de algarrobo esta proporción es de 4:1 y en la goma de guar es de 2:1).																													
<b>Descripción:</b> Polvo de color blanco o blanco amarillento, casi inodoro																													
<b>Identificación:</b>																													
<b>A. Solubilidad</b>  <b>B. Formación de gel</b>	Soluble en agua Insoluble en etanol Al añadir pequeñas cantidades de borato sódico a una solución acuosa de la muestra se forma gel																												
<b>Pureza:</b>																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 30%;"><b>Olor</b></td><td>Inodoro</td></tr> <tr><td><b>Sabor</b></td><td>Sin sabor</td></tr> <tr><td><b>Humedad</b></td><td>Máxima 14 %</td></tr> <tr><td><b>Cenizas</b></td><td>No más del 1,5 %</td></tr> <tr><td><b>Grasa</b></td><td>Máximo 0.50 %</td></tr> <tr><td><b>Pérdida por desecación</b></td><td>No más del 15 %</td></tr> <tr><td><b>Materia insoluble en ácido</b></td><td>No más del 2 %</td></tr> <tr><td><b>Proteínas</b></td><td>No más del 3,5 % (factor N × 5,7)</td></tr> <tr><td><b>Almidón</b></td><td>No detectable</td></tr> <tr><td><b>Arsénico</b></td><td>No más de 3 mg/kg</td></tr> <tr><td><b>Plomo</b></td><td>No más de 5 mg/kg</td></tr> <tr><td><b>Mercurio</b></td><td>No más de 1 mg/kg</td></tr> <tr><td><b>Cadmio</b></td><td>No más de 1 mg/kg</td></tr> <tr><td><b>Metales pesados (expresados en Pb)</b></td><td>No más de 20 mg/kg</td></tr> </table>	<b>Olor</b>	Inodoro	<b>Sabor</b>	Sin sabor	<b>Humedad</b>	Máxima 14 %	<b>Cenizas</b>	No más del 1,5 %	<b>Grasa</b>	Máximo 0.50 %	<b>Pérdida por desecación</b>	No más del 15 %	<b>Materia insoluble en ácido</b>	No más del 2 %	<b>Proteínas</b>	No más del 3,5 % (factor N × 5,7)	<b>Almidón</b>	No detectable	<b>Arsénico</b>	No más de 3 mg/kg	<b>Plomo</b>	No más de 5 mg/kg	<b>Mercurio</b>	No más de 1 mg/kg	<b>Cadmio</b>	No más de 1 mg/kg	<b>Metales pesados (expresados en Pb)</b>	No más de 20 mg/kg	
<b>Olor</b>	Inodoro																												
<b>Sabor</b>	Sin sabor																												
<b>Humedad</b>	Máxima 14 %																												
<b>Cenizas</b>	No más del 1,5 %																												
<b>Grasa</b>	Máximo 0.50 %																												
<b>Pérdida por desecación</b>	No más del 15 %																												
<b>Materia insoluble en ácido</b>	No más del 2 %																												
<b>Proteínas</b>	No más del 3,5 % (factor N × 5,7)																												
<b>Almidón</b>	No detectable																												
<b>Arsénico</b>	No más de 3 mg/kg																												
<b>Plomo</b>	No más de 5 mg/kg																												
<b>Mercurio</b>	No más de 1 mg/kg																												
<b>Cadmio</b>	No más de 1 mg/kg																												
<b>Metales pesados (expresados en Pb)</b>	No más de 20 mg/kg																												
<b>ESTABILIDAD</b>																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 30%;"><b>Luz</b></td><td>Excelente</td></tr> <tr><td><b>Calor</b></td><td>Excelente</td></tr> <tr><td><b>pH</b></td><td>5,0 y 7,0</td></tr> </table>	<b>Luz</b>	Excelente	<b>Calor</b>	Excelente	<b>pH</b>	5,0 y 7,0																							
<b>Luz</b>	Excelente																												
<b>Calor</b>	Excelente																												
<b>pH</b>	5,0 y 7,0																												
<b>VISCOSIDAD</b>																													
<b>Properties :</b> Viscosity 1% solution, Brookfield RVT, a 20 RPM , Spindle 4. Hot Dissolution 86 °C 10 min. Measured at 25 °C                      5000-6000 cPs Cold Dissolution 25 °C After 30 min.                                3500-4000 cPs After 24 hours                                4500-5500 cPs																													
<b>APLICACIONES</b>																													
Goma de Tara se usa principalmente para espesar soluciones acuosas y para controlar la movilidad de materiales dispersados o disueltos. Esta goma posee las características propias de las gomas vegetales, actuando como espesante, aglomerante, estabilizador, coloide y capa protectora. Posee la ventaja de ser incolora, insípida, muy estable y altamente resistente a la descomposición																													

## Anexo 6: Ficha técnica de concentrado funcional de soya



FICHA TÉCNICA

### CONCENTRADO DE PROTEÍNA DE SOYA AL 70%

#### Identificación del Producto

Nombre genérico:

Concentrado de Proteína de Soya

Código del Producto:

CS700

Certificación Kosher



#### Descripción:

El Concentrado de Proteína de Soya se obtiene por medio de la tecnología Extraction Dec y Micro Dry-Aw que garantiza la conservación óptima de los nutrientes naturales propios, inocuidad y bajos niveles microbiológicos.

Aporta una de las composiciones con más alta calidad en sus nutrientes naturales que mantienen una correlación única que es indispensable para la nutrición humana en todas sus etapas. Proteína del 70%, así como todos los aminoácidos esenciales.

#### Aplicaciones

Panificación	Cárnicos
Suplemento en Polvo	Snacks
Pastas	Galletas
Bebidas nutritivas	Cereales
Aderezos	Sazonadores
Tortillas	Otros alimentos

#### Especificaciones

##### Físicos -Químicos

Color	Beige a amarillo pálido
Sabor	Característico
Olor	Característico
pH	6.5 a 7.5
Densidad (g/cc)	0.45
% Fibra	3.5 máx
Extracto Etéreo	1.5 máx
Granulometría (% pasa malla 80)	95
% Humedad	7.00
% Proteína	70.00
% Grasas	0.50
% Cenizas	8.00

Nota: Valores Estándar, actualmente en análisis estadístico para la fijación de límites.

##### Microbiológicas

Cuenta Std. Total (ucf/g)	< 10,000
Hongos y Levaduras (ucf/g)	250 máx.
Salmonella	Negativo
E, Colli (ucf/g)	Negativo