

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**“EFECTO DE LA ADICIÓN DE ALBÚMINA DE HUEVO EN LAS  
PROPIEDADES TECNOLÓGICAS DE SALCHICHAS TIPO  
FRANKFURT DURANTE SU ALMACENAMIENTO A 4°C”**

**Presentado por:**

**VIVIANA ROZAS ALTAMIRANO**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO EN INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS**

**Lima- Perú**

**2015**

Quiero dedicar esta tesis a Dios, por haberme regalado el don de la vida y por ser mi fortaleza. A mis padres, mi hermano y mis abuelos que siempre me han dado su apoyo incondicional. Y a todos aquellos que se aventuran en la elaboración de una tesis.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, mi total agradecimiento a mi asesora de tesis, Dra. Bettit Salvá Ruiz, por su apoyo incondicional y su orientación continúa en el desarrollo de esta investigación, por la motivación y dedicación a lo largo del proceso, por siempre tener una sonrisa para todos sus tesisas y por transmitirnos no solo sus conocimientos sino su alegría y energía para continuar, muchas gracias.

A mi familia por su apoyo a lo largo de este proceso.

A la Universidad Nacional Agraria La Molina y la Facultad de Industrias Alimentarias por haber contribuido en mi formación profesional y por haber brindado sus instalaciones para la presente tesis.

A todos ellos, muchas gracias.

## ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1	SALCHICHAS.....	3
2.1.1	GENERALIDADES.....	3
2.1.2	SALCHICHA TIPO FRANKFURT.....	4
2.2	PROPIEDADES FUNCIONALES DE LAS PROTEÍNAS.....	12
2.2.1	CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA (CRA).....	13
2.2.2	CAPACIDAD DE GELIFICACIÓN (CG).....	14
2.2.3	TEXTURA.....	15
2.2.4	COLOR.....	16
2.3	PROTEÍNAS USADAS EN LA ELABORACIÓN DE EMBUTIDOS.....	17
2.3.1	PROTEÍNAS DE LA CARNE.....	17
2.3.2	PROTEÍNA DE SOYA EN PRODUCTOS CÁRNICOS.....	19
2.3.3	PROTEÍNAS DEL HUEVO.....	22
2.4	VIDA ÚTIL DE LOS ALIMENTOS.....	28
2.4.1	FACTORES QUE AFECTAN EL TIEMPO DE VIDA EN LOS ALIMENTOS.....	30
2.4.2	DETERIORO DE LOS ALIMENTOS.....	32
2.5	CRITERIOS DE CALIDAD EN EL PRODUCTO FINAL CÁRNICO RESPECTO A SUS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS.....	32
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
3.1	LUGAR DE EJECUCIÓN.....	34
3.2	MATERIA PRIMA E INSUMOS.....	34
3.2.1	MATERIA PRIMA.....	34
3.2.2	INSUMOS.....	34
3.3	MATERIALES Y EQUIPOS.....	35

3.3.1	MATERIALES.....	35
3.3.2	EQUIPOS .....	36
3.4	MÉTODOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN .....	37
3.4.1	ANÁLISIS PROXIMAL.....	37
3.4.2	ANÁLISIS DE PROPIEDADES TECNOLÓGICAS .....	39
3.5	METODOLOGIA EXPERIMENTAL .....	40
3.5.1	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	40
3.6	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	45
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	46
4.1	CARACTERIZACIÓN DE MATERIA PRIMA (ANÁLISIS PROXIMAL) .....	46
4.1.1	PIERNA DE CERDO .....	46
4.1.2	AISLADO PROTEICO DE SOYA.....	46
4.1.3	CLARA ALTO GEL .....	47
4.2	EFECTO DE LOS INGREDIENTES SOBRE LAS PROPIEDADES TECNOLÓGICAS DE LAS SALCHICHAS TIPO FRANKFURT .....	48
4.2.1	pH .....	48
4.2.2	ACTIVIDAD DE AGUA ( $A_w$ ).....	49
4.2.3	PARÁMETROS DE COLOR .....	50
4.2.4	ANÁLISIS DE DUREZA .....	55
4.2.5	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO .....	57
4.2.6	PÉRDIDA DE PESO POR EXUDACIÓN .....	60
V.	CONCLUSIONES.....	63
VI.	RECOMEDACIONES .....	65
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	66
VIII.	ANEXOS .....	72

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Fórmula de elaboración de salchichas tipo Frankfurt (porcentaje en peso) .....	5
Cuadro 2: Funcionalidad requerida de las proteínas para ser usadas en la elaboración de alimentos.....	13
Cuadro 3: Productos de soya utilizados para la elaboración de distintos productos cárnicos .....	21
Cuadro 4: Aplicaciones basadas en las propiedades funcionales del huevo .....	22
Cuadro 5: Principales características físico-químicas de las proteínas del albumen.....	24
Cuadro 6: Composición química proximal de la pierna de cerdo. ....	46
Cuadro 7: Composición química proximal del aislado proteico de soya. ....	47
Cuadro 8: Composición química proximal de la Clara Alto Gel. ....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de la gelificación térmica de las proteínas del albumen .....	25
Figura 2: Proceso de obtención de proteína de albúmina de huevo en polvo .....	27
Figura 3: Diseño Experimental.....	41
Figura 4: Flujo de elaboración de Salchicha tipo Frankfurt. ....	44
Figura 5: Variación del pH en Salchichas tipo Frankfurt durante su almacenamiento a 4°C .....	48
Figura 6: Variación de la Aw en Salchichas tipo Frankfurt durante su almacenamiento a 4 °C.....	49
Figura 7: Variación de la Luminosidad (L*) en Salchichas tipo Frankfurt durante su almacenamiento a 4 °C.....	52
Figura 8: Variación de la posición entre rojo y verde (a*) en Salchichas tipo Frankfurt durante su almacenamiento a 4 °C. ....	54
Figura 9: Variación de la posición entre amarillo y azul (b*) en Salchichas tipo Frankfurt durante su almacenamiento a 4 °C. ....	55
Figura 10: Variación de la Dureza en Salchichas tipo Frankfurt durante su almacenamiento a 4 °C. ....	56
Figura 11: Recuento de BAMV en Salchichas tipo Frankfurt durante su almacenamiento a 4 °C.....	58
Figura 12: Variación del Porcentaje de pérdida de agua en Salchichas tipo Frankfurt durante su almacenamiento a 4 °C. ....	61

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Repeticiones de los parámetros evaluados .....	72
ANEXO 2: Resultados de las pruebas estadísticas.....	76
ANEXO 3: Hoja Técnica Aislado Proteico de Soya .....	108
ANEXO 4: Hoja Técnica Clara Deshidratada Pasteurizada Alto Gel.....	109



## RESUMEN

El presente trabajo se realizó con la finalidad de determinar el efecto de la adición de albúmina de huevo sobre las propiedades tecnológicas de salchichas tipo Frankfurt durante su almacenamiento a 4°C. Transcurrió en tres etapas; en la primera se determinó la composición proximal de: carne de porcino, proteína de soya y albúmina de huevo, en la segunda etapa se elaboraron los tres tratamientos de Salchicha tipo Frankfurt: 1 y 2 por ciento de albúmina de huevo y 2 por ciento de proteína de soya; y finalmente en la tercera etapa se almacenaron y evaluaron las muestras elaboradas con los tres tratamientos; los días: 1, 6, 12, 18 y 24 se evaluó: pH, actividad de agua, parámetros de color, dureza, pérdida de agua, recuento de bacterias aerobias mesófilas viables, detección de *Salmonella* y recuento de coliformes totales. Concluyéndose que el uso de proteína de albúmina de huevo no tiene un efecto significativo sobre pH y actividad de agua, pero si tiene efecto positivo sobre el color, obteniéndose valores altos de: luminosidad (L\*) y tendencia al rojo (a\*); y valores bajos de tendencia al amarillo (b\*) respecto a las muestras elaboradas con proteína de soya. Además en cuanto a dureza los valores más altos se obtuvieron en las muestras elaboradas con 2 por ciento de albúmina de huevo; 1795.5 N, seguidas por las muestras elaboradas con 1 por ciento de albúmina de huevo; 1407.0 N y finalmente las muestras elaboradas con proteína de soya; 1252.3 N. Respecto a los parámetros microbiológicos, al finalizar el estudio, el recuento de Bacterias Aerobias Mesófilas Viables fue mayor en las muestras elaboradas con proteína de soya, seguidas de las muestras elaboradas con 2 por ciento de albúmina de huevo y con menor recuento las muestras elaboradas con 1 por ciento de albúmina de huevo.

Palabras Clave: Albúmina de huevo, salchichas tipo Frankfurt, proteína de soya, propiedades tecnológicas, almacenamiento.

## SUMMARY

The following investigation was made with purpose of determinate the effect of the addition of dried egg albumin on technological properties of sausages type Frankfurt during their storage at 4°C. The research had three phases; the first one was to determinate the proximal composition of: pork meat, soy protein and egg albumin, the second phase was to the development of the three Frankfurt sausage treatments: 1 and 2 percent of egg albumin and 2 percent of soy protein. Finally, in the third phase, the storage and evaluation of the samples was performed with the three treatments; the days: 1, 6, 12, 18 y 24 it was evaluated: pH, water activity, color parameters, hardness, water lost, Plate Count of aerobic mesophilic bacteria, *Salmonella* and total coliforms. Concluding that the use of egg albumin protein has not significant effect on pH and water activity, but a positive effect in color, obtaining high values in: luminosity (L\*) and tendency to red (a\*); also low values on tendency to yellow (b\*) compared to samples made with soy protein. In addition, the highest values of hardness were obtain in the samples elaborated with 2 percent of egg albumin; 1795.5 N, followed by the samples with 1 percent of egg albumin; 1407.0 N and finally the samples elaborated with soy protein; 1252.3 N. In respect of microbiological parameters, at the end of the study, the count of mesophilic aerobic viable bacteria were higher at the samples elaborated with soy protein, followed by the samples with 2 percent of egg albumin and the lower recount at the samples elaborated with 1 percent of egg albumin.

*Key words:* Egg albumin, Frankfurt sausages, soy protein, technological properties, storage.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, las proteínas tanto de origen vegetal como de origen animal son utilizadas con éxito en la industria cárnica como reemplazo de la proteína de la carne debido a sus propiedades funcionales como capacidad de emulsificación, capacidad de retención de agua, adhesión, cohesión, textura y también influyen en el sabor y apariencia del producto (Hoogenkamp, 1992; Shand & Schmidt, 1990; Whiting, 1988; citados por Pietrasik, 2003).

Las proteínas no cárnicas más frecuentemente añadidas a productos cárnicos son las proteínas de soja, el gluten de trigo (de origen vegetal) las proteínas lácteas y las proteínas de huevo (de origen animal). Las proteínas de la sangre pueden también añadirse aunque éstas se utilizan en mucha menor extensión (Castro, 2008).

De todas estas proteínas, las más utilizadas sin duda en la elaboración de productos cárnicos han sido las proteínas de soja, éstas pueden ser añadidas en forma de harina, texturizado o aislado de soja, con contenidos aproximados de 50 por ciento, 70 por ciento y 90 por ciento de proteína (Castro, 2008), debido a sus propiedades funcionales y fundamentalmente por su bajo costo; sin embargo, en los últimos años la soja ha sido cuestionado por ser considerada como un alimento transgénico.

Son pocos los estudios realizados acerca del empleo de proteína de origen animal, como la albúmina de huevo, en reemplazo de la proteína de carne. La proteína de albúmina de huevo, también llamada Clara Alto Gel®, es un producto obtenido por un proceso de spray dry, a través de la selección de su materia prima, hasta obtener un producto en polvo con un contenido mínimo de 80 por ciento de proteína y características que permitan establecer una comparación con las propiedades funcionales de la proteína de carne (Franco, 2007).

En el país existe un desbalance en la demanda de ovoproductos, ya que la yema de huevo (líquida o deshidratada) es utilizada en la industria de la panificación, pastelería y heladería; mientras que la demanda de clara de huevo es baja y mayormente se usa en la formulación de suplementos dietéticos para deportistas como fuente de proteínas, por este motivo el interés en la inclusión de albúmina de huevo deshidratada en la formulación de productos alimenticios.

La adición de la albúmina de huevo a la salchicha se justifica por su elevada capacidad de absorción de agua, formación de gel y habilidad de emulsificación. Además el hecho de que el consumidor actual demande el uso de materia primas naturales, por lo que los alimentos transgénicos como la soya están siendo cuestionados, es así que la albúmina de huevo se presenta como una alternativa adecuada para la industria cárnica, sin embargo, su adición podría influir en la estabilidad durante su almacenamiento, por ello el objetivo de esta investigación fue evaluar las propiedades tecnológicas durante el almacenamiento a 4°C de salchichas tipo Frankfurt al adicionarle albúmina de huevo en diferentes proporciones (0, 1 y 2 por ciento) por un periodo de 24 días.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 SALCHICHAS**

#### **2.1.1 GENERALIDADES**

La salchicha es un embutido elaborado a base de carne molida y emulsionada, mezclada o no de: bovino, porcino, pollo y otros tejidos comestibles de estas especies; con condimentos y aditivos permitidos; ahumado o no y puede ser madurado, crudo, escaldado o cocido (INEN, 1996; citado por Franco, 2007).

Según INDECOPI (1999), es un embutido constituido por masa hecha a base de carnes rojas y/o blancas, y/o grasa y/o pellejo de aves y/o porcino, y/o vacuno, y/o equino, que además se le pueden agregar algunos aditivos permitidos inclusive se le puede agregar o no hortalizas.

Según Madrid (1999), son embutidos escaldados, elaborados con carne de cerdo, vacuno o sus mezclas y grasa de cerdo, finamente picadas e introducidas en tripa natural o artificial de 18-28 mm. de diámetro como máximo, sufriendo el proceso de ahumado y después el de escaldado.

Las salchichas cocidas son productos hechos con materia cruda triturada a la que se añade sal, condimentos, aditivos y agua potable (o hielo); y las proteínas a través del tratamiento con calor son coaguladas para que el producto eventualmente otra vez calentando se mantenga consistente al ser cortado. El valor energético de las salchichas ronda las 260 calorías cada 100 gramos, por poseer mayor cantidad de agua y menor aporte graso. Esta energía se reparte, como media, entre un 21 por ciento de grasa, un 12 por ciento de proteína y entre un 0.4 por ciento y un 8.4 por ciento de carbohidratos, que varía en función de su formulación, precio y tipo de mercado al cual está destinado, ya que a mayor grado de proteína que contenga el producto mayor será su costo (Franco, 2007).

Las proteínas proceden de la carne y, en menor medida, otros productos añadidos, comúnmente utilizadas como sustitutos de la proteína cárnica (Franco, 2007).

### **2.1.2 SALCHICHA TIPO FRANKFURT**

La denominación de “Salchichas Frankfurt” se debe a que su descubrimiento o puesta en práctica, fue realizado por un artesano chacinero en una localidad situada a unos 100 km de la ciudad alemana de Frankfurt por simple coincidencia y, en la actualidad ha llegado a conseguir una difusión extraordinaria en el mundo entero, hasta el punto de que ciertos establecimientos donde se expenden, ya listos para su consumo, han tomado la misma denominación. En Alemania, su país de origen, están amparadas en su elaboración por denominación de origen. Es una salchicha de pequeño diámetro y cuya longitud sirve para diferenciar algunas variedades (Amo 1980).

Las salchichas Frankfurt corresponden al tipo de embutidos escaldados, ya que los componentes (carne y grasa) se añaden crudos, posteriormente, son cocidos en agua y durante su preparación sufren un ligero ahumado (Amo, 1980).

Según Frey, (1995) las salchichas Frankfurt se presentan como salchichas de 12 cm de largo y 2 cm de ancho, con una masa homogénea picada y de color rosa pálido. Mientras que Téllez (1992) la clasifica en el grupo de las salchichas de 12 a 25 mm diámetro junto con el hot-dog y las salchichas italianas, vienesas, etc.

#### **a. Formulación**

Según Amo (1980) las proporciones de carnes y grasas que intervienen en la elaboración son variables y pueden estar entre 6/3 (extra), 5/3.5 (buena), y ambas deben tener entre 15 y 17 por ciento de agua en forma de hielo.

El manejo de los ingredientes es de la siguiente manera:

- Se prefiere que la carne sea salada uno o dos días antes, (25 g sal/ kg carne), también puede realizarse durante el picado-cutterizado o en la amasadora.
- Nitrito; se nitrifica la carne a razón de 1 g/kg de carne.

- Fosfatos neutros a razón de 3 g/kg de carne.
- Glutamato monosódico; a razón de 3 g/kg de carne.
- Leche en polvo descremada (25 g/kg de pasta).
- Ligantes: Guar, clara de huevo (5-7 g/kg de pasta).
- Especias: pimienta blanca (2 g/kg de pasta), nuez moscada (0.5 g/kg de pasta).
- Féculas o almidones.
- Extracto de carne de 0.8 a 1 g/kg de pasta.

En el Cuadro 1 se aprecian diferentes formulaciones para salchichas Frankfurt, según diversos autores.

**Cuadro 1: Fórmula de elaboración de salchichas tipo Frankfurt (porcentaje en peso).**

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Tipo</b>	<b>Extra</b>	<b>Buena</b>	<b>Baja</b>	<b>Extra</b>
Carne de bovino	35	30	13	27
Carne de cerdo	18.75	15	18	38
Grasa de cerdo	18.75	30	30	3.5
Hielo/agua	24	20	30	27
Sal	2.5	2	2	1.5
Nitrito de sodio	0.02	0.15	0.02	-
Ascorbato de sodio	0.04	0.05	0.05	-
Polifosfatos	-	-	0.2	-
Caseinato de sodio	-	-	1	-
Almidón	-	-	4	2
Condimentos	0.94	0.8	0.5	-
Dextrosa	-	1.8	-	-
Polvo de Praga	-	-	-	0.26
Pimienta molida	-	0.1	-	-
Cebolla en polvo	-	0.1	-	-
Condimento para salchicha	-	-	1.23	0.74

<sup>1</sup> Simón *et al.* (1965), <sup>2</sup> Park *et al.* (1989), <sup>3</sup> Bloukas *et al.* (1993), <sup>4</sup> Téllez (1992).

FUENTE: Ordoñez (1999).

## **b. Elección de la materia prima e insumos**

**Carne:** Según Tandler (1974) citado por Wirth (1992), el criterio más importante para la elección de la carne es la capacidad de fijación de la proteína cárnica. La mayor capacidad de fijación de agua la posee la carne caliente (proveniente de animales recién sacrificados). Pero esta aptitud de la carne caliente disminuye significativamente pasadas las cuatro o cinco horas para la carne vacuna y un poco más de una hora para la carne porcina. Se presenta la alternativa de conservar su elevada capacidad de fijación mediante posterior picado y correcto mezclado con sal. Esta mezcla de carne picada y sal, puede ser almacenada durante 3 o 4 días bajo refrigeración o hasta meses si está congelada.

Por lo general la carne de animales más jóvenes, como son las novillas, añojos, terneros y cerdos poseen una mayor capacidad de fijación que los animales más viejos, como son los toros, vacas y cerdas, además la carne de animales jóvenes posee también menos pigmentos (mioglobina) por tanto es la más adecuada para obtener un deseado color básico rosado en embutidos escaldados.

Respecto a la procedencia de la carne según Téllez (1992) en la industria salchichera la carne de mayor aceptación es la de porcino, luego la de bovino y en algunos países se acepta la de equino y en muchos otros, tienen un gran uso las carnes de aves, así como también la de pescado.

**Grasa:** Según Téllez (1992), la grasa de porcino es un importante ingrediente en la elaboración de embutidos. La grasa se usa porque le da cierta plasticidad a la masa de los embutidos al lograr una buena emulsión, le da un mejor sabor y olor, contribuye a la textura del producto, reduce el porcentaje de peso de las salchichas y embutidos, le da una mejor presentación a los productos, pues con su color claro, matiza la masa cárnica, tornándola atrayente.

Según Tandler (1974) citado por Wirth (1992), para la elección del tejido graso se debe tomar en cuenta que debe ser tejido graso fresco, consistente y firme como es el de aguja, también tocino dorsal y tocino de panceta. El tocino blando no es apropiado debido a que por elevación de la temperatura durante el picado se provoca el “embarrado” y posterior separación de la grasa durante el calentamiento de los embutidos escaldados.



Con el incremento del peso al sacrificio la capa inferior de grasa es más gruesa y su contenido en ácidos grasos saturados es mayor. Por lo tanto, el tocino se torna más firme conforme aumenta la edad y el peso al sacrificio, además posee una menor tendencia a la rancidez. Sobre la calidad del tocino, además de la edad de los cerdos de abasto influye también el tipo de alimentación.

**Agua:** Según Tandler (1974) citado por Wirth (1992), la función que cumple el agua en la elaboración de embutidos es la de solubilizar las proteínas y sales, además de regular la temperatura durante el picado de la masa con la cúter. En la célula muscular se localizan proteínas solubles en agua y en sal. Durante el proceso de picado estas proteínas son liberadas formando un gel tras añadir agua y sal a la masa de embutido escaldado. Este gel condiciona la capacidad para ligar el agua y grasa de la masa. Las proteínas solubles en agua (proteínas sarcoplasmáticas) se solubilizan sin necesidad de agregar sal, permaneciendo solubilizadas en ella aun después del añadido de sal. Las proteínas que son importantes en la ligazón de grasa y agua son las solubles en sal. Para lograr su solubilización o imbibición es necesario, además de la sal, una suficiente cantidad adicionada de agua. Con la adición de un 100 a 120 por ciento de agua a la carne magra se manifiesta la óptima capacidad para la ligazón de agua y grasa de la masa, la capacidad disminuye con una mayor o menor adición de agua. Por lo tanto al embutido escaldado se le debe agregar agua si se quieren evitar fallos en la producción provocados por la separación de gelatina y grasa. La separación de gelatina y de grasa hace que los productos pierdan aroma, sean desabridos y no presenten la característica consistencia al morderlos.

Para conservar una óptima temperatura de picado se emplea como regulador de la misma el hielo o agua de acuerdo con la situación térmica. Ya que debido a la acción enérgica del picado se puede producir, en mayor o menor medida, una desnaturalización proteica por acción del calor. Por esta desnaturalización se pierde la facultad para la fijación de agua y estabilización de la grasa (Tandler, 1974 citado por Wirth, 1992).

**Sal común:** La sal común además del efecto directo de “salado” sobre los nervios gustativos de la lengua, tiene una influencia adicional sobre el aroma del producto. Las sales influyen sobre la hidratación de la proteína. Según Hammer (1992) citado por Wirth (1992) con el incremento de la concentración de sal, aumento de la “intensidad iónica”, se produce el denominado “salado” de las proteínas. Estas proteínas se embeben por la admisión de agua

que retienen, formando un gel. En cambio cuando se supera el punto máximo de agregado de sal aquellas pierden su capacidad para la fijación de agua y pierden su solubilidad cediendo en parte el agua ligada. Se habla aquí de una precipitación de las proteínas por la sal. La concentración de sal en la que las proteínas cárnicas solubles en sal presentan una imbibición máxima y en la que la pasta o masa magra posee su máxima capacidad de fijación de agua, es de un 5 por ciento de sal común en relación al peso de la masa magra.

También actúa como sustancia conservadora, para lograr una estabilidad microbiológica es deseable una elevada concentración de salmuera y un bajo valor de actividad de agua.

**Espicias:** Es un grupo numeroso de productos vegetales muy utilizados en la industria salchichera, como fijadores y mejoradores de ciertas características organolépticas (Téllez, 1992).

Las especias son partes de ciertas plantas que por su contenido natural en sustancias saborizantes y aromatizantes están indicadas como ingredientes para condimentar o potenciar el sabor, y deben ser adecuados para el consumo. Los extractos de especias se obtienen mediante un tratamiento por sustancias disolventes, de especias trituradas. De acuerdo con el disolvente elegido se extraen diferentes cantidades de especias. Los extractos de especias reducen el volumen de las mismas, no poseen celulosa, ni almidón y además están libres de gérmenes (Tandler, 1974 citado por Wirth, 1992).

Las especias no solo actúan aportando sabor. Según Téllez (1992), algunas de estas sustancias actúan como antioxidantes, evitando el enranciamiento de las grasas. Según Tandler (1974) citado por Wirth (1992), también actúan de manera positiva sobre la digestión y además de otros efectos sobre el funcionamiento fisiológico del hombre. No son pocos los que inhiben el desarrollo de microorganismos y la formación del enranciamiento. También se les adjudica un aumento en la capacidad para la fijación de agua. Todas estas acciones dependen de la dosificación de las mismas. Aparte del efecto de la condimentación en la elaboración de embutidos escaldados no es posible aplicar ninguno de otros efectos sin que el producto exceda en dicha condimentación.

En la formación de la impresión del sabor, además de la sensación que tiene lugar en la cavidad bucal, contribuye además una sensación olfativa que es aroma. La sensación del aroma se presenta por el hecho de que durante la masticación llegan sustancias olfativas al

epitelio olfatorio nasal, es decir, que se huele durante la masticación. Las sustancias de las especias que intervienen principalmente en la formación de la impresión del aroma son los aceites etéreos. Los extractos de especias poseen además de la mayor parte de los componentes de los componentes etéreos, otras sustancias como por ejemplo, sales azúcares, ácidos, principios amargos, resinas, las que pueden ayudar adicionalmente a la impresión del aroma; son sensaciones específicas en la cavidad bucal. (Tandler, 1974 citado por Wirth, 1992).

**Otros insumos:** Estos se detallan a continuación:

- Sales para el curado: son preparados comerciales a base de nitritos en mezclas adecuadas con sal, destinadas a la salazón y curado de las carnes, basados en fijar el color rojo en los productos elaborados.
- Saborizantes: constituyen ciertos productos, cuyos componentes son especias harinas y algunas sales que actúan con la intención de resaltar determinada característica organoléptica.
- Aglutinantes: son sustancias que contienen proteínas, almidón y ciertas sales químicas (fosfatos y polifosfatos) que actúan positivamente en la mejor mezcla de los ingredientes en las masas para la producción de salchichas y embutidos.

### c. **Procesamiento**

**Curado:** el curado de la carne consiste en aplicarle sal, compuestos para impartirle las singulares propiedades que posee el producto final. Para curar la carne deben utilizarse fundamentalmente dos ingredientes: sal y nitritos, sin embargo se adicionan otras sustancias para acelerar el curado, estabilizar el color, modificar el aroma y la textura; y reducir las mermas durante el procesado. Todas las fórmulas de curado, llevan sal; puesto que generalmente no se emplea a concentraciones lo suficientemente altas como para ejercer una acción conservadora, su principal papel es actuar como agente aromatizante. Sin embargo incluso a concentraciones bajas la sal posee cierta acción conservadora. El nitrito, tanto el de sodio como el de potasio, se emplea para el desarrollo del color de carne curada; imparte al producto curado un color rosa rojizo, brillante y muy apetecible. Antes de que se desarrolle el color típico, el nitrito debe reducirse a óxido nítrico mediante una acción que es acelerada

por los agentes reductores. El reductor más corrientemente utilizado es la sal sódica del ácido ascórbico (Forrest, 1979).

Otro ingrediente para el curado es el azúcar, según Téllez (1992), generalmente se usa azúcar de caña de azúcar o también de remolacha y desempeña los siguientes roles: sirve como alimento de las bacterias; como carbohidrato, disacáridos (sacarosa) en presencia del agua se descompone en monosacáridos (glucosa + fructosa) facilitando un proceso de fermentación y la consiguiente acidificación que es muy favorable para lograr la fijación de color rojo, por otra parte el azúcar contrarresta el sabor salado de la sal y el sabor amargo del nitrato, favorable a la calidad de las carnes curadas.

A las mezclas para el curado se les suele incorporar fosfatos alcalinos. Aunque ellos no intervienen directamente en la reacción del curado, aumentan la capacidad de retención de agua de la carne y reducen las mermas de los productos cárnicos durante los procesos subsiguientes. Los fosfatos retrasan también la aparición de la rancidez oxidativa y pueden mejorar la textura. Entre los condimentos se incluyen especias, hierbas aromáticas, hortalizas y edulcorantes, no intervienen en la reacción de curado, pero imparten aromas singulares. (Forrest, 1979).

**Picado o trituración:** es el proceso en virtud del cual se reduce el tamaño de la carne. Todos los procesos de picado presentan dos ventajas: una mejor uniformidad del producto, debida a un tamaño de partícula uniforme, y a una distribución regular de los ingredientes y un aumento en el ablandamiento de la carne al subdividirla en partículas más pequeñas (Forrest, 1979).

Las picadoras se utilizan generalmente en la primera fase del picado de productos del tipo de embutidos. Para formar la emulsión se utiliza el "cutter", el molino coloidal o el molino de emulsiones; puesto que estos trabajan a gran velocidad, los materiales cárnicos están sometidos a una gran fricción, lo que da lugar a una mayor temperatura de emulsión; las temperaturas excesivamente altas reducen la estabilidad de la emulsión resultante.

**Emulsificación:** La emulsión se define como la mezcla de dos líquidos inmiscibles, uno de los cuales se dispersa en forma de pequeñas gotitas o glóbulos en el otro. El líquido que forma las gotitas pequeñas se denomina "fase dispersa" y aquel en el que están dispersas las

gotitas se denomina "fase continua". Las emulsiones cárnicas constituyen un sistema de dos fases, la fase dispersa está formada por partículas de grasa sólida o líquida y la continua por agua que contiene disueltas y suspendidas sales y proteínas.

Según Amo (1980) la carne puede picarse en picadora o en cúter (lo más corriente), adicionando el hielo picado que aporta agua al producto y evita el calentamiento de la masa, juntamente se agregan los ingredientes, aditivos y especias respectivas. Según Téllez (1992), después se agregan las carnes grasas, para que sean más eficaces en la estabilización de la emulsión y en la retención de agua. Amo (1980) menciona que después se embute en tripas naturales o artificiales de 18-20 a 22 mm de diámetro, debe ser embutida sin gran firmeza, se doblan las salchichas a una longitud determinada según los tipos, de 10-12 cm, hasta 20-22 cm.

**Moldeado de los productos cárnicos:** las tripas se utilizan muchísimo para dar forma y servir de contenedores de los embutidos. El proceso mediante el que se introducen en las tripas los productos cárnicos, tanto picados como sin picar, se denomina embutido. Se utilizan ampliamente dos tipos de tripas: naturales y fabricadas o artificiales. Las tripas naturales derivan casi exclusivamente del tracto gastro-entérico del cerdo, vacuno y ovejas. Son muy permeables a la humedad y al humo. Una de sus características más importantes es que se encogen y se adaptan a la superficie del embutido con el que permanecen en íntimo contacto a medida que este pierde humedad. Por lo tanto, se emplean mucho en la elaboración de embutidos secos. La mayoría de las tripas naturales son digestibles y pueden consumirse.

Respecto a las tripas artificiales, hoy se dispone de cuatro tipos de tripas elaboradas industrialmente: 1) de celulosa, 2) de colágeno no comestible, 3) de colágeno comestible y 4) de plástico. Se fabrican con la misma fuerza y con características retráctiles similares a las de las tripas naturales. A veces la superficie interna de la tripa está recubierta de un colorante comestible hidrosoluble que se transfiere a la superficie del embutido al que colorea artificialmente. Las ventajas de las tripas de celulosa estriban en su fácil empleo, en la variedad de tamaños de que se dispone, en la uniformidad de su diámetro, en su mayor fuerza y en poseer cargas microbianas escasas. Su fuerza tiene un interés especial a la vista del empleo tan extendido de los procedimientos de elaboración automáticos. Las tripas de colágenos, tanto comestibles como incomedibles, se elaboran a partir de colágeno extraído

de la piel y de los cueros. Las tripas de colágeno incomedibles reúnen las ventajas tanto de las tripas de celulosa como de las naturales, especialmente su fuerza, uniformidad y características de retracción. Deben separarse de los embutidos antes de su consumo, lo mismo que las tripas de celulosa (Forrest, 1979).

**Tratamiento térmico:** los productos cárnicos típicos procesados térmicamente se calientan hasta que se alcanza en ellos una temperatura interna de 65-75°C, ello es suficiente para destruir la mayoría de microorganismos presente. El producto se pasteuriza y su vida media se extiende mucho, además en la pasteurización como consecuencia del tratamiento térmico se originan otros importantes cambios. Digna de mención especial es la estructura firme y asentada que se desarrolla como resultado de desnaturalización proteica, de la coagulación y deshidratación parcial. El endurecimiento y firmeza que acaecen durante el tratamiento térmico establece la estructura de manera que cuando se separa la tripa la forma y aspecto del producto permanecen.

**Ahumado:** el ahumado de la carne es el proceso que consiste en exponerla a la acción del humo de madera durante algún momento de su elaboración. El ahumado se realiza en ambientes húmedos a 30°C hasta que las tripas estén finas y suaves, después se elevan a 50°-60°C cuidando de no levantar la llama que provocaría la separación de la grasa en la salchicha, finalmente la cocción se realiza en agua que puede ser salada o coloreada, la cocción dura 8 a 10 minutos a 75°C.

## **2.2 PROPIEDADES FUNCIONALES DE LAS PROTEÍNAS**

En los últimos años se han desarrollado diversas técnicas para la extracción y purificación de las proteínas de la leche, de la soya, del huevo, de la sangre etc., de esta manera, las proteínas se usan comercialmente en la fabricación de otros alimentos debido precisamente a que confieren sus propiedades químicas y físicas a los productos que se emplean. En términos generales, las propiedades funcionales se definen como “cualquier propiedad fisicoquímica de las proteínas que afecta y modifica algunas características de un alimento y que contribuye a la calidad final del producto”, por ejemplo, son propiedades funcionales la hidratación, el espumado, la emulsificación, la gelificación, etc. (Badui, 2006). En el Cuadro 2 se puede observar las propiedades funcionales de las proteínas que son necesarias para la elaboración de determinados alimentos.

**Cuadro 2: Funcionalidad requerida de las proteínas para ser usadas en la elaboración de alimentos.**

	Nutrición	Hidratación	Emulsificación	Espumado	Elasticidad térmica	Interacción con otros componentes	Solubles	Sin sabor	Baja viscosidad	Alta viscosidad	Estable al calor	Estable al congelamiento	Estable al ácido	Alta pureza
Alimentos infantiles	●		●			●	●	●	●		●			●
Panificación		●		●		●		●	●		●			
Bebidas														
Carbonatadas	●					●	●	●	●		●	●	●	●
Sustitutos de crema			●			●	●	●			●	●		●
Dietéticas	●	●	●			●	●	●	●		●	●		●
Dulces		●	●			●		●	●	●			●	
Carnes enlatadas		●	●		●	●			●		●			●
Cereales	●				●	●		●	●		●			
Postres		●		●		●	●	●			●	●		●
Alimentos congelados			●	●		●		●				●		
Pastas		●				●		●	●		●			
Carnes procesadas		●	●		●	●		●		●	●	●	●	●
Botanas		●	●		●	●		●			●			●

FUENTE: Badui (2006).

### 2.2.1 CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA (CRA)

La capacidad de retención de agua se refiere a la resistencia opuesta por una matriz proteica (como un gel, la carne o el pescado) a perder, bajo la acción de la fuerza gravitatoria, el agua inmovilizada, que es la suma de la ligada, el agua hidrodinámica y el agua físicamente atrapada (Fennema,2000). Madrid (1999) define a la capacidad de retención de agua como la capacidad de la carne de retener el agua tanto propia como la añadida durante la aplicación de fuerzas externas, tales como cortes, calentamiento, trituración y prensado. Otros autores distinguen entre la CRA (capacidad de retención de agua) como capacidad de retener el agua propia y la CLA (capacidad de ligar agua) como capacidad para retener el agua añadida (Carballo y López de Torre, 1991).

Al igual que en el músculo cárnico, en los productos emulsionados también se cree que las fuerzas capilares son importantes en la CRA, provocadas por los poros de la matriz proteica.

Mientras más fina es la microestructura formada, más pequeños serán los poros y mayor será la fuerza capilar para retener el agua (Mitchell y Ledwards, 1986; citado por Paredes, 2002).

Cuando las proteínas presentes tienen poca CRA, las pérdidas de humedad y, consecuentemente, de peso durante su almacenamiento (mermas) es grande. La CRA influye sobre la jugosidad, textura y color de los productos cárnicos, determina pérdidas de peso durante la cadena de distribución y transformación, para elevar la capacidad de retención de agua, se adicionan productos ligantes y emulsificantes, los cuales como su nombre lo indica, ligan agua a la pasta (Franco, 2007).

La CRA de la carne también depende de la especie, del individuo y del músculo, así se puede decir que la carne de cerdo tiene mayor CRA que la carne de vacuno, ésta es igual a la de caballo, y mucho menor es la CRA de la carne de ave. En el caso de la edad, la carne de animales jóvenes tiene mayor CRA que la carne de animales viejos. La variabilidad de la CRA en la misma especie también es alta, así cerdos criados bajo las mismas condiciones presentan mayor variabilidad de la CRA que vacunos criados bajo las mismas condiciones (Price y Shweigert, 1976; citados por Paredes, 2002). La capacidad de retención de agua tiene importancia en la carne de consumo fresco directo y en geles cárnicos (embutidos y reestructurados) (Paredes, 2002).

### **2.2.2 CAPACIDAD DE GELIFICACIÓN (CG)**

La formación de un gel de carne comprende la desnaturalización de la proteína bajo condiciones específicas de calentamiento. La desnaturalización de las proteínas del músculo especialmente la miosina, en otras condiciones, como las existentes en el tejido original, puede interferir con la formación del gel (Fennema, 2000).

La integridad física del gel es mantenida por las fuerzas balanceadas de atracción y repulsión entre las moléculas de polímeros (Ziegler y Foegeding, 1990; citados por Totosa, 2001). El mecanismo de gelificación está determinado por el balance entre las fuerzas gobernantes de las interacciones cadena-cadena (o proteína-proteína) y cadena-solvente (o proteína solvente) (Cheftel *et al.* 1985; Kinsella *et al.*, 1994; Matsumura y Mori, 1996; Zayas, 1997; citados por Totosa, 2001).



Las propiedades específicas de cualquier producto gelificado dependen de muchos factores, entre otros el origen del músculo, el estado bioquímico del mismo y de las variables del procesado. La miosina es el componente más importante del tejido muscular con respecto a la capacidad formadora de gel. La actina colabora en este proceso formando F-actomiosina que a su vez interacciona con la miosina libre. Las porciones de cola y cabeza de las moléculas de miosina juegan distintos papeles durante la gelificación del músculo picado inducida por calor. La porción de cabeza de la molécula de miosina se agrega irreversiblemente debido a interacciones hidrofóbicas y a la oxidación de los grupos -SH. Esta agregación contribuye a la formación de la red proteica tridimensional. La porción cola de la molécula de miosina sufre una transición parcialmente irreversible desde hélice a espiral durante el proceso de calentamiento y a continuación participa en la formación de la red tridimensional (Fennema, 2000).

Las propiedades de gelificación de las pastas de carne de cerdo son dependientes de conformación de las proteínas y de los enlaces intermoleculares. La interacción hidrofóbica, enlaces disulfuro y enlaces no disulfuro covalentes juegan un papel importante en la gelificación. Para el gel de carne de porcino, la formación de enlaces disulfuro principalmente ocurren principalmente entre los 50 y 60°C, indicado por una fuerte disminución en el contenido de los grupos SH total y los enlaces no disulfuro covalentes toman lugar a una temperatura entre 50-90°C. En general, el calentamiento tiene como resultado el despliegue de la forma nativa de la proteína y una exposición de los grupos polares, mejorando así la interacción proteína-proteína por la asociación hidrofóbica (Liu *et al.*, 2011). La estabilidad de un gel frente a las fuerzas mecánicas y térmicas depende del número y tipo de enlaces cruzados formados por las cadenas de monómeros (Fennema, 2000).

### **2.2.3 TEXTURA**

El consumidor confiere una mayor importancia a la dureza como principal atributo de la textura, siendo uno de los criterios determinantes de la calidad de la carne (Lawrie, 1998). De acuerdo a Foegeding (1990); citado por Totosaus (2001) las principales variables consideradas en el análisis de gel son la fuerza y la deformabilidad del gel. El término fuerza de gel es a menudo utilizado para describir las características estructurales de textura. Esta fuerza de gel es relacionada a la pérdida de agua o capacidad del gel de retener agua.

También es relacionada con la dureza, definida como el pico de fuerza a la máxima compresión (Lanier *et al.*, 1982 citado por Totosaus, 2001).

La dureza del gel depende de la intensidad de las fuerzas (uniones hidrófobas, hidrófilas y covalentes) que constituyen dicha estructura y que están en función del pH, de la concentración del polímero, de la temperatura, de la fuerza iónica, del grado de desnaturalización etc. (Badui, 2006). Y está asociada al estado de rigidez muscular, capacidad de retención de agua, grasa intramuscular y cantidad de tejido conectivo (Paredes, 2002).

La dureza de la carne cocinada se atribuye, fundamentalmente, al tejido conectivo y a las proteínas contráctiles (Marsh, 1977; Miller, 1994; citados por Onega, 2003). La carne que presenta un tejido conjuntivo fácil de degradar por calor, posee una complexión menos dura que aquella con un tejido conectivo más resistente al tratamiento térmico (Prändl *et al.*, 1994). El calentamiento en un medio acuoso produce una reducción de la dureza, tanto mayor es su duración y cuanto menos es la temperatura aplicada o viceversa. El calentamiento modifica la estructura y consistencia de la carne y de los productos cárnicos. Provoca un aflojamiento y relajación del tejido conjuntivo que separa las fibras musculares y a consecuencia de ello la carne se ablanda y pierde elasticidad (Prändl *et al.*, 1994).

Si la microestructura del gel es fina, debido al ordenamiento lineal de las proteínas, el tamaño de los poros de la matriz proteica es menor, esto aumenta la CRA y con ello la textura del gel es más suave. Caso contrario sería si las proteínas están unidas de forma aleatoria, se pierde más agua y el gel queda más compacto y duro (Mitchell y Ledwards, 1986; citados por Paredes, 2002).

La medición de la textura en geles o productos alimenticios se hace principalmente a través de equipos que interpretan la fuerza necesaria para comprimir, penetrar o atravesar la muestra (Totosaus, 2001).

#### **2.2.4 COLOR**

Los pigmentos hemo son responsables del color de la carne. La mioglobina es el principal pigmento y la hemoglobina, el pigmento de la sangre, tiene importancia secundaria. La

cantidad de mioglobina varía considerablemente entre los diversos músculos y en ella influyen la especie, la edad, el sexo y la actividad física. Las diferencias de un músculo a otro de un mismo animal son evidentes y estas diferencias están causadas por las cantidades variables de mioglobina existentes en las fibras musculares (Fennema, 2000).

El color rojo se debe solamente a la oximioglobina, el principal pigmento de la carne. La desoximioglobina es responsable del color púrpura de la carne. La oxidación del Fe (II), presente en la oximioglobina y la desoximioglobina, a Fe (III) para producir metamioglobina, es la causa del color marrón de la carne. Las reacciones catalizadas por enzimas en la carne, pueden competir por el oxígeno y pueden producir compuestos que alteren el estado de oxidación-reducción y el contenido de agua, influyendo por lo tanto en el color de la carne (Fennema, 2000).

Se conocen muchos factores que influyen en el color de la carne. Entre ellos hay factores biológicos como el tipo de músculo, la raza y la edad; factores bioquímicos como la tasa de consumo de oxígeno, la auto oxidación de la mioglobina, o la reducción enzimática de la metamioglobina y factores extrínsecos como el sistema de alimentación o el uso de estimuladores del crecimiento. Por último, también se consideran factores físico-químicos como el pH, la temperatura, la estimulación eléctrica de las canales, etc. (Onega, 2003).

El espacio de color  $L^*a^*b^*$  (también llamado CIELAB) es actualmente uno de los espacios más utilizados para medir el color de los objetos y se utiliza ampliamente en casi todos los campos. En este espacio,  $L^*$  indica luminosidad y  $a^*$  y  $b^*$  son las coordenadas de cromaticidad. En este diagrama,  $a^*$  y  $b^*$  indican direcciones de colores:  $+a^*$  es la dirección del rojo,  $-a^*$  es la dirección del verde,  $+b^*$  es la dirección del amarillo y  $-b^*$  es la dirección del azul. El centro es acromático; a medida que los valores de  $a^*$  y  $b^*$  aumentan y el punto se separa del centro, la saturación del color se incrementa (MINOLTA, 2003).

## **2.3 PROTEÍNAS USADAS EN LA ELABORACIÓN DE EMBUTIDOS**

### **2.3.1 PROTEÍNAS DE LA CARNE**

Aunque el músculo contiene aproximadamente del 18 al 22 por ciento de proteínas, el resto lo forman un 75 por ciento de agua, 3 por ciento de grasa y 2 por ciento de sales, cenizas, minerales e hidratos de carbono, tal cantidad varía bastante en muchos productos cárnicos y lo hace inversamente con la cantidad de grasa presente. No obstante muchos productos

cárnicos proporcionan, generalmente, la mayor parte del aporte proteico recomendado en la dieta. Además de su contenido proteico la carne muscular proporciona una proteína de alta calidad con un gran valor biológico. La proteína de alta calidad tiene todos los aminoácidos esenciales en cantidades equivalentes a las necesidades del cuerpo humano, es altamente digestible y fácilmente absorbible. Los aminoácidos son los ladrillos básicos de que se componen todas las proteínas; y los aminoácidos esenciales son los que no pueden sintetizarse en el organismo en cantidades suficientes para cubrir sus necesidades (Forrest, 1979).

Existen múltiples clasificaciones de las proteínas cárnicas (Carballo y López de Torre, 1991):

- Según su forma: globulares y fibrosas.
- Según su localización: a) Extracelulares (están fuera del sarcolema, como el colágeno y la elastina), b) intracelulares (la mioglobina y las enzimas glucolíticas), c) miofibrilares (forman parte del aparato contráctil) y d) reguladoras.
- Según su solubilidad: a) Sarcoplásmicas (son solubles en agua y funcionalmente son enzimas), b) miofibrilares (forman el 50-60 por ciento de todas las proteínas cárnicas, son insolubles en agua y solubles en solución salina 1M; por ejemplo, miosina y actina), y c) conectivas (insolubles en agua y soluciones salinas; por ejemplo, colágeno y elastina).

Para Knipe (2006) citado por Franco (2007) existen tres tipos de proteínas en la carne; el tipo de proteína más valioso, tanto para animal vivo como para el procesador cárnico, es el de las proteínas contráctiles. El otro tipo de proteína en la carne es el de las proteínas del tejido conectivo. Y el tercer tipo de proteínas cárnicas es el de las proteínas sarcoplásmicas.

Prändl *et al.* (1994) señala que las proteínas sarcoplásmicas (albúmina y globulina) forman el 40 por ciento de las proteínas de la carne, las proteínas del aparato contráctil (miosina, actina, tropomiosina y troponina) un 40 por ciento y las proteínas del tejido conjuntivo (colágeno y elastina) un 20 por ciento.

Según Castro (2008) las proteínas miofibrilares representan más del 50 por ciento de las proteínas totales del músculo siendo la miosina (27 por ciento) y la actina (11 por ciento) las

proteínas mayoritarias de este grupo. Estas proteínas presentan un gran interés desde el punto de vista tecnológico puesto que influyen en la calidad culinaria y, por tanto, en la comercialización de la carne. Además, estas proteínas contienen cantidades importantes de aminoácidos esenciales y contribuyen, en más del 70 por ciento al aporte proteico debido al consumo de carne.

Las denominadas proteínas contráctiles: miosina, actina, tropomiosina y otras proteínas menores que se encuentran distribuidas en el interior de la célula muscular de la carne; se caracterizan por ser solubles en sal y coagular por el calor. Para dejar libres las proteínas contráctiles se procede a romper la membrana externa que envuelve la fibra muscular mediante *cutteado*, y luego se solubilizan por adición de salmuera o sal. Estas proteínas, una vez extraídas y solubilizadas, forman una sustancia espesa que ayuda a unir los trozos de carne y que en la etapa de cocción o escaldado del producto, se coagula ligando muy firme los componentes de la formulación (Franco, 2007).

Las proteínas miofibrilares tienen un papel esencial al contribuir en la formación de la textura deseada y en la retención de agua en la carne picada en productos como las salchichas. A través de la gelificación térmica, las proteínas miofibrilares ejercen una fuerza de cohesión para mantener las partículas de la carne unidas y para estabilizar las gotas de grasa en la matriz del gel (Acton, Ziegler, & Burge, 1983, Xiong, 1997; citados por Chin *et al.*, 2009).

### **2.3.2 PROTEÍNA DE SOYA EN PRODUCTOS CÁRNICOS**

Las proteínas de soya son las proteínas no cárnicas más utilizadas en la fabricación de productos cárnicos. Están disponibles en una variedad de formas, como polvos, harinas y gránulos, inclusive de forma húmeda. Dependiendo del tipo de proteína de soya, la adición en los productos cárnicos va de uno a tres hasta 12 por ciento (Rocha, 2009).

Fernández *et al.* (1995) indican que las proteínas vegetales han sido utilizadas en la elaboración de productos cárnicos para incrementar el rendimiento, bajar los costos, mantener el valor nutritivo, favorecer propiedades funcionales específicas (capacidad de retención de agua, textura) y reducir el contenido de colesterol y grasas en general.

Según Young (1989), el uso de proteínas de soya en productos cárnicos ofrece las siguientes ventajas: aumenta los rendimientos de cocción, mantiene el contenido proteico y ayuda a reducir el costo de los ingredientes. Rocha (2009) menciona que las proteínas de soya tienen buenas propiedades de ligado. En productos cárnicos emulsificados, mejoran el ligado y la estructura y aumentan los rendimientos al reducir las pérdidas de grasa y humedad durante el proceso de cocción.

*Soy Protein Council* (1987), citado por Sipós (1995), señala que las harinas y concentrados texturizados se usan en diversos tipos de alimentos fibrosos, en alimentos con carne molida y alimentos de origen marino. Además menciona que los concentrados de proteína de soya mejoran la absorción de agua y grasa. Sobre los aislados de proteína de soya (neutralizados) indica que se utiliza en productos cárnicos por su propiedad de mejorar la capacidad de emulsificación y estabilización de la emulsión, así como la absorción de agua, grasa y propiedades de formación de fibra. Finalmente, señala que los aislados estructurados son utilizados para productos a base de carne de ave y alimentos de origen marino.

Sipós (1995) señala que los productos a base de proteína de soya se usan cada vez más en diferentes sistemas a base de carne procesada:

- Carnes emulsificadas: Los aislados de proteína de soya y los concentrados funcionales son los ingredientes a base de soya más eficientes, que se emplean en preparaciones del tipo emulsión. Dependiendo del producto derivado de la carne, los niveles de utilización varían entre uno y cuatro por ciento.
- Carnes picadas: En carnes picadas (carnes para hamburguesas, albóndigas, milanesas, cubiertas para pizza y salsa de carne), los concentrados de proteína de soya y las harinas de soya son los ingredientes de uso más común. La proteína vegetal texturizada también se utiliza como uno de los ingredientes proteínicos de los aderezos para pizza.
- Carnes enlatadas: La proteína de soya texturizada se utiliza en productos enlatados, con el fin de absorber los jugos liberados durante el proceso de enlatado, lo cual da como resultado un producto final de consistencia más firme. Los concentrados de soya texturizados se pueden utilizar en niveles relativamente altos.
- Carnes de músculo entero: Es factible incorporar un aislado o un concentrado funcional a grandes piezas de músculos (jamón, “roastbeef”, aves, pescado, etc.). Una salmuera

que contenga uno de estos productos proteicos de soja puede inyectarse o introducirse al músculo mediante masajeo, utilizando la tecnología convencional para carnes curadas.

- Productos elaborados a base de carne de aves: Los concentrados funcionales y los aislados de soja, se usan actualmente para aglutinar cortes y trozos de carne, para elaborar pasteles de carne y rollitos de carne de aves.
- Alimentos de origen marino: Las proteínas texturizadas hidratadas se pueden utilizar para efectuar extensiones que simulen la carne de cangrejo, camarón, tortas de pescado etc.

En el Cuadro 3 se muestran los productos de soja utilizados para la elaboración de diversos productos cárnicos.

**Cuadro 3: Productos de soja utilizados para la elaboración de distintos productos cárnicos.**

<b>Producto de soja</b>	<b>Contenido proteico (%)</b>	<b>Producto cárnico</b>	<b>Propiedad funcional mejorada con la adición de soja</b>
Harina	65	Albóndigas, carne para pizza, conservas de carne.	Absorción de agua, viscosidad, propiedades emulsificantes, etc.
Texturizado	65	Conservas de carne, albóndigas, carne para pizza.	Absorción de agua y grasa, textura y sabor.
Concentrado de proteína	65 - 90	Salchichas, chopped, conservas de carne, albóndigas, pechuga de ave, chorizo, salchichón, carne para pizza, etc.	Absorción de agua y grasa, propiedades gelificantes y emulsionantes y control de sabor.
Aislado de proteína	> 90	Salchichas, chopped, chorizo, salchichón, pechuga de ave, carne para pizza, etc.	Viscosidad, propiedades gelificantes, elasticidad, absorción de grasa y agua; y control del sabor y el color.

FUENTE: Endres (2001).

### 2.3.3 PROTEÍNAS DEL HUEVO

#### a. Generalidades

Los huevos son probablemente uno de los primeros ingredientes multifuncionales que se han utilizado en la historia de la tecnología de los alimentos. Debido a que sus proteínas poseen múltiples propiedades como espumantes, emulsionantes, gelificantes y ligantes, son ingredientes deseables en muchos alimentos, además de ser una excelente y económica fuente de proteína de alta calidad y baja en caloría (Nys y Sauveur, 2004; citados por Trespalacios 2007). En el Cuadro 4 se resume las aplicaciones del huevo según sus propiedades funcionales en las distintas industrias de alimentos.

**Cuadro 4: Aplicaciones basadas en las propiedades funcionales del huevo.**

Industria	Propiedades
Galletería y pastelería	Aromáticas
	Coagulantes
	Colorantes
	Emulsionantes
	Espesantes
	Ligantes
Embutidos y confitería	Ligantes
	Anticristalizante
	Espesantes
Flanes y cremas	Aromáticas
	Coagulantes
	Colorantes
Helados	Ligantes
Mayonesas y salsas	Emulsionantes
Pastas alimenticias	Aromáticas
	Colorantes
	Ligantes

FUENTE: Bourgeois *et al.* (1982).



BOE 292 (1992); citado por Trespalacios (2007) menciona que los ovoproductos son los productos obtenidos a partir del huevo, de sus diferentes componentes o sus mezclas, una vez eliminadas la cáscara y las membranas y que están destinados al consumo humano; podrán estar parcialmente completados por otros productos alimenticios o aditivos; podrán hallarse en estado líquido, concentrado, desecado, cristalizado, congelado, ultra congelado o coágulo. Los ovoproductos pueden destinarse al consumo humano directo o a industrias alimentarias y no alimentarias, para otros procesados. Su composición y características físico-químicas son muy distintas según sea su forma física, las técnicas de elaboración empleadas y los aditivos incorporados (Instituto de Estudios del Huevo, 2006).

#### **b. Albúmina de huevo**

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. 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, 2000). Una característica muy peculiar de las proteínas de la clara de huevo es su gran sensibilidad a los diversos factores que promueven la desnaturalización, así como su capacidad para asociarse y formar geles con distintas propiedades reológicas (Badui, 2006).

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).

Powrie y Nakal (2000); citados por Trespalacios (2007) señalan que el albumen 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 con la cantidad presente en la yema. Las

principales proteína del albumen y algunas características fisicoquímicas más importantes se pueden observar en el Cuadro 5.

La ovoalbúmina constituye más de la mitad de proteínas presentes en el albumen y es la proteína que contribuye predominantemente a las propiedades funcionales del mismo (Mine, Noutomi y Haga, 1991 citados por Trespalacios 2007).

**Cuadro 5: Principales características físico-químicas de las proteínas del albumen.**

<b>Proteína</b>	<b>%</b>	<b>Kda*</b>	<b>PI**</b>	<b>T<sub>m</sub>***</b>	<b>Características</b>
Ovoalbúmina	54	45	4.5	84.0	Fosfoglicoproteína
Ovotransferrina	12 - 13	77.7	6	61.0	Liga hierro y otros iones metálicos
Ovomucoide	11	28	4.1	70.0	Inhibe la tripsina y serina proteinasas
Lisozima	3.4 - 3.5	14.3	10.7	75.0	Lisa la pared celular bacteriana
Ovomucina	1.5 - 3.5	220 - 270	4.5 - 5.0		Interactúa con la lisozima
Ovoglobulina g <sub>2</sub>	1.0	36	4.9 - 5.3	92.5	Interviene en la capacidad espumante
Ovoglobulina g <sub>3</sub>	1.0	45	4.8		Interviene en la capacidad espumante
Ovoflavoproteína	0.8	32	4.0		Liga a la riboflavina
Ovomacroglobulina	0.5	760 - 900	4.5 - 4.7		Inhibe la hemaglutinación
Cistatina	0.05	12	5.1		Inhibe las sulfidril proteinasas
Avidina	0.05	68.3	10.0		Liga a la biotina
Proteína ligadora de la tiamina		38			Liga a la tiamina

\*Masa molecular \*\*Punto isoelectrico \*\*\*Temperatura de desnaturalización

FUENTE: Awade (1996) y Powrie y Nakai (2000) citados por Trespalacios (2007).

«continuación»

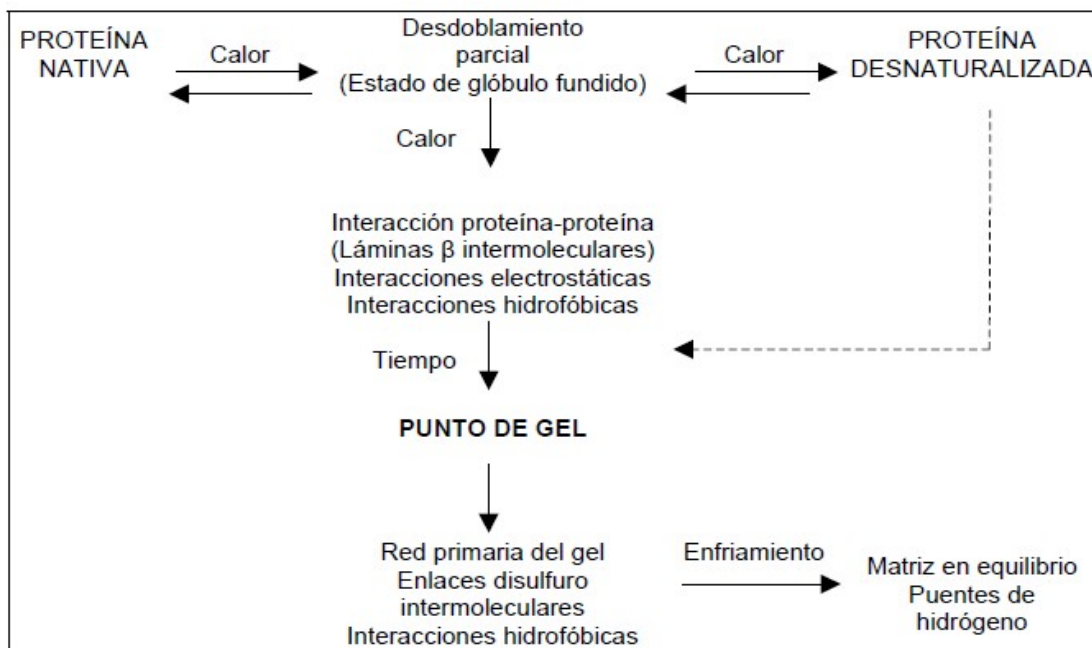
Glutamil aminopeptidasa		320	4.2		
Glicoproteína		52	5.7		

\*Masamolecular \*\*Punto isoelectrico \*\*\*Temperatura de desnaturalización

FUENTE: Awade (1996) y Powrie y Nakai (2000) citados por Trespalacios (2007).

### c. Gelificación de las proteínas del huevo

Las propiedades reológicas del albumen, de la yema o del huevo completo cambian considerablemente cuando se calientan a determinadas temperaturas. Al calentar el albumen a 62°C, su viscosidad y opacidad aumentan. Si la temperatura se eleva a 65°C se forma un gel débil aumentando su resistencia a medida que se incrementa la temperatura (Trespalacios, 2007).



**Figura 1: Esquema de la gelificación térmica de las proteínas del albumen.**

FUENTE: Mine (1995) citado por Trespalacios (2007).

El primer paso en la gelificación térmica del albumen es el cambio en la conformación de las proteínas nativas a un estado parcialmente desdoblado (Figura 1). La ovoalbúmina, la ovotransferrina y la lisozima forman láminas  $\beta$  intermoleculares. La formación de una estructura estable de láminas  $\beta$  es de suma importancia en la desnaturalización térmica y agregación de las proteínas. Durante esta transición, los grupos funcionales del estado nativo que están enlazados intramolecularmente por puentes de hidrógeno e interacciones electrostáticas e hidrofóbicas llegan a estar disponibles para interacciones intermoleculares bajo condiciones apropiadas, formando una red o gel. Aun cuando la agregación de la ovoalbúmina puede ocurrir por interacciones físicas, los enlaces disulfuro son importantes para determinar la morfología y las propiedades reológicas del gel (Visscher y de Jongh, 2005, Broersen, van Teeffelen, Vries, Voragen, Hamer y de Jongh, 2006; citados por Trespalacios 2007).

#### **d. Albúmina de huevo en polvo**

Se ha propuesto varios métodos para mejorar las propiedades funcionales de las proteínas del albumen. La deshidratación con temperatura y humedad controlada y baja actividad acuosa, mejora notablemente la elasticidad, la fuerza del gel y la capacidad de retención de agua del albumen deshidratado (Kato *et al.*, 1990; Mine, 1997; citados por Trespalacios, 2007).

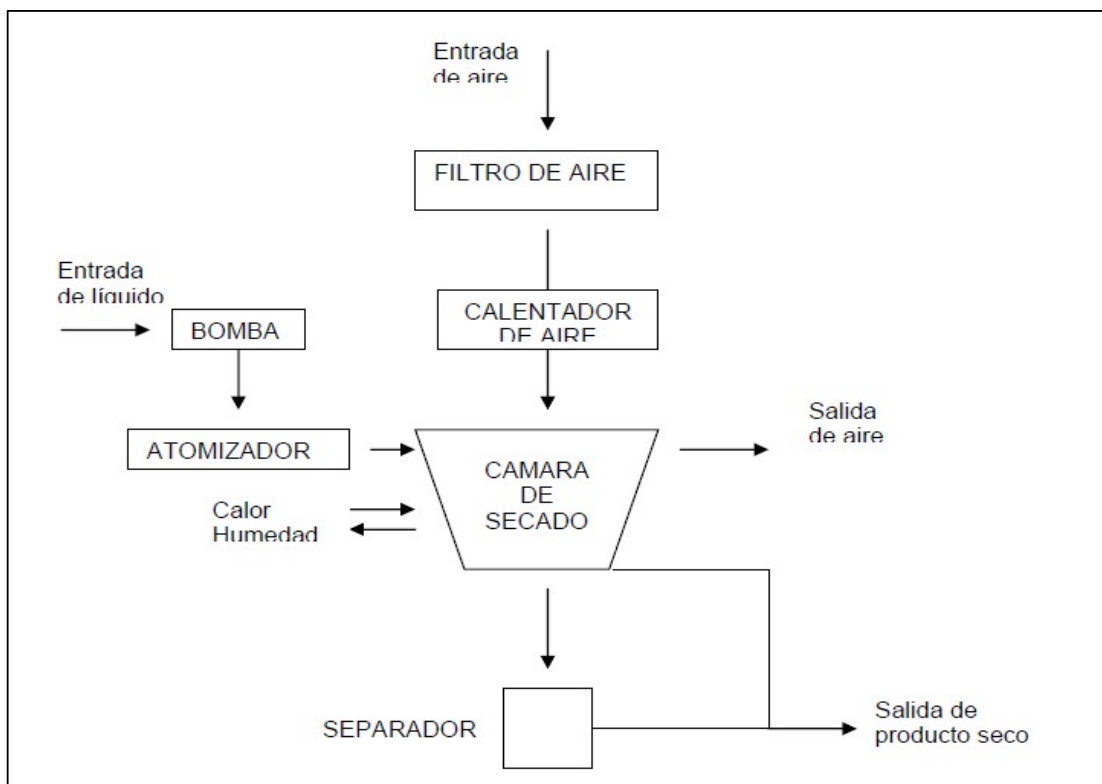
La proteína de albúmina de huevo en polvo, también conocida comercialmente como Clara Alto Gel®, es separada de la yema mecánicamente, se filtra y es producida a través de un proceso de *spray-drying* después de la eliminación de carbohidratos, para prevenir el oscurecimiento y perder la solubilidad por la reacción de Maillard, durante la pasteurización y almacenamiento. Es un producto en polvo de un color ligeramente amarillento, insípido y casi inodoro, producido con el fin de implementarlo en la elaboración de productos cárnicos, aprovechando las ventajas comparativas que posee respecto a la proteína cárnica y en ciertos aspectos respecto a la proteína concentrada y aislada de soya (Franco, 2007).

La rigidez de la albúmina de huevo empieza a los 71 °C y se incrementa a los 83°C; mientras que, la elasticidad se desarrolla entre 70 y 74 °C. La desnaturalización de la ovoalbúmina ocurre desde los 79 °C hasta los 84 °C. El incremento de temperatura y el período de calentamiento ayudan a mejorar la unión con las moléculas de agua e incrementa la

estructura de las cadenas de gel. La Clara Alto Gel® posee una capacidad de retención de agua de hasta 12 veces su peso, provocando la disminución del precio en su aplicación, por la reducción de la cantidad de proteína que es aplicada en cada parada de producción (Franco, 2007).

#### e. Proceso para la obtención de albúmina de huevo en polvo

La Clara Alto Gel® es un producto obtenido a partir de la albúmina líquida, generada de la rotura mecánica y a séptica de huevos de gallina frescos, sanos y limpios. Como primer paso es filtrada, desglucosada, pasteurizada y deshidratada según tecnología apropiada, generalmente por *spray-dry*, hasta finalmente obtener un producto en polvo. Contiene como mínimo 80 por ciento de proteína, con un pH neutro. La vida útil envasado de este producto es por un período mínimo de 12 meses (OVOSUR, 2006; citado por Franco, 2007). En la Figura 2 se ilustra el proceso.



**Figura 2: Proceso de obtención de proteína de albúmina de huevo en polvo.**

FUENTE: Franco (2007).

## 2.4 VIDA ÚTIL DE LOS ALIMENTOS

Los alimentos son naturalmente perecibles. Numerosos cambios ocurren en los alimentos durante el procesamiento y almacenaje. Se sabe que las condiciones usadas para el proceso y almacenamiento de alimentos pueden influir adversamente en los atributos de calidad de los alimentos. Durante el almacenaje, uno o más atributos de calidad pueden alcanzar un estado indeseable. En este instante, el alimento es considerado impropio para el consumo, es decir ha alcanzado el fin de su vida en anaquel (Man y Adria, 2000; citado por Dávila, 2008). El término “vida en anaquel” o “caducidad”, es por tanto, el tiempo en que el alimento puede ser conservado en determinadas condiciones de temperatura, humedad relativa, luz, etc. Sufriendo pequeñas, más bien alteraciones puntuales que son hasta cierto punto, consideradas aceptables por el fabricantes, por el consumidor y por la legislación alimentaria vigente (Costa, 2005; Freitas, Borges y Oh, 2001; Vitali y Quast, 1996; Nueva Zelanda, 2005, citado por Dávila, 2008).

Durante el almacenaje y distribución, los alimentos son expuestos frecuentemente a condiciones ambientales, como temperatura, humedad, oxígeno y luz. Estas condiciones pueden generar muchos mecanismos de reacciones que pueden tener conexión con la degradación de los alimentos. Como consecuencia a estos mecanismos, los alimentos pueden ser alterados a tal punto que podrían ser rechazados por el consumidor o podrían tornarse perjudiciales a las personas que lo consumen. La buena comprensión de las diferentes reacciones que causan el deterioro del alimento es prioridad antes de desarrollar procedimientos específicos para alargar el tiempo de vida del alimentos (Man y Adrian, 2000; citado por Dávila, 2008).

Para que el alimento mantenga la calidad, algunas características deben ser conservadas, tales como:

- Permanecer seguro para el consumo, con características químicas, físicas y microbiológicas aceptables para el consumo regular del producto.
- Mantener su apariencia, olor, sabor y textura.
- La información nutricional de la etiqueta se debe mantener.

Generalmente quien envasa y vende el producto es legalmente responsable por calcular cuánto tiempo este producto puede ser razonablemente mantenido sin grandes cambios en la calidad del producto. La etiqueta por lo tanto debe contener los datos del tiempo de vida (fecha de caducidad) y cuáles son las condiciones de almacenamiento para que este objetivo sea alcanzado.

Cada país posee su propia reglamentación, pero los datos más comunes e importantes son los siguientes:

- Venta: los productos deben ser llevados hasta su punto de venta con un periodo de tiempo, lo más distante posible del fin de su tiempo de vida para que pueda estar disponible si es necesario sin correr el riesgo de haber cambios considerables en su calidad
- Garantía de calidad: el producto debe poseer un nivel de calidad aceptable por el consumidor hasta su último día de tiempo de vida.
- Datos en el envase: el envase debe contener los datos necesarios para que el producto conserve sus características, como: condiciones de almacenamiento, fecha de fabricación, lote, validez, etc. (Freitas, Borges y Ho, 2001 citado por Dávila, 2008)
- Calcular este tiempo no es una tarea fácil, pues todos los alimentos se deterioran con el tiempo. Hay algunos factores, descritos abajo, que deben ser considerados para calcular cuando un alimento inicia su pérdida de calidad:
- Crecimiento microbiológico: el crecimiento de algunas bacterias, mohos y levaduras en alimentos puede conducir a un deterioro precoz, además de causar una intoxicación.
- Pérdida o ganancia de humedad: puede resultar en la pérdida de nutrientes, pardeamiento enzimático y rancidez. Además los alimentos secos pueden quedar vulnerables a las contaminaciones microbianas si adquieren humedad.
- Cambios químicos: pueden resultar en la pérdida de olor y sabor, cambios de color, pardeamiento enzimático y pérdida de nutrientes.
- Cambios inducidos por la luz: puede causar rancidez, pérdida de vitaminas y pérdida de los colores naturales.
- Cambios de temperatura: aumenta o disminuye la velocidad de otras formas de deterioro.
- Daños físicos: daños en alimentos empacados pueden volverlos vulnerables a los deterioros microbianos y no microbianos, daños como; agujeros en los envases plásticos, abolladuras en las latas, etc.

- Otros: deterioro por roedores e insectos, alteraciones de aromas y olores del alimento por estar almacenados muy cerca de productos con olor extremadamente fuerte; y productos adulterados (New Zeland, 2005 citado por Dávila, 2008).

Debido a la composición química y a las características biológicas, la carne es un excelente ambiente para el crecimiento microbiológico. Debido a esto, la proliferación microbiana, se convierte en el factor principal de deterioro de estos productos. La microbiota inicial varía de bacterias mesófilas a las psicrótrofas. Por lo tanto, las buenas prácticas de manufactura y cuidados especiales, se deben mantener durante todas las operaciones, incluyendo además, la utilización de métodos de conservación para inhibir o minimizar la multiplicación (Silva, 2009; citado por Dávila, 2008). La calidad microbiológica de los productos cárnicos procesados es la principal área de preocupación para los productores, consumidores y organismos de salud pública. Productos excesivamente contaminados con microorganismos son indeseables desde el punto de vista de la salud pública, envasado y estética general (Okolocha y Ellerbroeck, 2004; Silva, 1999 citado por Dávila, 2008).

En una planta procesadora, la calidad microbiológica de los productos procesados depende del nivel de contaminación inicial, número y tipo de microorganismo, eficiencia del método de procesamiento, control de temperatura, practicas higiénico-sanitaria de la planta procesadora (Okolocha y Eller, 2004; citado por Dávila, 2008).

Aliada a la contaminación microbiológica está la alteración sensorial. Ambas son un factor clave para la determinación del tiempo de vida de los productos alimenticios. Alimentos microbiológicamente estables tendrán su tiempo de vida definido por las propiedades sensoriales. Muchos alimentos, después de un tiempo de almacenamiento todavía pueden estar microbiológicamente seguros por no presentar contaminación patogénica, pero pueden ser rechazados debido a cambios en sus propiedades sensoriales, que algunas veces son causadas por microorganismos no patógenos, ósea microorganismos deteriorantes (Hough, Gómez y Curia, 2003 citado por Dávila, 2008).

#### **2.4.1 FACTORES QUE AFECTAN EL TIEMPO DE VIDA EN LOS ALIMENTOS**

La vida de un producto está básicamente determinada por los componentes del sistema, el proceso de elaboración, el método de empaçado, el tiempo y la humedad relativa durante el



transporte y almacenamiento en forma general, estos factores pueden ser categorizados en factores intrínsecos y extrínsecos (IFST, 1993; citado por Kilcast y Subramanian, 2000; Chau, 2003). Los factores intrínsecos están constituidos por las propiedades del producto final, como son:

- Actividad de agua (agua disponible).
- pH y acidez; tipo de ácido.
- Potencial redox.
- Oxígeno disponible.
- Nutrientes.
- Micro flora natural y recuento de microorganismos supervivientes.
- Bioquímica de la formulación del producto (enzimas, reactivos químicos, etc.)
- Uso de preservantes en la formulación del producto (sal)

Los factores intrínsecos se encuentran influenciados por variables como tipo y calidad de la materia prima, formulación del producto y su estructura.

Los factores extrínsecos son aquellos que el producto tiene que enfrentar durante la cadena de distribución del mismo, éstos incluyen los siguientes:

- Perfil tiempo-temperatura durante el procesamiento, presión del espacio de cabeza.
- Control de la temperatura durante el almacenamiento y distribución.
- Humedad relativa durante el procesamiento, almacenamiento y distribución.
- Exposición a la luz (UV e IR) durante el procesamiento, almacenamiento y distribución.
- Contaminación microbiana durante el procesamiento, almacenamiento y distribución.
- Composición de la atmosfera dentro del empaque.
- Tratamiento térmico subsecuente (es decir, recalentamiento o cocción del producto antes de que sea consumido).
- Manipulación del consumidor.

Estos factores operan comúnmente en forma conjunta e impredecible, por lo que debe investigarse la posibilidad de interacción entre ellos. Un tipo de interacción particular muy útil ocurre cuando los factores como, reducción de la temperatura, tratamiento térmico, acción antioxidante y empaque en atmosfera controlada, operan con la finalidad de inhibir

el crecimiento microbiano, en el “efecto de barrera”. Esta forma de interacción de los factores, los cuales, de forma individual, no podrían prevenir el crecimiento microbiano, en combinación, permiten a los productores usar técnicas de procesamiento as moderadas de tal manera que permitan una mayor retención de las propiedades sensoriales y nutricionales (Kilcast y Subramanian, 2000; citados por Chau, 2003).

#### **2.4.2 DETERIORO DE LOS ALIMENTOS**

La mayor causa de deterioro de los alimentos corresponde a microorganismos contaminantes. Se conoce más de 200 enfermedades transmitidas por alimentos (ETA), los cuales producen cinco mil muertes anuales. Sin embargo los microorganismos no son los únicos causantes del deterioro, pues existe el ataque de insectos, cucarachas, gorgojos, polillas, moscas, hormigas, etcétera.

Además está el ataque de otros animales, especialmente roedores. Asimismo existe la acción de enzimas propias de las células de los alimentos vegetales y animales, hidrólisis, decarboxilación, desaminación; transaminación, que pueden malograrlos. Por otro lado existe el pardeamiento no enzimático, proceso bioquímico frecuente, provocado para bien, pero que, en medida exagerada, oscurece y maltrata al alimento. A la vez el pardeamiento enzimático, por ingreso del oxígeno a compuestos fenólicos presentes en algunos alimentos, generan oscurecimiento enzimático. También es perjudicial el enranciamiento por reacciones de oxidación, en los enlaces dobles de las grasas poliinsaturadas (Alvarado-Ortiz, C.; Blanco, T, 2008).

#### **2.5 CRITERIOS DE CALIDAD EN EL PRODUCTO FINAL CÁRNICO RESPECTO A SUS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS**

Según Baldarrago (2001), los criterios de calidad, respecto a características microbiológicas del producto cárnico, se miden en todo el proceso productivo. Los factores que influyen en la inocuidad de un producto final son:

- Las condiciones sanitarias del establecimiento.
- La calidad microbiológica de la materia prima.
- La calidad microbiológica de los insumos.

- El cumplimiento de las normas de Buenas Prácticas de Manufactura por el personal.

Asimismo, la calidad de un producto final se mide en función al cumplimiento de las especificaciones establecidas ya sea por el productor o cliente. Las cuales se evalúan según las siguientes características organolépticas:

- Sabor
- Color
- Olor
- Textura

Para controlar el sabor característico de un producto cárnico, se debe inspeccionar y verificar (según plan de muestreo) los insumos y materias primas utilizadas, así como la dosimetría (pesado) de insumos durante el proceso, para este último se debe establecer un sistema efectivo de control, de pesos por el área de producción y/o control de calidad. Así mismo el cumplimiento de parámetros de proceso respecto a la temperatura ( $T^{\circ}$ ), tiempos y procedimientos deben ser verificados para obtener un producto final de óptima calidad.

## **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN**

La ejecución del presente trabajo de investigación se llevó a cabo en las siguientes instalaciones de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina:

- Laboratorio de Análisis Físico-Químico de Alimentos.
- Laboratorio de Investigación.
- Laboratorio de Instrumentación.
- Laboratorio de Ingeniería de Alimentos.
- Laboratorio de Microbiología de Alimentos.

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

#### **3.2.1 MATERIA PRIMA**

- Piernas provenientes de cerdos criollos de aproximadamente 4 meses de edad (gorrinos).
- Grasa dorsal de cerdos criollos de aproximadamente 4 meses de edad (gorrinos).

#### **3.2.2 INSUMOS**

- Fosfato de sodio (Nutrifos® producido por Montana S.A.)
- Sal común
- Sal de cura al 25 por ciento de nitritos (Curasal® producido por Montana S.A.)
- Eritorbato de sodio
- Agua (hielo)
- Azúcar
- Almidón de maíz

- Pimienta negra
- Cebolla en polvo
- Nuez moscada
- Humo líquido
- Albúmina de huevo deshidratada (Clara Deshidratada Pasteurizada Alto Gel producido por Ovoproductos del Sur S.A.C.)
- Aislado Proteico de Soya (SSPRO-90D® Dispersion type producido por Linyi Shansong Biological Products CO., LTD.)

### 3.2.3 FORMULACIÓN

	<b>ALB 1%</b>	<b>ALB 2%</b>	<b>SOY 2%</b>
- Carne de cerdo	60.44%	59.83%	59.83%
- Agua - hielo	17.38%	17.20%	17.20%
- Grasa dorsal	15.11%	14.96%	14.96%
- Almidón de maíz	2.27%	2.24%	2.24%
- Albúmina de huevo deshidratada	1.00%	2.00%	-
- Aislado proteico de soya	-	-	2.00%
- Sal	2.27%	2.24%	2.24%
- Sal de cura	0.09%	0.09%	0.09%
- Azúcar	0.23%	0.22%	0.22%
- Fosfato de sodio	0.45%	0.45%	0.45%
- Eritorbato de sodio	0.28%	0.28%	0.28%
- Pimienta	0.11%	0.11%	0.11%
- Nuez moscada	0.11%	0.11%	0.11%
- Cebolla en polvo	0.15%	0.15%	0.15%
- Humo líquido	0.11%	0.11%	0.11%

### 3.3 MATERIALES Y EQUIPOS

#### 3.3.1 MATERIALES

- Licuadora
- Cuchillos

- Tabla de picar
- Ollas de acero inoxidable
- Material de vidrio en general
- Papel Filtro Whatman N°1
- Papel *tissue*
- Termómetro
- Tubos cilíndricos de plásticos
- Vasos de precipitado
- Pabilo de colores

### **3.3.2 EQUIPOS**

- Analizador de Textura QTS 25 (Brookfield® CNS Farnell, Middelboro, MA, USA)
- Balanza analítica Sartorius, modelo B120S
- Balanzas de precisión: Ohaus Adventurer, Sartorius modelo ELT 100, Mettler Toledo
- Balanza de precisión digital.
- Baño María a 80°C
- Cámara de refrigeración
- Cocina eléctrica
- Colorímetro Minolta CR-400®.
- Computadora *Pentium IV*
- Cronómetro, marca CASIO
- Potenciómetro marca Schott Gerate
- Licuadora
- Potenciómetro marca Schott Gerate, N° 64029096. Alemania.
- Termómetro
- Moledora de carne
- Cutter
- Embutidora manual
- Termómetro digital
- Computadora portátil

### 3.4 MÉTODOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN

#### 3.4.1 ANÁLISIS PROXIMAL

Se realizó el análisis proximal a la materia prima. Los métodos empleados fueron los siguientes:

- **Contenido de Proteína:**

Se realizó según el método recomendado por la AOAC 992.15 (2007). La muestra fue digerida con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, empleando CUSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O como catalizador y K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> para elevar el punto de ebullición, para liberar el nitrógeno a partir de la proteína y retener nitrógeno como sal de amonio. Se agregó NH<sub>3</sub>, el cual fue destilado, recogido en solución de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> y titulado. Finalmente, el contenido de proteína se calculó como Nitrógeno x 6,25.

$$\% \text{ Proteína bruta} = \% \text{ Nitrógeno} \times 6,25$$

- **Contenido de Grasa Total:**

Se determinó la grasa libre por el método recomendado por la AOAC 991.36 (2007) por extracción directa en el equipo Soxhlet con éter de petróleo de la muestra anhidra durante seis horas y después se desecó el residuo en una estufa a 100°C durante 30 minutos, se enfrió y se pesó.

$$\% \text{ Grasa bruta} = \frac{\text{Peso (g) de la grasa de la muestra deshidratada}}{\text{Peso (g) de muestra deshidratada}} \times 100$$

- **Cenizas:**

Se realizó por el método recomendado por la AOAC 920.153 (2007). Este método se basó en la determinación del peso de los residuos que quedan después de calcinar la muestra a 550°C durante seis horas en una cápsula de porcelana. Se calculó el residuo de incineración por diferencia de peso.

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{\text{Peso (g) de la ceniza del alimento}}{\text{Peso (g) de muestra}} \times 100$$

- **Humedad de la carne:**

Se realizó por el método recomendado por la Norma ISO 1442 (1973); citado por Salvá (2009). Se tomaron unas cápsulas de acero inoxidable y se dejaron una hora a 100°C, luego se pesaron aproximadamente 15 g de arena de mar de grano fino en cada cápsula, colocando a continuación en su interior una varilla de vidrio. El conjunto (cápsula, arena y varilla) se introdujo en una estufa, donde se desecó durante 30 min a 102 ± 2°C, trasladándose seguidamente a un desecador donde se dejó enfriar hasta temperatura ambiente, pesándolo a continuación con ±0,01 g de precisión. Posteriormente se colocaron en la cápsula aproximadamente 5 g de carne de porcino y se pesó nuevamente, se añadieron 5 ml de alcohol etílico al 96 por ciento, se mezcló la muestra con la arena con la ayuda de la varilla de vidrio. Las cápsulas se colocaron en baño de arena caliente hasta la evaporación del alcohol, agitando periódicamente para prevenir la formación de costras y de proyecciones. Finalmente se sometió el conjunto a desecación a 102 ± 2°C durante 4 h. Transcurrido este tiempo, se procedió al enfriamiento en el desecador y el conjunto se pesó.

El contenido en agua se calculó por diferencia de pesada antes y después del tratamiento. La humedad se expresó como porcentaje en peso y se calculó según la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{P_1 - P_2}{P_1 - P_0} \times 100$$

P<sub>0</sub> = Peso, en gramos, de la cápsula, varilla y arena.

P<sub>1</sub> = Peso, en gramos, de la cápsula, varilla, arena y muestra, antes de desecar.

P<sub>2</sub> = Peso, en gramos, de la cápsula, varilla, arena y muestra, después de desecar.



### **3.4.2 ANÁLISIS DE PROPIEDADES TECNOLÓGICAS**

#### **pH**

Se realizó la medición de pH según la metodología dada por la Norma Técnica Peruana NTP-ISO 2917 (1998). Se pesó 10 g de muestra y se añadió 100 ml de agua destilada, se licuó y se filtró. En el filtrado se midió el pH.

#### **Evaluación del color**

Se evaluó el color por el método recomendado por Pietrasik (2003). El color de las salchichas fue medido usando el colorímetro Minolta CR 400 (Konica Minolta, 2004) y expresado como L\*(luminosidad), a\*(tendencia al rojo), b\*(tendencia al amarillo). Se tomó un valor promedio de la medida del color en 3 diferentes puntos de las salchichas.

#### **Análisis de dureza**

Se midió la dureza de las salchichas con el texturómetro QTS 25 (Brookfield® CNS Farnell, Middelboro, MA, USA), recomendado por Bourne (1978) citado por Yang (2006). Las salchichas pre-cocinadas todas a una misma temperatura, se dejaron enfriar en el ambiente durante 30 minutos, luego se cortaron (2,0 cm de espesor y 2,5 cm de diámetro) y fueron comprimidas dos veces hasta el 70 por ciento de su altura original a una velocidad constante de 100mm/min.

#### **Análisis de actividad de agua**

Se midió la actividad de agua mediante el equipo Aqua Lab Water Activity Meter-Decagon Devices Inc. (se utilizó el reactivo: Solución Standard de  $A_w 0,760 \pm 0,003$  (NaCl 6,0 M en H<sub>2</sub>O)).

En una cubeta de plástico especial del equipo de medida se depositó aproximadamente 2 g de la muestra de salchicha Frankfurt previamente molida y se procedió a realizar tres mediciones calculando posteriormente el valor medio entre ambas medidas. Las medidas se efectuarán a temperatura ambiente (~ 20°C).

## **Análisis microbiológicos**

Recuento de bacterias aerobias mesófilas viables (BAMV). Según el método de análisis de productos cárnicos que cita la NTP-ISO 2293 (1998) de INDECOPI, titulada "Carne y Productos Cárnicos. Enumeración de Microorganismos. Técnica del Conteo de Colonias a 30°C. Método de Referencia".

Detección de *Salmonella*. Según el método de análisis de productos cárnicos que cita la NTP-201.036 (1998) de INDECOPI, titulada "Carne y Productos Cárnicos. Detección de *Salmonella*. Método de Referencia".

Recuento de Coliformes totales. Según el método de análisis de productos cárnicos que cita la NTP- 201.047 (1998) de INDECOPI, titulada "Carne y Productos Cárnicos. Método del número más probable (NMP) para Coliformes fecales y *Escherichia coli*".

## **Pérdida de peso por exudación**

Se realizó el pesado de las muestras para poder evaluar el porcentaje de pérdida por exudación durante los días de almacenamiento.

## **3.5 METODOLOGIA EXPERIMENTAL**

### **3.5.1 DISEÑO EXPERIMENTAL**

En la Figura 3 se detalla todas las etapas de la investigación, desde la caracterización de materia prima e insumos hasta la obtención y evaluación de las salchichas tipo Frankfurt que en su formulación contienen albúmina de huevo como proteína no cárnica.

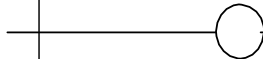
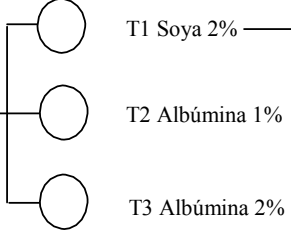
		(a)CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA E INSUMOS	(b)ELABORACIÓN DE SALCHICHAS TIPO FRANKFURT	(c)ALMACENAMIENTO Y EVALUACIÓN DE LAS MUESTRAS
TRATAMIENTO	Materia Prima + Insumos		 <p>T1 Soya 2%</p> <p>T2 Albúmina 1%</p> <p>T3 Albúmina 2%</p>	<p>Día 1</p> <p>Día 6</p> <p>Día 12</p> <p>Día 18</p> <p>Día 24</p>
ANÁLISIS		<p>Análisis Proximal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Humedad</li> <li>- Proteína</li> <li>- Grasa</li> <li>- Ceniza</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- pH</li> <li>- Actividad de agua</li> <li>- Parámetros de Color (L*, a*, b*)</li> <li>- Dureza</li> <li>- Análisis microbiológicos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bacterias aerobias mesófilas viables</li> <li>• Coliformes totales</li> <li>• <i>Salmonella</i></li> </ul> </li> <li>- Pérdida de peso por exudación</li> </ul>
PARÁMETRO			<p>Escaldado:</p> <p>Ti= 72°C</p>	<p>Tiempo = 24 días</p> <p>T° de almacenamiento = 4°C</p>

Figura 3: Diseño Experimental.

## **(a) CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA E INSUMOS**

En la primera etapa, se realizó la caracterización de materia prima e insumos (Análisis proximal: contenido de proteína, contenido de grasa, contenido de cenizas y humedad) según los métodos oficiales de la A.O.A.C. (2007).

## **(b) ELABORACIÓN DE SALCHICHA TIPO FRANKFURT**

En la segunda etapa, se elaboró los 3 tratamientos de salchicha tipo Frankfurt con la inclusión de albúmina de huevo en porcentajes de: 1 y 2 por ciento, además de una formulación con 2 por ciento de proteína de soya como proteína no cárnica.

El flujo de operaciones para la elaboración del producto antes mencionado se muestra en la Figura 4 y el detalle de cada una de éstas se describe a continuación:

- Cortado: La carne se seleccionó, se cortó en trozos de aproximadamente 1 pulgada de arista, manualmente con ayuda de cuchillos de acero inoxidable.
- Curado: Los trozos de carne fueron curados al seco, con: 20g de sal/kg de carne y 4 g de azúcar/kg de carne. La sal de cura se calculó en función al límite máximo permitido de nitritos que es 200ppm, al por ciento de nitritos que contiene la sal de cura y al rendimiento teórico del producto final. Luego se dejó en refrigeración (3°C) durante aproximadamente 24 horas.
- Molido: La carne previamente curada y la grasa, en forma separada, pasaron por una moladora de carne, atravesando un disco de 3mm de diámetro, con la finalidad de reducir su tamaño y facilitar la siguiente operación.
- Emulsificado: se colocó en el cutter la carne y se encendió el equipo para agregar los demás componentes de la formulación en el siguiente orden: después de la carne (previamente curada con sal, sal de cura y azúcar), polifosfatos, eritorbato de sodio albúmina de huevo (hidratada) o aislado proteico de soya (según sea el caso), la mitad del hielo, grasa, almidón de maíz, leche en polvo, la otra mitad del hielo y finalmente los condimentos, el colorante y humo líquido.
- Embutido: la masa lista se colocó en la embutidora tratando de no introducir aire. Se acondicionaron las tripas para su adecuado uso y se procedió al embutido porcionando

en tamaños aproximados de 12 cm y colocando pabilo de colores para poder identificar las muestras.

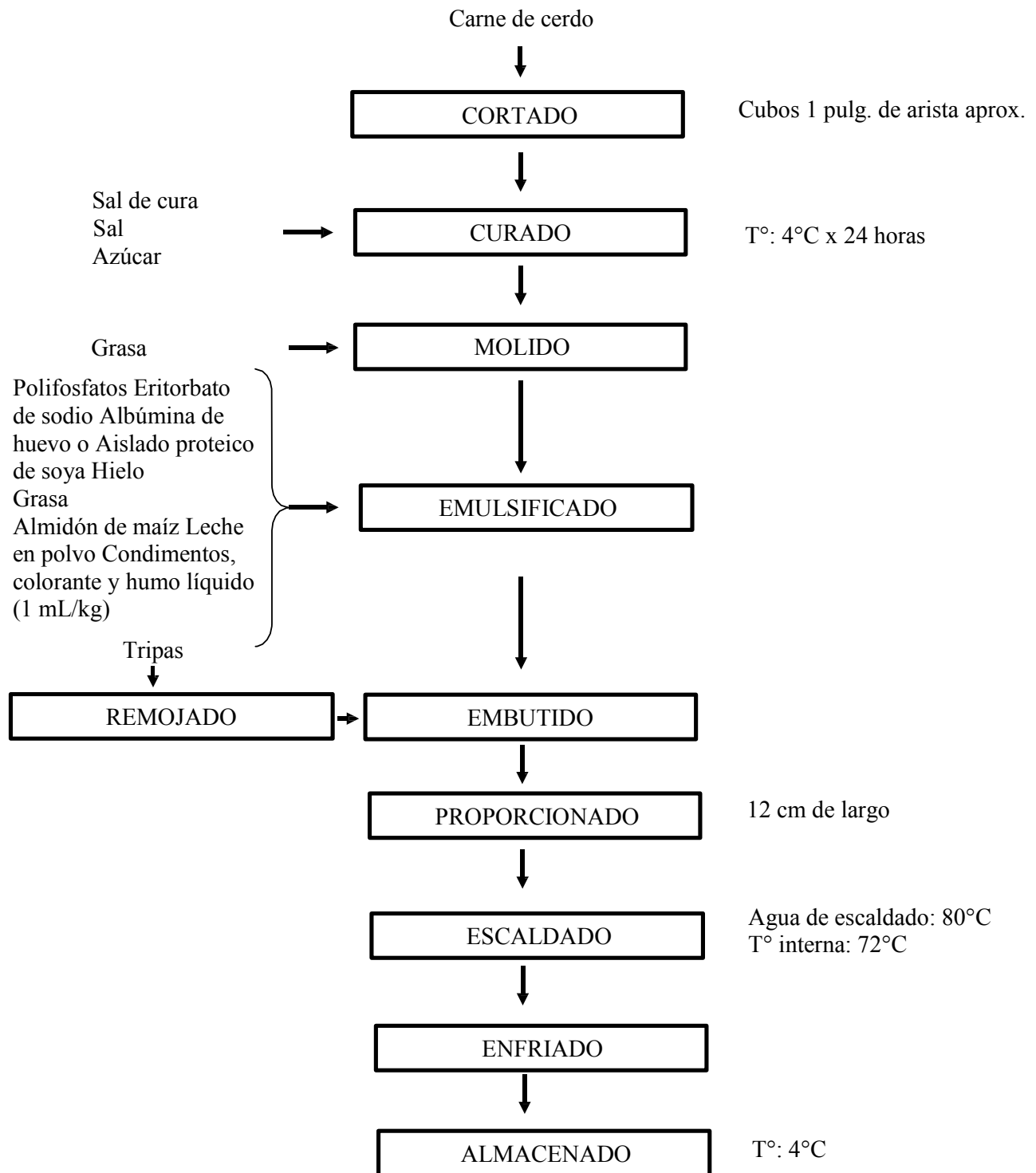
- Escaldado: se realizó en agua a 80°C, hasta que la temperatura interna de las salchichas alcanzó los 72°C, controlando con termómetro de aguja digital.
- Enfriado: el producto se colocó en agua helada y se escurrió antes de su almacenamiento.
- Conservación: las salchichas se conservaron bajo refrigeración (4°C) durante su evaluación.

### **(c) ALMACENAMIENTO Y EVALUACIÓN DE LAS MUESTRAS**

En la tercera etapa, se realizó el almacenamiento y evaluación de las muestras de salchicha tipo Frankfurt elaboradas con 2 por ciento de aislado proteico de soya (patrón) y albúmina de huevo con 1 y 2 por ciento de participación.

El almacenamiento se realizó bajo condiciones de refrigeración a una temperatura de 4°C por un periodo de 24 días.

Los días 1, 6, 12, 18, y 24 se evaluó: el pH, análisis de actividad de agua, análisis de color, análisis de dureza, pérdida de peso por exudación, y análisis microbiológicos (Bacterias aerobias mesófilas viables, Coliformes totales y *Salmonella*) a las muestras de salchicha tipo Frankfurt almacenadas a 4°C.



**Figura 4: Flujo de elaboración de Salchicha tipo Frankfurt.**

### **3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se utilizó un Análisis de Varianza (ANOVA). Posteriormente, se empleó la Prueba de Tukey como prueba de comparación de medias para determinar la diferencia entre tratamientos. En ambos casos se utilizó un nivel de significancia del 95 por ciento ( $\alpha = 0.05$ ).

La ejecución del análisis estadístico se realizó con el programa informático MINITAB 16 para Windows.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 CARACTERIZACIÓN DE MATERIA PRIMA (ANÁLISIS PROXIMAL)

#### 4.1.1 PIERNA DE CERDO

Los resultados obtenidos en el análisis proximal de la carne magra de pierna de cerdo se reportan en el Cuadro 6. Como se puede observar los valores obtenidos son similares a los reportados por Salvá (2000), quien indica que la pierna de cerdo contiene en promedio 71.74 por ciento de humedad, 19.94 por ciento de proteína, 7.43 por ciento de grasa y 1.13 por ciento de ceniza y a los reportados por Elías (2002), quien encontró en la carne magra de cerdo en promedio 72 por ciento de humedad, 18.8 por ciento de proteína, 7 por ciento de grasa y 2.2 por ciento de ceniza.

**Cuadro 6: Composición química proximal de la pierna de cerdo.**

	Base húmeda		
	Promedio	±	SD
Humedad	73.92	±	0.21
Proteína cruda	17.62	±	0.37
Grasa cruda	7.34	±	0.14
Ceniza	1.12	±	0.01

#### 4.1.2 AISLADO PROTEICO DE SOYA

La composición química proximal del concentrado funcional de soya (Isolate Soy Protein SSPRO-90D LINYI®) se muestra en el Cuadro 7. En esta composición predominan las proteínas con un 90 por ciento. Respecto a esto Cheftel (1989) indica que las globulinas representan por sí solas más del 70 por ciento de las proteínas del grano de soya.



**Cuadro 7: Composición química proximal del aislado proteico de soya.**

	Base húmeda			Base seca		
	Promedio	±	SD	Promedio	±	SD
Humedad	6.0	±	1.5	-	±	-
Proteína cruda	90.0	±	1.0	95.74	±	1.06
Grasa cruda	0.8	±	0.03	0.85	±	0.03
Ceniza	3.19	±	0.02	3.39	±	0.02
Carbohidratos	0.01	±	-	0.02	±	-

**4.1.3 CLARA ALTO GEL**

Para el caso de la Clara Alto Gel® (Clara deshidratada pasteurizada) la composición química proximal es presentada en el Cuadro 8. Como se puede observar predomina su elevado contenido proteico (87.09 por ciento). Este alto valor, se debe a que el albumen contiene numerosas proteínas globulares, tales como ovoalbúmina, la conalbúmina, el ovomucoide, entre otras (Cheftel, 1989).

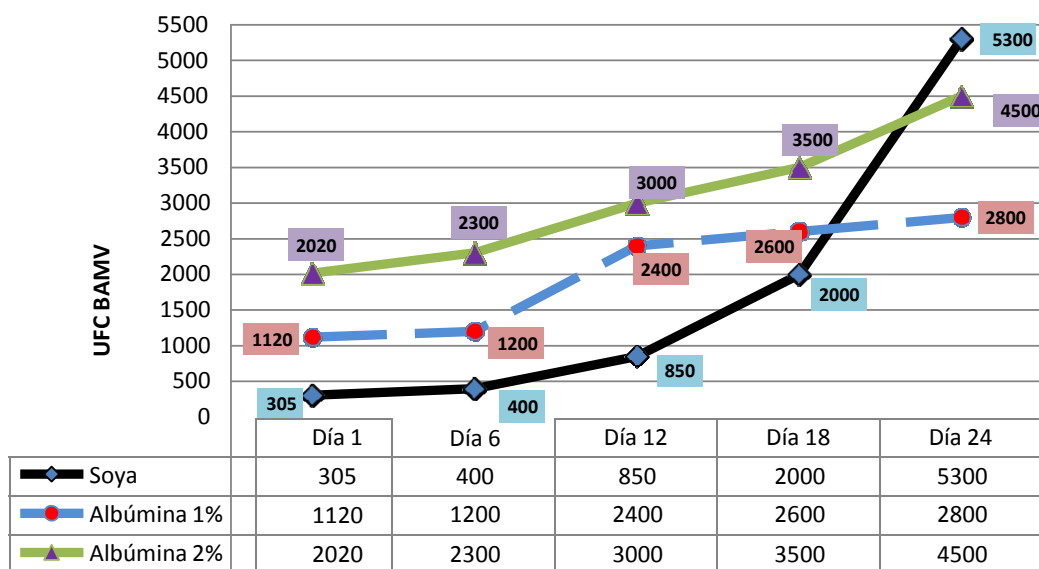
**Cuadro 8: Composición química proximal de la Clara Alto Gel®.**

	Base húmeda			Base seca		
	Promedio	±	SD	Promedio	±	SD
Humedad	6.5	±	2.0	-	±	-
Proteína cruda	87.09	±	2.5	93.14	±	2.67
Grasa cruda	0.99	±	0.05	1.06	±	0.05
Ceniza	5.40	±	0.05	5.78	±	0.05
Carbohidratos	0.02	±	-	0.02	±	-

## 4.2 EFECTO DE LOS INGREDIENTES SOBRE LAS PROPIEDADES TECNOLÓGICAS DE LAS SALCHICHAS TIPO FRANKFURT

### 4.2.1 pH

En la Figura 5 se muestra la evolución del pH durante el tiempo de almacenamiento de las salchichas tipo Frankfurt elaboradas con: 2 por ciento de proteína de soya, 1 por ciento de albúmina de huevo y 2 por ciento de albúmina de huevo.



**Figura 5: Variación del pH en Salchichas tipo Frankfurt durante su almacenamiento a 4°C**

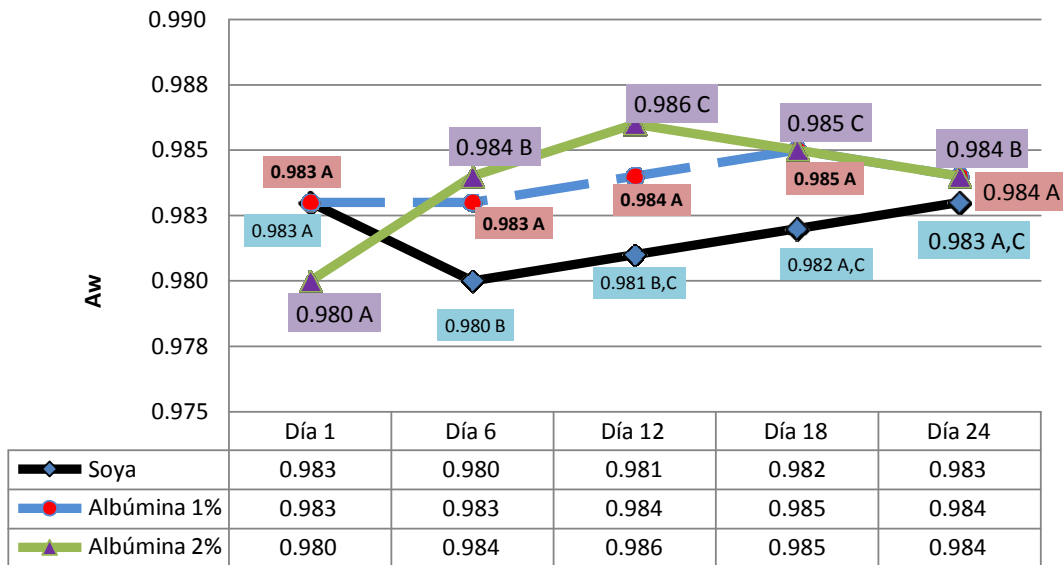
Como se puede apreciar en la Figura 5, se observó un descenso del pH al transcurrir los días de almacenamiento en refrigeración y se determinó que existe un efecto significativo ( $p < 0.05$ ) del tiempo sobre este parámetro. Posteriormente se condujo la prueba de Tukey para determinar el grupo de datos que difieren, encontrándose que la diferencia de medias fue entre el día 6 y el día 12 de evaluación para los 3 casos. De acuerdo con Borch *et al.* (1996) y Metaxopoulos *et al.* (2002) citados por Dávila (2008) la producción de ácido láctico o acético producido por las bacterias lácticas justifica la caída en el valor de pH observado en las muestras en el transcurrir del tiempo de almacenamiento.

De acuerdo a Martins *et al.* (2011), citado por Da Silva (2012), el descenso del valor de pH ocurre en razón al mayor crecimiento microbiano, debido a la exposición al oxígeno, que promueve mejores condiciones de crecimiento a los microorganismos. Otro factor de influencia es el desarrollo de las bacterias ácido lácticas.

Cecchi (2003) citado por Da Silva (2012) menciona que la acidez es deseable en los alimentos, pues no permite el crecimiento de microorganismos patógenos indeseables, actúa sobre el color, sabor y sobre la calidad de los alimentos, sin embargo si el alimento no es mantenido a las temperaturas ideales de almacenamiento, el crecimiento elevado de bacterias lácticas causará deterioro, dejando de ser un aspecto deseable en el alimento.

Otras alteraciones que pueden ser observadas en productos cárnicos procesados, principalmente en salchichas, además de la acidificación medida a través del pH, pueden ser evidenciadas la viscosidad y presencia de manchas verdosas en la superficie.

#### 4.2.2 ACTIVIDAD DE AGUA ( $A_w$ )



**Figura 6: Variación de la  $A_w$  en Salchichas tipo Frankfurt durante su almacenamiento a 4 °C.**

En la Figura 6 se muestra la evolución de la  $A_w$  durante el tiempo de almacenamiento de las salchichas tipo Frankfurt elaboradas con: 2 por ciento de proteína de soya, 1 por ciento de albúmina de huevo y 2 por ciento de albúmina de huevo.

Como se puede apreciar en la Figura 6, se halló valores oscilantes de  $A_w$  al transcurrir los días de almacenamiento en refrigeración y se determinó que existe un efecto significativo ( $p < 0.05$ ) del tiempo sobre este parámetro.

Las muestras analizadas dieron valores de  $A_w$  entre 0.980 y 0.985 y son considerados altos, esto se puede deber a la incorporación de polifosfatos y agentes que promueven la retención de agua, que dan como resultado un producto con mayor succulencia y suavidad. Según Ferraccioli (2012) citado por Da Silva (2012) la mayoría de los microorganismos se desarrollan rápidamente a niveles de  $A_w$  entre 0.98 a 0.99, y las condiciones ideales para el crecimiento del *Clostridium botulinum* está en torno a una  $A_w$  de 0.95 a 0.97. El valor obtenido de  $A_w$  afecta principalmente a los microorganismos patógenos, los cuales son más sensibles a la cantidad de agua disponible que conjuntamente con la temperatura inhiben el crecimiento de los mismos y por consiguiente la producción de toxinas. Sin embargo, deja la oportunidad de crecimiento de bacterias que en su mayoría son deterioradoras.

La alta  $A_w$  de las salchichas deriva de su composición; donde los insumos contribuyen a obtener un producto con mayor jugosidad y terneza. (Martins, 2006 citado por Da Silva, 2012). Además en productos de salchichería, los almidones, féculas y otros agentes ligantes actúan como sustancias de hinchamiento, ya que su utilización reduce el costo de fabricación, ayuda en la retención de agua del producto, consecuentemente disminuye la concentración cárnica del producto y aumenta su actividad de agua. (Daguer, 2011 citado por Da Silva, 2012).

#### **4.2.3 PARÁMETROS DE COLOR**

Según Franco (2007), las pérdidas de color o tonalidades pardas, que generalmente se da en la superficie de los productos embutidos, debido a la transformación del pigmento mioglobina como consecuencia de la pérdida de agua por las moléculas de mioglobina. Esta pérdida de agua es como consecuencia de una falla en la capacidad de retención de agua comúnmente relacionada con un mal manejo de las condiciones de almacenamiento de los

productos. Así mismo, Andújar (2000) menciona que este defecto ocurre frecuentemente por las condiciones de almacenamiento, cuando los productos se almacenan a baja humedad relativa y a una temperatura de almacenamiento más alta de la que se requiere.

Otro problema que también se presenta en los embutidos es la decoloración de la superficie cuando se expone a la luz, constituye uno de los problemas más graves de la retención del color de los productos cárnicos porque cataliza la oxidación de los pigmentos y puede acelerar la decoloración. La luz y el oxígeno interactúan y causan decoloración en la superficie de los productos. Sin embargo está claro que una protección completa a la luz no es compatible con el mercado de estos productos. Otro factor que puede causar cambio en la coloración de los productos cárnicos son las bacterias. El enverdecimiento bacteriano superficial de los productos cárnicos se produce cuando estos están contaminados y se mantienen en un ambiente donde la humedad relativa y la temperatura son elevadas. Estas condiciones de almacenamiento producen el crecimiento masivo de microorganismos que dan lugar al cambio de coloración, acompañada por la presencia de limo superficial que se favorece a la temperatura de refrigeración. Este problema es consecuencia directa de las malas prácticas higiénicas y de las incorrectas condiciones de almacenamiento de los productos terminados (Andújar, 2000).

#### **a. Luminosidad ( $L^*$ )**

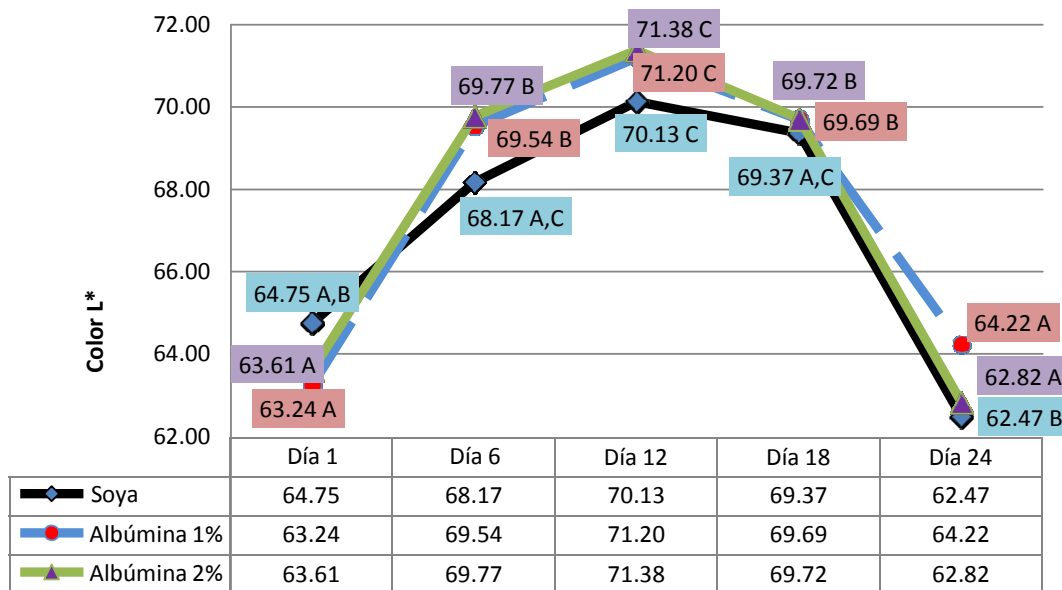
En la Figura 7 se muestra la evolución de parámetro de color  $L^*$  (luminosidad) durante el tiempo de almacenamiento de las salchichas tipo Frankfurt elaboradas con: 2 por ciento de proteína de soya, 1 por ciento de albúmina de huevo y 2 por ciento de albúmina de huevo. Como se puede apreciar en la Figura 7, al transcurrir los días de almacenamiento en refrigeración se hallaron valores de Luminosidad ( $L^*$ ) crecientes hasta el día 12 y posteriormente valores decrecientes hasta el día 24. Se determinó que existe un efecto significativo ( $p < 0.05$ ) del tiempo sobre este parámetro.

La disminución del valor  $L^*$  durante el almacenamiento es un indicativo de oscurecimiento del producto, la salchicha pierde luminosidad y se opaca. En el caso de las salchichas con 2 por ciento de proteína de soya y 2 por ciento de proteína de albúmina de huevo se observa una disminución del valor  $L^*$  al final de la evaluación respecto al valor inicial. Al respecto, Núñez (2000) citado por Villarroel (2006), señala que la pérdida de claridad en los embutidos

se debe a la presencia de reacciones bioquímicas causadas por varios microorganismos, afectando directamente a los nitritos formados.

Para la salchicha con 1 por ciento de proteína de albúmina de huevo el valor de L\* incrementa respecto al valor inicial, es decir a una concentración de 1 por ciento la albúmina de huevo tiene un efecto positivo sobre la luminosidad de las salchichas. Según Pérez y Andújar (2000) citados por Villarroel (2006), encontraron que la luminosidad incrementa en los productos embutidos, debido a la presencia de ácidos provenientes de la respiración anaeróbica de los microorganismos.

En los productos cárnicos, la claridad o luminosidad (L\*) está relacionada con el agua libre en superficie, contenido de grasa y disponibilidad de esta en superficie, contenido en tejido conjuntivo y contenido y tipo de hemopigmentos, principalmente de nitrosopigmentos. El comportamiento depende de si existen o no pérdidas de agua libre en la superficie, así cuando no hay pérdidas de agua libre y no existe un crecimiento importante de microbiota bacteriana, los valores de L\* disminuyen. Dicha disminución se atribuye entonces a los cambios en los estados de oxidación de la mioglobina (Amensour, 2010).



**Figura 7: Variación de la Luminosidad (L\*) en Salchichas tipo Frankfurt durante su almacenamiento a 4 °C.**

## **b. Posición entre rojo y verde (a\*)**

En la Figura 8 se muestra la evolución de parámetro de color a\* (posición entre rojo y verde) durante el tiempo de almacenamiento de las salchichas tipo Frankfurt elaboradas con: 2 por ciento de proteína de soya, 1 por ciento de albúmina de huevo y 2 por ciento de albúmina de huevo.

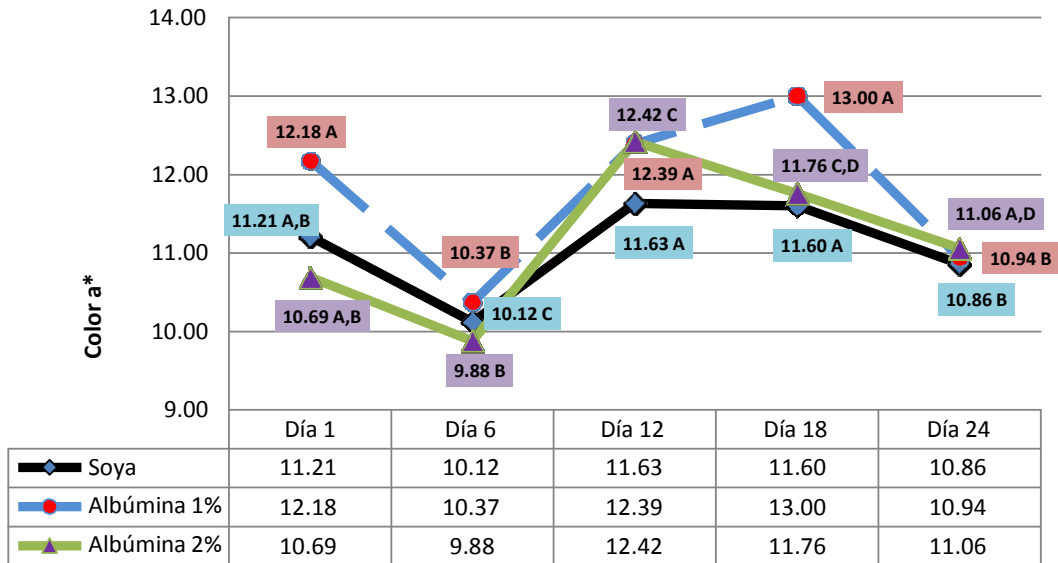
Como se puede apreciar en la Figura 8, se halló valores oscilantes del parámetro de color a\* al transcurrir los días de almacenamiento en refrigeración. Se determinó que existe un efecto significativo ( $p < 0.05$ ) del tiempo sobre este parámetro.

En productos curados, la presencia de sales curantes y nitrificantes, determinan un color característico rosa sobre las muestras, pudiendo ser determinado por el valor a\*, las muestras de salchicha elaborada con: 2 por ciento de proteína de soya y 1 por ciento de albúmina de huevo presentaron una disminución en el valor a\* al final de su tiempo de vida, según Pérez y Andújar citados por Villarroel (2006), esto se da posiblemente a consecuencia del incremento microbiano (formación de peróxidos), reacciones de oxidación y exceso de nitritos, originando un enverdecimiento en el embutido.

Las únicas muestras que no tuvieron un descenso en el valor a\* fueron las muestras elaboradas con 2 por ciento de albúmina de huevo, según Licardie (2012) esto sucede cuando se tienen condiciones efectivas de almacenamiento donde el producto no tiene exposición a la luz ni al oxígeno; variables que afectan la estabilidad del color en un producto cárnico. Asimismo, Sabillón (2008) citado por Licardie (2012), reporta que la iluminación en un producto cárnico produce descensos en el valor a\*, en cambio la oscuridad conduce a tener descensos menos pronunciados y más estables. Además de ello la estabilidad del pigmento depende del tiempo de secado y condiciones del empaque.

Sin embargo, 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) (Amenour, 2010); ya que los tratamientos fueron elaborados con la misma tecnología, almacenados en las mismas condiciones y su composición solo varió en la fuente de proteína no cárnica se puede afirmar que las muestras elaboradas con albúmina de huevo (1 por ciento

y 2 por ciento), muestran mejores resultados en cuanto al parámetro  $a^*$ , lo cual nos permite afirmar que el uso de albúmina de huevo tiene un efecto positivo en cuanto al mantenimiento del color rosa, característico de las salchichas.



**Figura 8: Variación de la posición entre rojo y verde ( $a^*$ ) en Salchichas tipo Frankfurt durante su almacenamiento a 4 °C.**

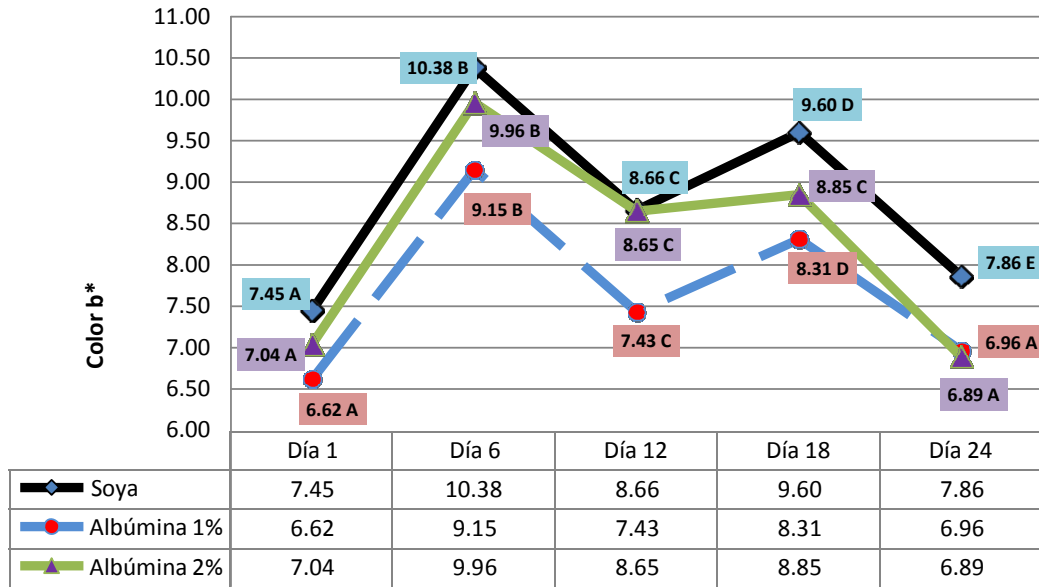
**c. Posición entre amarillo y azul ( $b^*$ )**

En la Figura 9 se muestra la evolución de parámetro de color  $b^*$  (posición entre azul y amarillo) durante el tiempo de almacenamiento de las salchichas tipo Frankfurt elaboradas con: 2 por ciento de proteína de soya, 1 por ciento de albúmina de huevo y 2 por ciento de albúmina de huevo.

Como se puede apreciar en la Figura 9, se halló valores oscilantes del parámetro de color  $b^*$  al transcurrir los días de almacenamiento en refrigeración. Se determinó que existe un efecto significativo ( $p < 0.05$ ) del tiempo sobre este parámetro. Además se puede observar que la muestra elaborada con 2 por ciento de proteína de soya, presentan una tendencia al amarillo mayor que las muestras elaboradas con albúmina de huevo (1 por ciento y 2 por ciento).



Según Sancho *et al.* (2002) citado por Solano (2012) la tonalidad amarilla aumenta a medida que pasa el tiempo por defectos en halos, irisaciones. Según García *et al.* (2007) citado por Solano (2012), el color amarillo en los embutidos se debe a la oxidación de los ácidos grasos libres, esta acción se favorece cuando la carne es troceada en el cutter entonces entran en acción los pigmentos hémicos de la carne que son los catalizadores de la oxidación que se ponen en contacto con la grasa (Patsias *et al.* citado por Solano, 2012).



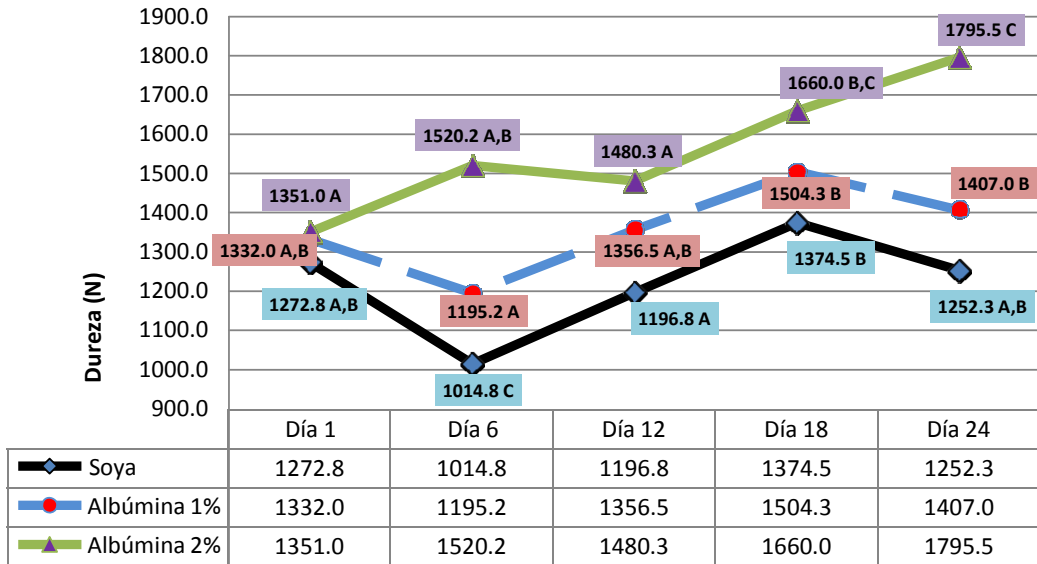
**Figura 9: Variación de la posición entre amarillo y azul ( $b^*$ ) en Salchichas tipo Frankfurt durante su almacenamiento a 4 °C.**

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.

#### 4.2.4 ANÁLISIS DE DUREZA

La dureza es la fuerza requerida para la compresión de un alimento entre los dientes molares, o entonces, es la fuerza necesaria para producir cierta deformación (Campagnoli, 2009).

En la Figura 10 se muestra la evolución de la dureza durante el tiempo de almacenamiento de las salchichas tipo Frankfurt elaboradas con: 2 por ciento de proteína de soya, 1 por ciento de albúmina de huevo y 2 por ciento de albúmina de huevo. Como se puede apreciar en la Figura 10, se hallaron valores oscilantes de dureza al transcurrir los días de almacenamiento en refrigeración. Se determinó que existe un efecto significativo ( $p < 0.05$ ) del tiempo sobre este parámetro.



**Figura 10: Variación de la Dureza en Salchichas tipo Frankfurt durante su almacenamiento a 4 °C.**

Durante el tiempo de almacenamiento la salchicha tipo Frankfurt elaborada con: 2 por ciento de proteína de soya, tuvo un comportamiento variable llegando al final de su tiempo de vida a un valor de dureza ligeramente inferior al inicial, es decir fueron más blandas; según Villarroel (2006), esto ocurre a causa de la acción microbiana que actúa sobre la estructura de la salchicha, volviéndola más vulnerable a la aplicación de fuerza mecánica. Así mismo, Potter (1978) citado por Villarroel (2006), señala que la emulsiones cárnicas cocidas pueden sufrir daños en su estructura, debido a la generación de enzimas proteolíticas de organismos alterantes. Esto se comprueba en el recuento de BAMV, cuyo valor es el más alto entre los tratamientos aplicados.

Según Durand (2002) citado por Villarroel (2006), la dureza de un embutido disminuye al pasar los días, ya que las fuerzas de atracción de Van Der Waals de las emulsiones son alteradas en presencia de ácidos orgánicos (como el ácido láctico), capaces de afectar la estructura de la emulsión y volverla más vulnerable a la presión mecánica.

En el caso de las salchichas elaboradas con 1 por ciento y 2 por ciento de albúmina de huevo la dureza incrementó al transcurrir el tiempo de almacenamiento, especialmente en las muestras con 2 por ciento de albúmina de huevo. Según Handa (2001) citado por Franco (2007) de todas las propiedades que tiene la albúmina de huevo; la formación de gel y la capacidad de retención de agua son las que mayormente son útiles en productos cárnicos. La albúmina de huevo permite mejorar la textura y el rendimiento; admitiendo uso de altos niveles de agua ya que posee una capacidad de retención de agua de hasta 12 veces su peso.

#### **4.2.5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

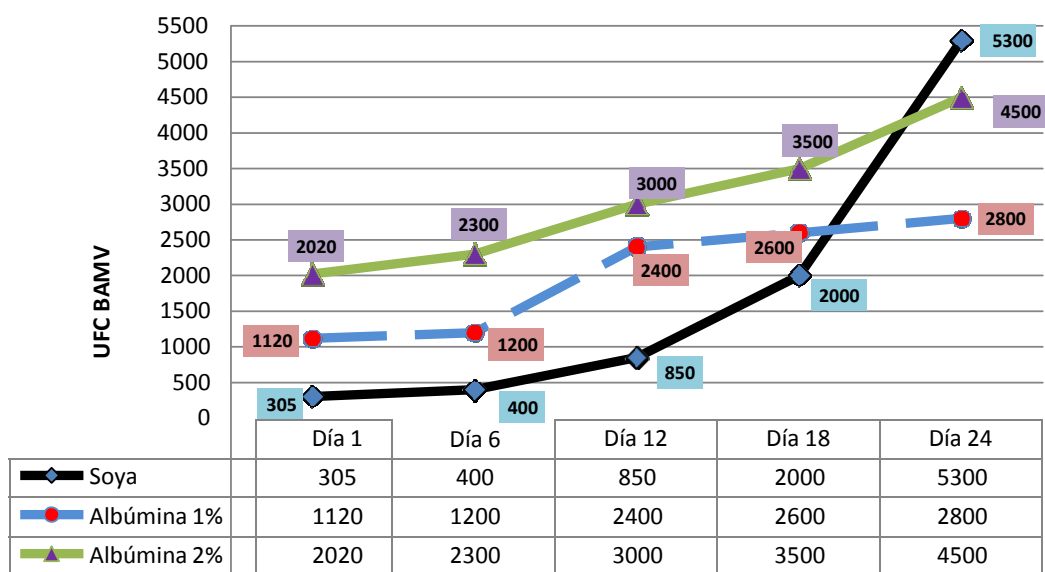
Según el Código Internacional Recomendado de Prácticas de Higiene para los productos Cárnicos Elaborados (CAC/RCP 13-1976) del Codex Alimentarius, cuando se analicen según los métodos apropiados de examen y muestreo, los productos: deberán estar exentos de microorganismos patógenos, no deberán contener sustancias procedentes de microorganismos en cantidades que puedan representar un riesgo para la salud y no deberán contener otra sustancia tóxica o deletérea en cantidades que puedan representar un riesgo para la salud.

Según La Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de consumo masivo (NTS N° 071-MINSA/DIGESA- V.01) en el punto X.11 Embutidos con tratamiento térmico; los agentes microbianos que deben ser evaluados en los alimentos para que sean procesados masivamente para el consumo humano son: Aerobios mesófilos, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella sp.* y *Listeria monocytogenes*. Estos criterios son establecidos para el expendio de productos en el mercado, tramitación de Registros Sanitarios y son requisito para las Habilitaciones Sanitarias en las plantas de producción; en nuestro caso para los fines académicos los criterios analizados fueron *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* (Microorganismos patógenos) y Aerobios mesófilos.

En los análisis realizados a las muestras para la detección de Coliformes totales y *Salmonella* se obtuvieron resultados negativos; por lo tanto estos microorganismos no estuvieron presentes en las muestras.

### Bacterias Aerobias Mesófilas Viables

En la Figura 11 se muestra la evolución del crecimiento de BAMV durante el tiempo de almacenamiento de las salchichas tipo Frankfurt elaboradas con: 2 por ciento de proteína de soya, 1 por ciento de albúmina de huevo y 2 por ciento de albúmina de huevo.



**Figura 11: Recuento de BAMV en Salchichas tipo Frankfurt durante su almacenamiento a 4 °C.**

El análisis de aerobios mesófilos es utilizado para indicar los niveles de microorganismos de un producto (Solano, 2012).

Según La Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de consumo masivo (NTS N° 071-MINSA/DIGESA- V.01) en el punto X.11 Embutidos con tratamiento térmico; el límite máximo para las Bacterias Aerobias Mesófilas Viables es de  $5 \times 10^4$  UFC. El recuento obtenido en las salchichas tipo Frankfurt elaboradas con 2 por ciento de proteína de soya fue

de  $5.3 \times 10^3$  UFC; siendo el recuento más alto hallado entre las muestras, seguido de  $4.5 \times 10^3$  UFC para las muestras con 2 por ciento de albúmina de huevo y finalmente  $2.8 \times 10^3$  UFC para el caso de las muestras con 1 por ciento de albúmina de huevo, siendo el recuento más bajo entre las muestras. De acuerdo a los resultados hallados todas las muestras se encuentran por debajo del límite establecido por la DIGESA, siendo las muestras con 1 por ciento de albúmina de huevo las que desarrollaron el menor recuento de Bacterias Aerobias Mesófilas Viables.

Según Hugas (1998) citado por Da Silva (2012) las carnes y productos cárnicos son altamente sensibles al deterioro microbiano debido a sus propiedades como actividad de agua, pH y los innumerables nutrientes que posee. En las carnes, las bacterias ácido lácticas (BAL) constituyen una parte de la flora inicial la cual se desarrolla fácilmente después de su procesamiento, almacenadas a bajas temperaturas. Las bacterias lácticas influyen significativamente en la calidad de la carne y productos cárnicos y están asociadas con el deterioro de estos productos. Bajo condiciones anaerobias las BAL pueden provocar modificaciones en los productos cárnicos como el aumento de acidez, volviéndolos más ácidos, con exudados lechosos, viscosos, promover la pérdida de coloración y con la producción de gas, pueden hasta provocar hinchamiento en el envase.

Según Jay (2005); citado por Da Silva (2012) las salchichas contienen microorganismos que son provenientes de las especies utilizadas en su producción. Hay muchos condimentos que contienen alto recuento microbiano. La biota de las salchichas consiste básicamente de organismos gram positivos como levaduras, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Bacillus* y *Streptococcus*.

La observación visual de las muestras nos permitió determinar que el crecimiento de bacterias hasta niveles de  $10^4$  (aproximadamente), alcanzado a los 24 días, produce alteraciones evidentes en el producto; se pudo observar la formación de limo sobre la superficie, la acumulación de exudado de color blanquecino y el olor ácido predominante de las muestras. Según Von Holy (1991) citado por Cayré (2009) estos fenómenos podrían deberse al dominio de Lactobacilos hetero fermentativos en la flora láctica.

El liderazgo de las bacterias lácticas sobre el resto de la microflora de los productos cárnicos cocidos y curados contribuye a la extensión de la vida útil de los mismos pues, por tratarse de bacterias de crecimiento lento, la alteración del producto es retardada en comparación a

la producida en condiciones aeróbicas (Björkroth, 1997. Citado por Cayré, 2009), además su crecimiento provoca y descenso en el pH del producto, creando condiciones desfavorables para la proliferación de otros microorganismos como las enterobacterias y algunos patógenos (Sandine, 1972 y Nielsen, 1985, citados por Cayré, 2009).

La calidad y la vida útil de productos cárnicos cocidos son determinadas por el crecimiento microbiano. Para controlar el desarrollo microbiano y las consecuencias de los microorganismos en los alimentos, son utilizados los más diversos métodos de conservación de alimentos (Da Silva, 2012). En nuestro caso las salchichas se sometieron a un proceso de escaldado a 80°C; hasta alcanzar los 72°C en su punto interior, fueron empacadas cuidadosamente en bandejas de poliestireno y cubiertas con lamina film para evitar el contacto con el exterior y se almacenaron a 4°C en refrigeración hasta su evaluación.

El control microbiológico es considerado un factor imprescindible para asegurar la calidad del producto y principalmente la salud del consumidor, sabiendo del elevado valor nutricional y la elevada cantidad de agua la salchicha es un producto propicio al desarrollo microbiológico (Terra y Brum, 1985; citado por Da Silva, 2012).

En productos emulsionados la vida útil es limitada debido a la contaminación después de la cocción causada por la manipulación, el proceso de envasado y embalaje y la retirada de tripas (Da Silva, 2012). Es importante tener como base el cumplimiento de las BPM, la higiene del elaborador, de los utensilios y de los equipos; así como la elección de una materia prima de calidad. También es importante reducir el riesgo de contaminación por parte de la envoltura; en nuestro caso se optó por embutir en tripas artificiales; el uso de tripas artificiales hace al producto más resistente al ataque bacteriano, así como también resistente a la rotura.

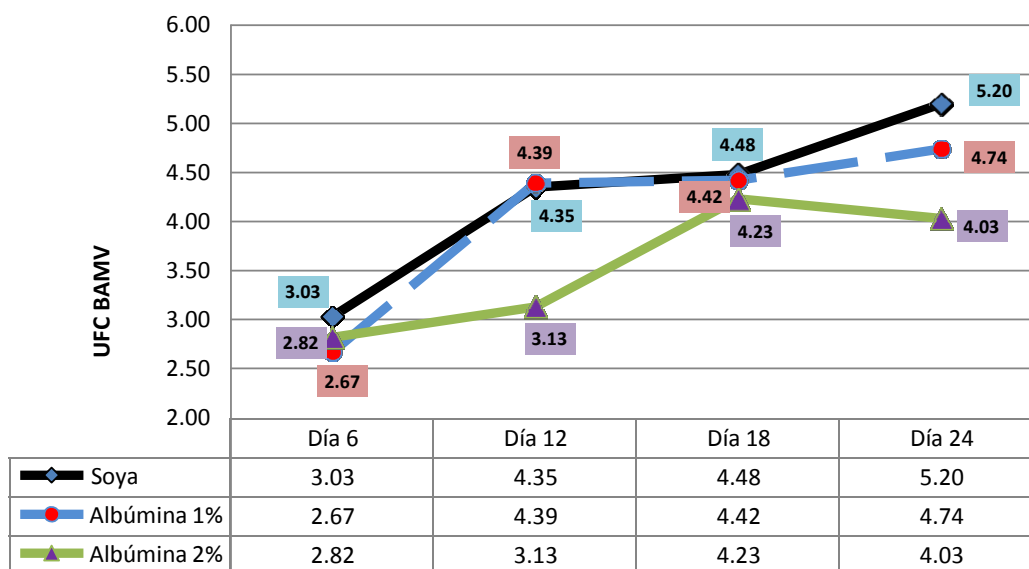
#### **4.2.6 PÉRDIDA DE PESO POR EXUDACIÓN**

En la Figura 12 se muestra la evolución del porcentaje de pérdida de agua durante el tiempo de almacenamiento.

Se produjo una pérdida de peso por exudación de agua en los tres casos; para la salchicha con 2 por ciento de proteína de soya la pérdida fue de 5.20 por ciento; para la salchicha con

1 por ciento de proteína de albúmina de huevo fue de 4.74 por ciento y para la salchicha con 2 por ciento de proteína de albúmina de huevo fue de 4.03 por ciento. La pérdida de agua o material soluble durante el almacenamiento de un producto cárnico es importante desde el punto de vista tecnológico, sensorial y económico. Esta pérdida puede generar acumulación de líquido en el embalaje, causando una mala impresión al consumidor.

Cuando la Capacidad de Retención de Agua en los tejidos es baja, las pérdidas de humedad y consecuentemente de peso y volumen (disminución en los rendimientos) durante su almacenamiento son grandes. Esta pérdida de humedad tiene lugar en la superficie del producto expuesta al aire dando la apariencia de un producto deshidratado. Como se observa en la Figura 12 el uso de proteína de albúmina de huevo en reemplazo de la proteína de soya si tiene un efecto positivo en cuanto a la pérdida de peso por exudación y por ende en cuanto a la capacidad de retención de agua del producto. Según Franco (2007) la Clara Alto Gel® posee una capacidad de retención de agua de hasta 12 veces su peso, mientras que el aislado proteico de soya tiene una capacidad de retención de 4 veces su peso.



**Figura 12: Variación del Porcentaje de pérdida de agua en Salchichas tipo Frankfurt durante su almacenamiento a 4 °C.**

Según Pedroso (2006), el rendimiento de cocción o retención de agua, afecta el costo de la preparación de productos cárnicos, y también es importante para el control del proceso, pues

resulta en un cambio en la composición centesimal del producto final, que puede afectar en la característica de palatabilidad. Asimismo, la CRA influye sobre la jugosidad, textura y color de los productos cárnicos, determina pérdidas de peso durante la cadena de distribución y transformación. Para elevar la capacidad de retención de agua, se adicionan productos ligantes y emulsificantes, los cuales como su nombre lo indica, ligan agua a la pasta (Franco, 2007).

Según Dávila (2008), la liberación de líquido es el resultado del desequilibrio entre los tenores de agua, grasa y proteínas solubles. Muchas veces ocurre una reducción de la cantidad de carne magra que es la fuente de proteínas miofibrilares (emulsificantes), por cuestiones económicas. Este líquido liberado puede originar un problema aún más grave, esto es, posibilitar el desarrollo de microorganismos que irán tornando a la salchicha impropia para el consumo humano.



## V. CONCLUSIONES

Los resultados experimentales nos han permitido llegar a las siguientes conclusiones:

1. El uso de proteína de albúmina de huevo en la elaboración de salchichas tipo Frankfurt no tiene un efecto significativo en los parámetros físico-químicos de pH y actividad de agua, luego de su almacenamiento durante 24 días a 4°C.
2. El uso de proteína de albúmina de huevo en la elaboración de salchichas tipo Frankfurt 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.
3. La dureza de las muestras de salchichas tipo Frankfurt elaboradas con 2 por ciento de proteína de soya disminuye con respecto a la dureza inicial, luego de 24 días de almacenamiento a 4°C, alcanzando 1252.3 N, esto debido a la acción microbiana y de las enzimas proteolíticas, por el contrario las muestras con 2 por ciento de albúmina de huevo deshidratada, alcanzan una dureza de 1795.5 N luego de 24 días, mientras que las muestras con incorporación de 1% de albúmina de huevo alcanzaron 1407.0 N.
4. El recuento de Bacterias Aerobias Mesófilas Viables en salchichas tipo Frankfurt luego de 24 días de almacenamiento a 4°C fue mayor en las muestras elaboradas con 2 por ciento de proteína de soya, alcanzando un valor de 5 300 ufc/g, seguida de las muestras elaboradas con 2 por ciento de albúmina de huevo, alcanzando un valor de 4 500 ufc/g y finalmente las muestras con un menor recuento fueron las elaboradas con 1 por ciento de albúmina de huevo, alcanzando un valor de 2 800 ufc/g.

5. La proteína de albúmina de huevo deshidratada actúa positivamente frente a la pérdida por exudación de salchichas tipo Frankfurt luego de 24 días de almacenamiento a 4°C , observándose que a mayor cantidad de albúmina de huevo que se agregó a las muestras, menor fue la pérdida por exudación.

## **VI. RECOMEDACIONES**

1. Se recomienda complementar la presente investigación con un análisis de evaluación sensorial, para poder medir características organolépticas que son decisivas en cuanto a la aceptación de la incorporación de nuevos insumos.
2. Se recomienda realizar un análisis comparativo del perfil nutricional entre las salchichas elaboradas con proteína de soya, versus las elaboradas con albúmina de huevo.
3. Realizar un estudio de diseño de mezclas para poder determinar el nivel de incorporación de proteína de albúmina de huevo, que no afecte las características tecnológicas ni el costo de producción de salchichas tipo Frankfurt.
4. Evaluar el efecto de la inclusión de la proteína de albúmina de huevo deshidratada en otras formulaciones de la industria cárnica para poder conocer mejor su comportamiento en cuanto a las propiedades tecnológicas y ver cuán viable es su incorporación como insumo en la industria cárnica.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARADO-ORTIZ, C.; BLANCO, T. 2008. Alimentos Bromatología. Deterioro de los alimentos. 2. ed. Lima - Perú. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. 495 p.
- AMENSOUR, M. SANCHEZ, E. MARTÍN, A. ABRINI, J. SENDRA, E. SAYAS, E. VIUDA, M. PÉREZ, J. FERNANDEZ, J. 2010. Aplicación de un extracto de *Myrtus communis* como colorante en salchichas Frankfurt: evolución del color durante su vida útil. En: IX Congreso Nacional del Color: Alicante, 29 y 30 de junio, 1 y 2 de julio de 2010. San Vicente del Raspeig: Publicaciones de la Universidad de Alicante. ISBN 978-84-9717-144-1. Consultada 02 mayo 2014. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10045/16481>
- ANDÚJAR, G. PÉREZ, D. 2000. Cambios de coloración de los productos cárnicos. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Revista Cubana de Alimentación y Nutrición N° 14(2): 114-23. Ciudad de La Habana – Cuba. Consultada 15 ene. 2014. Disponible en: [http://bvs.sld.cu/revistas/ali/vol14\\_2\\_00/ali07200.pdf](http://bvs.sld.cu/revistas/ali/vol14_2_00/ali07200.pdf)
- Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International (A.O.A.C.). 2007. Revised 16th edition. Arlington, U.S.A.
- AMO, A. 1980. Industria de la carne; salazones y chacinería. Barcelona - España. Aedos. 304 p.
- BADUI, S. 2006. Química de los alimentos. 4. Ed. México. Pearson. 736 p.
- BALDARRAGO, C. 2001. Criterios de calidad en la Industria Alimentaria de Embutidos. Tesis Ing. Lima – Perú. UNALM. 314 p.
- BOURGEOIS, C.M., LE ROUX, P. 1982. Proteínas animales: extractos, concentrados y aislados en la alimentación humana. México. El Manual Moderno. 435 p.
- CAMPAGNOLI, P. 2009. Elaboração de embutido cozido tipo salsicha com carne mecanicamente separada de resíduos de filetagem de tilapias do Nilo. Tese Ph. D. Jaboticabal – São Paulo. Brasil. Universidade Estadual Paulista UNESP. Consultada 12 mayo 2014. Disponible en:

[http://www.caunesp.unesp.br/publicacoes/dissertacoes\\_teses/teses/Tese por ciento20Paulo por ciento20Roberto por ciento20Campagnoli por ciento20de por ciento20Oliveira por ciento20Filho.pdf](http://www.caunesp.unesp.br/publicacoes/dissertacoes_teses/teses/Tese%20Paulo%20Roberto%20Campagnoli%20de%20Oliveira%20Filho.pdf). 126 p.

- CARBALLO, B.; LOPEZ DE LA TORRE, G. 1991. Manual de bioquímica y tecnología de la carne. Madrid - España. Vicente Ediciones. 314 p.
- CASTRO, F. 2008. Desarrollo y validación de metodologías analíticas para la determinación de proteínas de soja en productos cárnicos por cromatografía líquida de perfusión. Alcalá de Henares - España. Tesis Ph. D. Universidad de Alcalá. 205 p.
- CAYRÉ, M., JUDIS, M., GARRO, O. 2009. Efecto de la proliferación de Bacterias Lácticas sobre la calidad de la salchicha tipo Viena. Tesis Lic. Chaco - Argentina. Universidad Nacional del Nordeste. Consultado 13 feb. 2014. Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/exactas/e-039.pdf>. 1 -4 p.
- CHAU, A. V. 2003. Utilización del Método Escalonado y la Distribución de Weibull en la Determinación de la vida en anaquel del chorizo parrillero. Tesis Mag. Sc. Lima – Perú. UNALM. 234 p.
- CHEFTEL, J.C. 1989. Proteínas alimentarias: Bioquímica, propiedades funcionales, valor nutricional y modificaciones químicas. Zaragoza - España. Acribia. 364 p.
- CHIN, K., GO, M., XIONG, Y. 2009. Konjac flour improved textural and water retention properties of transglutaminase-mediated, heat-induced porcine myofibrillar protein gel: Effect of salt level and transglutaminase incubation. Meat Science 81, 565-572 p.
- Código Internacional Recomendado de Practicas de Higiene para los productos Cárnicos Elaborados (CAC/RCP 13-1976). Codex Alimentarius. Consultado 24 jun. 2014. Disponible en: <http://www.codexalimentarius.org/standards/list-of-standards/es/?provide=standards&orderField=fullReference&sort=asc&num1=CAC/RCP>.
- DA SILVA, J.; BOLZAN, M. 2012. Avaliação dos Parâmetros físico-químicos e qualidade microbiológica de salsichas acondicionadas em diferentes embalagens. Tese Mg. Sc. Paraná - Brasil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus de Francisco Beltrão. Consultado 10 mayo 2014. Disponible en: [http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1161/1/FB\\_COALM\\_2012\\_1\\_07.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1161/1/FB_COALM_2012_1_07.pdf). 39 p.
- DÁVILA, P. 2008. Análise de sobrevivência aplicada à estimativa da vida de prateleira de salsicha. Tese Mg. Sc. Florianópolis - Brasil. Universidade Federal de Santa Catarina. Consultado 20 mayo 2014. Disponible en:

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/91016/264736.pdf?sequence=1>.  
115 p.

- ELÍAS, C. 2002. Aplicación del método de diseño de mezclas en la sustitución de carne por harina texturizada de soya, en cabanossi. Tesis Mag. Sc. Tecnología de Alimentos. Lima - Perú. UNALM. 142 p.
- ENDRES, J.G. 2001. Soy protein products. Characteristics, nutritional aspects, and utilization. AOAC Press. Champaign. 10-14 p.
- FENNEMA, O. 2000. Química de los alimentos. Zaragoza - España. Acribia. 1166 p.
- FERNÁNDEZ P., BARRETO, G., JIMENEZ, F.1995. Ingredientes no cárnicos empleados en el desarrollo de hamburguesas con reducido contenido en grasa. Alimentación: Equipos y Tecnología. España. Vol. 2: 127-131 p.
- FORREST, J. 1979. Fundamentos de Ciencia de la Carne. Zaragoza - España. Acribia. 365 p.
- FRANCO, C. 2007. Evaluación de proteína de albúmina de huevo (Clara Alto Gel®), como sustituto parcial de la proteína cárnica, en la elaboración de salchichas de consumo masivo. Tesis Ing. Quito – Ecuador. Escuela Politécnica Nacional. 80 p.
- FREY, W. 1995. Fabricación fiable de embutidos. España. Acribia. 194 p.
- INDECOPI. 1999. NTP 201-046: 1999: Carne y Productos Cárnicos. Paté o pasta de hígado. Requisitos. Lima. Perú.
- INDECOPI. 1998. NTP- ISO 2293: 1998. Carne y Productos Cárnicos. Enumeración de Microorganismos. Técnica del Conteo de Colonias a 30°C. Método de Referencia. Lima. Perú.
- INDECOPI. 1998. NTP- 201.036: 1998. Carne y Productos Cárnicos. Detección de *Salmonella*. Método de referencia. Lima. Perú.
- INDECOPI. 1998. NTP- ISO 2917: 1998. Carne y Productos Cárnicos. Método del número más probable (NMP) para coliformes fecales y *Escherichia coli*. Lima -Perú.
- INDECOPI. 1998. NTP- ISO 2917: 1998. Carne y Productos Cárnicos. Medición de pH. Método de referencia. Lima. Perú.
- INSTITUTO DE ESTUDIOS DEL HUEVO. 2006. Seguridad Alimentaria en huevos y ovoproductos. 2 ed. Madrid - España. Consultado 07 jun. 2014. Disponible en: [http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/docs/docs/publicaciones\\_estudios/seguridad/seguridad\\_alimentaria\\_huevos\\_ovoproductos1.pdf](http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/docs/docs/publicaciones_estudios/seguridad/seguridad_alimentaria_huevos_ovoproductos1.pdf). 68 p.
- LAWRIE, R. A. 1998. Ciencia de la Carne. 3 ed. Zaragoza - España. Acribia. 384 p.

- LICARDIE, M. 2012. Efecto de dos porcentajes de inulina, como fuente de fibra, en las propiedades físicas, microbiológicas y sensoriales en una salchicha Frankfurt de pollo reducida en grasa. Tesis Ing. Honduras. Escuela Agrícola Panamericana “El Zamorano”. Consultado 15 mayo 2014. Disponible en: <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/972/1/T3279.pdf>. 38 p.
- LIU, R., ZHAO, S., XIE, B., XIONG, S. 2011. Contribution of protein conformation and intermolecular bonds to fish and pork gelation properties. Food Hydrocolloids. College of Food Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei Province 430070, PR China. Vol. 25, 898-906 p.
- MADRID, A. 1999. Aprovechamiento de los subproductos cárnicos. 2 ed. Madrid - España. AMV. 350 p.
- MINITAB. 1998. Minitab User’s Guide 2. Data Analysis and Quality tools, Release 12 for Windows, Windows 95 and Windows NT. Minitab Inc. Pennsylvania, USA.
- MINOLTA. 2003. Comunicación precisa de los colores. Manual KONICA MINOLTA SENSING, INC.
- NAJERA, P. 1993. Salmonelosis. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Hojas Divulgadoras Número 5/92 HD. Consultado 08 mayo 2014. Disponible en: [http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1992\\_05.pdf](http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1992_05.pdf). 28 p.
- Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de consumo masivo (NTS N° 071-MINSA/DIGESA- V.01). Consultada 15 jun. 2014. Disponible en: [http://www.digesa.sld.pe/norma\\_consulta/RM%20615-2003MINSA.pdf](http://www.digesa.sld.pe/norma_consulta/RM%20615-2003MINSA.pdf). 23 p.
- ONEGA, M.E. 2003. Evaluación de la calidad de carnes frescas: Aplicación de técnicas analíticas, instrumentales y sensoriales. Tesis Ph. D. Madrid - España. Universidad Complutense de Madrid. Consultada 02 mayo 2014. Disponible en: <http://eprints.ucm.es/tesis/vet/ucm-t27264.pdf>. 473 p.
- ORDOÑEZ, G.G. 1999. Elaboración de Salchicha Tipo Frankfurt con Aceite Virgen de Oliva. Tesis Ing. Lima – Perú. UNALM. 59 - 63 p.
- PAREDES, D. 2002. Caracterización de la carne de jabalí (*Sus scrofa*) procedente de animales criados en Chile. Tesis Lic. Ing. Valdivia - Chile. Universidad Austral de Chile. Consultada 20 ene. 2014. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2003/far173c/html/index-frames.html>. 546 p.
- PEDROSO, R. 2006. Avaliação da influência de amido e carragena nas características físico-químicas e sensoriais de presunto cozido de peru. Tese Mg. Sc. Ponta Grossa.

Paraná – Brasil. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Consultada 13 mayo 2013.  
Disponible en:

[http://www.uepg.br/mestrados/mescta/Arquivos/Dissertacoes/PEDROSO,\\_RA.pdf](http://www.uepg.br/mestrados/mescta/Arquivos/Dissertacoes/PEDROSO,_RA.pdf). 77 p.

- PIETRASIK, Z. 2003. Binding and textural properties of beef gels processed with k-carrageenan, egg albumin and microbial transglutaminase. *Meat Science* Vol. 63, 317-324 p.
- PRÄNDL, O.; FISHER, A.; SCHMIDHOFER, T.; SINELL, H. 1994. Fundamentos de la conservación de la carne en Tecnología e Higiene de la carne. Zaragoza - España Acribia. 854 p.
- ROCHA, A.E. 2009. Proteínas no cárnicas para mejorar textura y retención de humedad. *Tecnologías de procesamiento. Carnetec*. 39 p.
- SALVÁ, B. 2000. Utilización de proteína de soya y carragenina en salchichas tipo huacho con bajo tenor graso. Tesis Mag. Sc. Lima - Perú. UNALM. 110 p.
- SALVÁ, B. 2009. Caracterización de la carne y charqui de alpaca (*Vicugna pacos*). Tesis Ph. D. León- España. Universidad de León. 280 p.
- SIPÓS, E. 1995. Proteínas de soya en sistemas cárnicos. México. Asociación Americana de Soya. 26 p.
- SOLANO, R. 2012. Evaluación físico-química, microbiológica y sensorial de una salchicha a base de pollo con vísceras de cerdo y harina de naranja (*Citrus sinensis*) y maracuyá (*Passiflora edulis*). Tesis Ing. Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. Consultado 05 mayo 2014. Disponible en: <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1221/1/T3292.pdf>. 42 p.
- TÉLLEZ, J. 1992. Tecnología e Industrias Cárnicas. Lima - Perú. 2 ed. Tomo II.
- TOTOSAUS, A. 2001. Estudio de la adición de polisacáridos en la gelificación de proteínas animales. Tesis Ph. D. México. Universidad Autónoma Metropolitana. 182 p.
- TRESPALACIOS, M. 2007. Gelificación de productos avícolas por alta presión isostática: actividad sinérgica de la transglutaminasa microbiana. Bellaterra - España. Universidad Autónoma de Barcelona. 116 p.
- VILLARROEL, P. 2006. Evaluación de tres tratamientos post- pasteurización en salchichas tipo hot dog marca Zamorano. Tesis Ing. Honduras. Escuela Agrícola Panamericana “El Zamorano”. Consultado 20 mayo 2014. Disponible en: <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/784/1/T2325.pdf>. 41 p.



- WIRTH, F.; WOLTERS DORF, W.; TROEGER, K.; TANDLER, K.; HAMMER, G.; KLETTNER, P.; MULLER, W.; STIEBING, A. 1992. Tecnología de los embutidos escaldados. Zaragoza - España. Acribia. 647 p.
- YANG, H, CHOI, S, JEON, J, PARK, G, JOO, S. 2006. Textural and sensory properties of low fat pork sausages with added hydrated oatmeal and tofu as texture-modifying agents. República de Corea. 215 p.
- YOUNG, S. 1989. Productos proteicos de soya en alimentos cárnicos y lácteos procesados. México. Asociación Americana de Soya. 35-37 p.

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1: Repeticiones de los parámetros evaluados

#### 1. pH

Insumo	Repetición	Días de evaluación del pH				
		Día 1	Día 6	Día 12	Día 18	Día 24
Soya	R1	6.38	6.46	6.29	6.29	6.28
	R2	6.40	6.47	6.31	6.28	6.29
	R3	6.48	6.45	6.25	6.28	6.25

Insumo	Repetición	Días de evaluación del pH				
		Día 1	Día 6	Día 12	Día 18	Día 24
Albúmina 1%	R1	6.45	6.50	6.35	6.24	6.21
	R2	6.46	6.51	6.34	6.26	6.26
	R3	6.48	6.48	6.33	6.27	6.19

Insumo	Repetición	Días de evaluación del pH				
		Día 1	Día 6	Día 12	Día 18	Día 24
Albúmina 2%	R1	6.48	6.53	6.40	6.32	6.29
	R2	6.49	6.52	6.38	6.31	6.30
	R3	6.51	6.52	6.27	6.29	6.32

#### 2. Actividad de Agua

Insumo	Repetición	Días de evaluación de Actividad de Agua				
		Día 1	Día 6	Día 12	Día 18	Día 24
Soya	R1	0.982	0.980	0.981	0.982	0.983
	R2	0.984	0.980	0.982	0.982	0.982
	R3	0.984	0.980	0.981	0.982	0.983

Insumo	Repetición	Días de evaluación de Actividad de Agua				
		Día 1	Día 6	Día 12	Día 18	Día 24
Albúmina 1%	R1	0.983	0.982	0.984	0.984	0.983
	R2	0.982	0.983	0.985	0.985	0.985
	R3	0.984	0.983	0.984	0.985	0.984

Insumo	Repetición	Días de evaluación de Actividad de Agua				
		Día 1	Día 6	Día 12	Día 18	Día 24
Albúmina 2%	R1	0.980	0.984	0.986	0.985	0.984
	R2	0.980	0.984	0.986	0.985	0.984
	R3	0.980	0.984	0.985	0.985	0.984

### 3. Color

#### - Luminosidad (L\*)

Insumo	Repetición	Días de evaluación de Luminosidad (L*)				
		Día 1	Día 6	Día 12	Día 18	Día 24
Soya	R1	69.27	68.41	70.28	69.24	62.37
	R2	62.51	67.99	69.88	69.24	62.64
	R3	62.48	68.12	70.22	69.62	62.41

Insumo	Repetición	Días de evaluación de Luminosidad (L*)				
		Día 1	Día 6	Día 12	Día 18	Día 24
Albúmina 1%	R1	62.99	69.62	71.12	69.99	64.23
	R2	63.99	69.44	71.29	69.03	64.20
	R3	62.74	69.57	71.19	70.06	64.24

Insumo	Repetición	Días de evaluación de Luminosidad (L*)				
		Día 1	Día 6	Día 12	Día 18	Día 24
Albúmina 2%	R1	63.23	69.52	71.86	69.73	62.95
	R2	63.58	69.41	71.00	69.90	62.73
	R3	64.03	70.37	71.28	69.52	62.78

- **Posición entre rojo y verde (a\*)**

Insumo	Repetición	Días de evaluación de Posición entre rojo y verde (a*)				
		Día 1	Día 6	Día 12	Día 18	Día 24
Soya	R1	11.46	10.12	11.36	11.53	11.25
	R2	10.93	10.05	11.82	11.70	10.43
	R3	11.23	10.18	11.72	11.56	10.91

Insumo	Repetición	Días de evaluación de Posición entre rojo y verde (a*)				
		Día 1	Día 6	Día 12	Día 18	Día 24
Albúmina 1%	R1	12.38	10.87	12.46	12.35	11.31
	R2	11.84	10.20	12.34	13.81	10.80
	R3	12.32	10.05	12.38	12.84	10.71

Insumo	Repetición	Días de evaluación de Posición entre rojo y verde (a*)				
		Día 1	Día 6	Día 12	Día 18	Día 24
Albúmina 2%	R1	10.80	9.64	12.63	11.73	11.01
	R2	10.58	10.52	12.86	11.80	11.12
	R3	10.70	9.49	11.78	11.76	11.06

- **Posición entre azul y amarillo (b\*)**

Insumo	Repetición	Días de evaluación de Posición entre azul y amarillo (b*)				
		Día 1	Día 6	Día 12	Día 18	Día 24
Soya	R1	7.49	10.51	8.57	9.58	8.01
	R2	7.40	10.16	8.69	9.50	7.73
	R3	7.47	10.48	8.72	9.72	7.85

Insumo	Repetición	Días de evaluación de Posición entre azul y amarillo (b*)				
		Día 1	Día 6	Día 12	Día 18	Día 24
Albúmina 1%	R1	6.47	9.14	7.49	8.06	6.90
	R2	6.85	9.11	7.45	8.59	7.05
	R3	6.55	9.20	7.36	8.29	6.93

Insumo	Repetición	Días de evaluación de Posición entre azul y amarillo (b*)				
		Día 1	Día 6	Día 12	Día 18	Día 24
Albúmina 2%	R1	6.94	10.11	8.60	8.73	7.23
	R2	6.99	10.02	8.60	9.05	6.55
	R3	7.18	9.74	8.75	8.76	6.89

#### 4. Dureza

Insumo	Repetición	Días de evaluación de la Dureza				
		Día 1	Día 6	Día 12	Día 18	Día 24
Soya	R1	1325	1184	1201	1365	1355
	R2	1324	1033	1275	1417	1235
	R3	1397	1012	1228	1431	1303
	R4	1349	1002	1200	1298	1248
	R5	966	914	1151	1387	1195
	R6	1276	944	1126	1349	1178

Insumo	Repetición	Días de evaluación de la Dureza				
		Día 1	Día 6	Día 12	Día 18	Día 24
Albúmina 1%	R1	1322	1267	1323	1509	1375
	R2	1568	1171	1239	1582	1446
	R3	1533	1242	1457	1523	1320
	R4	1267	1152	1509	1450	1468
	R5	1096	1158	1293	1493	1492
	R6	1206	1181	1318	1469	1341

Insumo	Repetición	Días de evaluación de la Dureza				
		Día 1	Día 6	Día 12	Día 18	Día 24
Albumina 2%	R1	1438	1466	1555	1857	1785
	R2	1379	1535	1443	1540	1925
	R3	1355	1602	1379	1480	1814
	R4	1403	1524	1474	1780	1760
	R5	1421	1557	1585	1575	1759
	R6	1110	1437	1446	1728	1730

## ANEXO 2: Resultados de las pruebas estadísticas

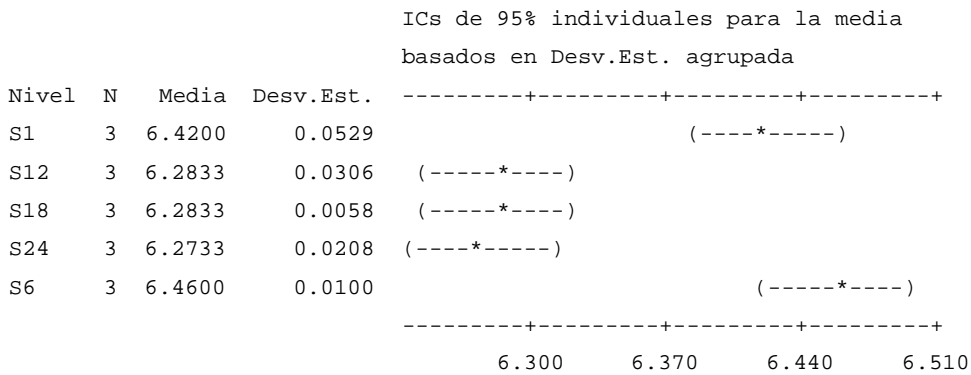
### 1. pH

#### ANOVA UNIDIRECCIONAL: PH VS. INSUMO SOYA (Día 1, Día 6, Día 12, Día 18, Día 24)

#### ANOVA unidireccional: RESPUESTA pH vs. INSUMO

Fuente	GL	SC	CM	F	P
INSUMO	4	0.094760	0.023690	27.55	0.000
Error	10	0.008600	0.000860		
Total	14	0.103360			

S = 0.02933 R-cuad. = 91.68% R-cuad.(ajustado) = 88.35%



Desv.Est. agrupada = 0.0293

**Como el p-valor es menor a 0.05, se justifica la ejecución de Tukey.**

Agrupar información utilizando el método de Tukey

INSUMO	N	Media	Agrupación
S6	3	6.46000	A
S1	3	6.42000	A
S18	3	6.28333	B
S12	3	6.28333	B
S24	3	6.27333	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%



ICs de 95% individuales para la media  
basados en Desv.Est. agrupada

Nivel	N	Media	Desv.Est.	
ALB1 1	3	6.4633	0.0153	(-*)
ALB1 12	3	6.3400	0.0100	(--*)
ALB1 18	3	6.2567	0.0153	(--*)
ALB1 24	3	6.2200	0.0361	(--*)
ALB1 6	3	6.4967	0.0153	(--*)

-----  
6.20      6.30      6.40      6.50

Desv.Est. agrupada = 0.0205

### Como el p-valor es menor a 0.05, se justifica la ejecución de Tukey.

Agrupar información utilizando el método de Tukey

INSUMO	N	Media	Agrupación
ALB1 6	3	6.49667	A
ALB1 1	3	6.46333	A
ALB1 12	3	6.34000	B
ALB1 18	3	6.25667	C
ALB1 24	3	6.22000	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%

Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de INSUMO

Nivel de confianza individual = 99.18%

INSUMO = ALB1 1 restado de:

INSUMO	Inferior	Centro	Superior	
ALB1 12	-0.17835	-0.12333	-0.06831	(--*)
ALB1 18	-0.26169	-0.20667	-0.15165	(--*)
ALB1 24	-0.29835	-0.24333	-0.18831	(--*)
ALB1 6	-0.02169	0.03333	0.08835	(--*)

-----  
-0.20      0.00      0.20      0.40

INSUMO = ALB1 12 restado de:

INSUMO	Inferior	Centro	Superior	
ALB1 18	-0.13835	-0.08333	-0.02831	(--*)
ALB1 24	-0.17502	-0.12000	-0.06498	(--*)



```

ALB1 6      0.10165    0.15667    0.21169                (---*---)
-----+-----+-----+-----+-----+
                -0.20      0.00      0.20      0.40

```

INSUMO = ALB1 18 restado de:

```

INSUMO  Inferior    Centro  Superior  -----+-----+-----+-----+-----+
ALB1 24 -0.09169   -0.03667  0.01835                (---*---)
ALB1 6   0.18498    0.24000  0.29502                (---*---)
-----+-----+-----+-----+-----+
                -0.20      0.00      0.20      0.40

```

INSUMO = ALB1 24 restado de:

```

INSUMO  Inferior    Centro  Superior  -----+-----+-----+-----+-----+
ALB1 6   0.22165    0.27667  0.33169                (---*---)
-----+-----+-----+-----+-----+
                -0.20      0.00      0.20      0.40

```

### ANOVA UNIDIRECCIONAL: PH VS. INSUMO ALBÚMINA 2 POR CIENTO (Día 1, Día 6, Día 12, Día 18, Día 24)

Fuente	GL	SC	CM	F	P
INSUMO	4	0.13311	0.03328	29.54	0.000
Error	10	0.01127	0.00113		
Total	14	0.14437			

S = 0.03357    R-cuad. = 92.20%    R-cuad.(ajustado) = 89.07%

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada

Nivel	N	Media	Desv.Est.	IC Inferior	IC Superior
ALB2 1	3	6.4933	0.0153		(-----*-----)
ALB2 12	3	6.3500	0.0700	(-----*-----)	
ALB2 18	3	6.3067	0.0153	(-----*-----)	
ALB2 24	3	6.3033	0.0153	(-----*-----)	
ALB2 6	3	6.5233	0.0058		(-----*-----)

-----+-----+-----+-----+-----+  
6.320      6.400      6.480      6.560

Desv.Est. agrupada = 0.0336

**Como el p-valor es menor a 0.05, se justifica la ejecución de Tukey.**

Agrupar información utilizando el método de Tukey

INSUMO	N	Media	Agrupación
ALB2 6	3	6.52333	A
ALB2 1	3	6.49333	A
ALB2 12	3	6.35000	B
ALB2 18	3	6.30667	B
ALB2 24	3	6.30333	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

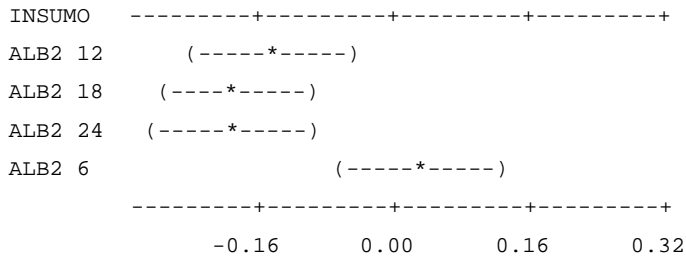
Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%

Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de INSUMO

Nivel de confianza individual = 99.18%

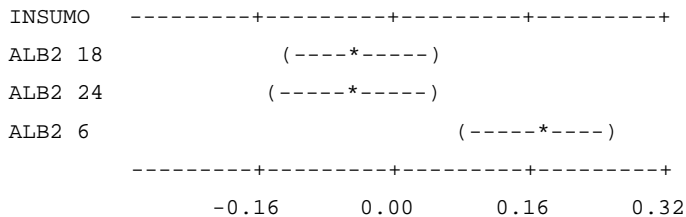
INSUMO = ALB2 1 restado de:

INSUMO	Inferior	Centro	Superior
ALB2 12	-0.23345	-0.14333	-0.05322
ALB2 18	-0.27678	-0.18667	-0.09655
ALB2 24	-0.28011	-0.19000	-0.09989
ALB2 6	-0.06011	0.03000	0.12011



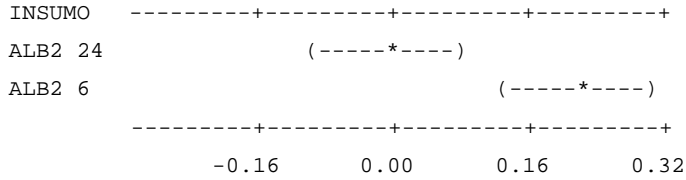
INSUMO = ALB2 12 restado de:

INSUMO	Inferior	Centro	Superior
ALB2 18	-0.13345	-0.04333	0.04678
ALB2 24	-0.13678	-0.04667	0.04345
ALB2 6	0.08322	0.17333	0.26345

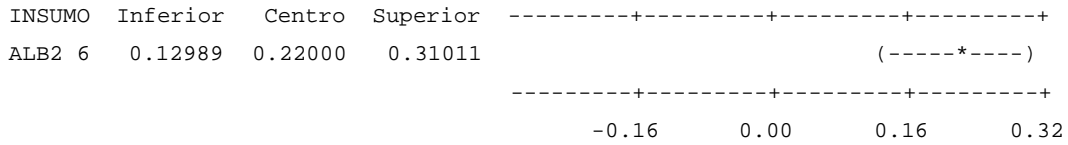


INSUMO = ALB2 18 restado de:

INSUMO	Inferior	Centro	Superior
ALB2 24	-0.09345	-0.00333	0.08678
ALB2 6	0.12655	0.21667	0.30678



INSUMO = ALB2 24 restado de:

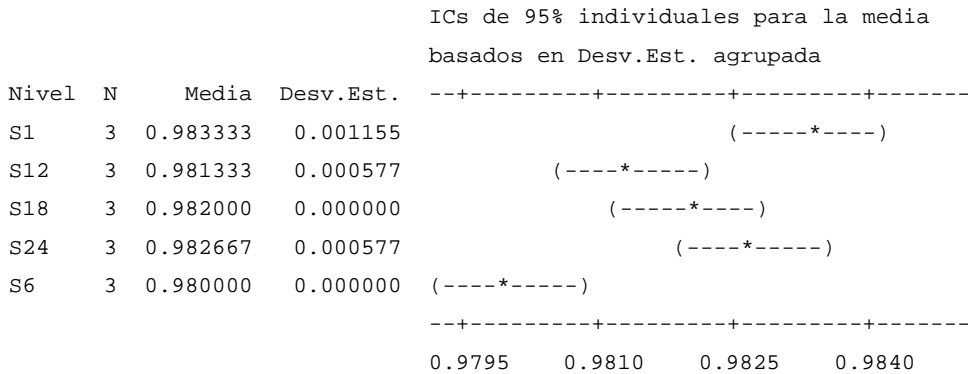


## 2. ACTIVIDAD DE AGUA

### ANOVA UNIDIRECCIONAL: ACTIVIDAD DE AGUA VS. INSUMO SOYA (Día 1, Día 6, Día 12, Día 18, Día 24)

Fuente	GL	SC	CM	F	P
INSUMO	4	0.0000197	0.0000049	12.33	0.001
Error	10	0.0000040	0.0000004		
Total	14	0.0000237			

S = 0.0006325 R-cuad. = 83.15% R-cuad.(ajustado) = 76.40%



Desv.Est. agrupada = 0.000632

**Como el p-valor es menor a 0.05, se justifica la ejecución de Tukey.**

Agrupar información utilizando el método de Tukey

INSUMO	N	Media	Agrupación
S1	3	0.9833333	A
S24	3	0.9826667	A B
S18	3	0.9820000	A B
S12	3	0.9813333	B C
S6	3	0.9800000	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

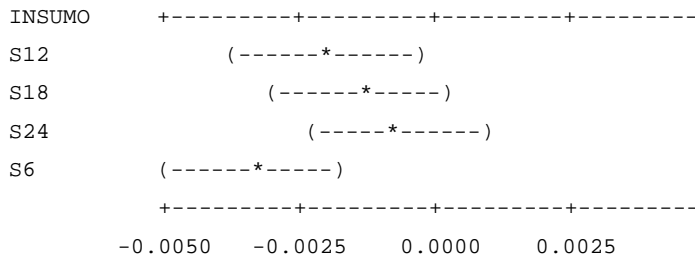
Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%

Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de INSUMO

Nivel de confianza individual = 99.18%

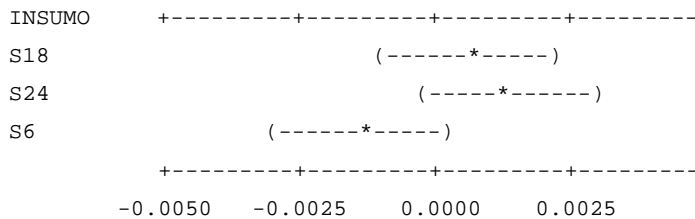
INSUMO = S1 restado de:

INSUMO	Inferior	Centro	Superior
S12	-0.0036979	-0.0020000	-0.0003021
S18	-0.0030313	-0.0013333	0.0003646
S24	-0.0023646	-0.0006667	0.0010313
S6	-0.0050313	-0.0033333	-0.0016354



INSUMO = S12 restado de:

INSUMO	Inferior	Centro	Superior
S18	-0.0010313	0.0006667	0.0023646
S24	-0.0003646	0.0013333	0.0030313
S6	-0.0030313	-0.0013333	0.0003646



INSUMO = S18 restado de:

INSUMO	Inferior	Centro	Superior
S24	-0.0010313	0.0006667	0.0023646
S6	-0.0036979	-0.0020000	-0.0003021

```

INSUMO  +-----+-----+-----+-----
S24      (-----*-----)
S6       (-----*-----)
          +-----+-----+-----+-----
          -0.0050  -0.0025  0.0000  0.0025

```

INSUMO = S24 restado de:

```

INSUMO  Inferior  Centro  Superior
S6      -0.0043646 -0.0026667 -0.0009687
INSUMO  +-----+-----+-----+-----
S6      (-----*-----)
          +-----+-----+-----+-----
          -0.0050  -0.0025  0.0000  0.0025

```

### ANOVA UNIDIRECCIONAL: ACTIVIDAD DE AGUA VS. INSUMO ALBÚMINA 1 POR CIENTO (Día 1, Día 6, Día 12, Día 18, Día 24)

Fuente	GL	SC	CM	F	P
INSUMO	4	0.0000089	0.0000022	3.72	0.042
Error	10	0.0000060	0.0000006		
Total	14	0.0000149			

S = 0.0007746    R-cuad. = 59.82%    R-cuad.(ajustado) = 43.75%

ICs de 95% individuales para la media  
basados en Desv.Est. agrupada

```

Nivel  N   Media  Desv.Est.  ----+-----+-----+-----
ALB1  1   3  0.983000  0.001000  (-----*-----)
ALB1  12  3  0.984333  0.000577  (-----*-----)
ALB1  18  3  0.984667  0.000577  (-----*-----)
ALB1  24  3  0.984000  0.001000  (-----*-----)
ALB1  6   3  0.982667  0.000577  (-----*-----)
          +-----+-----+-----+-----
          0.9820  0.9830  0.9840  0.9850

```

Desv.Est. agrupada = 0.000775

**Como el p-valor es menor a 0.05, se justifica la ejecución de Tukey.**

Agrupar información utilizando el método de Tukey

```

INSUMO  N   Media  Agrupación
ALB1  18  3  0.9846667  A

```

ALB1 12 3 0.9843333 A  
 ALB1 24 3 0.9840000 A  
 ALB1 1 3 0.9830000 A  
 ALB1 6 3 0.9826667 A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%

Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de INSUMO

Nivel de confianza individual = 99.18%

INSUMO = ALB1 1 restado de:

INSUMO	Inferior	Centro	Superior
ALB1 12	-0.0007462	0.0013333	0.0034129
ALB1 18	-0.0004129	0.0016667	0.0037462
ALB1 24	-0.0010795	0.0010000	0.0030795
ALB1 6	-0.0024129	-0.0003333	0.0017462

```

INSUMO  -----+-----+-----+-----+----
ALB1 12                (-----*-----)
ALB1 18                (-----*-----)
ALB1 24                (-----*-----)
ALB1 6                 (-----*-----)
-----+-----+-----+-----+----
                -0.0025   0.0000   0.0025   0.0050
  
```

INSUMO = ALB1 12 restado de:

INSUMO	Inferior	Centro	Superior
ALB1 18	-0.0017462	0.0003333	0.0024129
ALB1 24	-0.0024129	-0.0003333	0.0017462
ALB1 6	-0.0037462	-0.0016667	0.0004129

```

INSUMO  -----+-----+-----+-----+----
ALB1 18                (-----*-----)
ALB1 24                (-----*-----)
ALB1 6                 (-----*-----)
-----+-----+-----+-----+----
                -0.0025   0.0000   0.0025   0.0050
  
```

INSUMO = ALB1 18 restado de:

INSUMO	Inferior	Centro	Superior
ALB1 24	-0.0027462	-0.0006667	0.0014129
ALB1 6	-0.0040795	-0.0020000	0.0000795

```

INSUMO  -----+-----+-----+-----+----
ALB1 24                (-----*-----)
  
```

```

ALB1 6  (-----*-----)
          +-----+-----+-----+-----+
          -0.0025   0.0000   0.0025   0.0050

```

INSUMO = ALB1 24 restado de:

```

INSUMO   Inferior      Centro      Superior
ALB1 6  -0.0034129  -0.0013333  0.0007462
INSUMO   +-----+-----+-----+-----+
ALB1 6  (-----*-----)
          +-----+-----+-----+-----+
          -0.0025   0.0000   0.0025   0.0050

```

### ANOVA UNIDIRECCIONAL: ACTIVIDAD DE AGUA VS. INSUMO ALBÚMINA 2 POR CIENTO (Día 1, Día 6, Día 12, Día 18, Día 24)

Fuente	GL	SC	CM	F	P
INSUMO	4	0.0000583	0.0000146	218.50	0.000
Error	10	0.0000007	0.0000001		
Total	14	0.0000589			

S = 0.0002582    R-cuad. = 98.87%    R-cuad.(ajustado) = 98.42%

ICs de 95% individuales para la media  
basados en Desv.Est. agrupada

Nivel	N	Media	Desv.Est.	
ALB2 1	3	0.980000	0.000000	(-*-)
ALB2 12	3	0.985667	0.000577	(-*-)
ALB2 18	3	0.985000	0.000000	(-*-)
ALB2 24	3	0.984000	0.000000	(-*-)
ALB2 6	3	0.984000	0.000000	(-*-)

+-----+-----+-----+-----+  
0.9808    0.9824    0.9840    0.9856

Desv.Est. agrupada = 0.000258

**Como el p-valor es menor a 0.05, se justifica la ejecución de Tukey.**

Agrupar información utilizando el método de Tukey

INSUMO	N	Media	Agrupación
ALB2 12	3	0.9856667	A
ALB2 18	3	0.9850000	A
ALB2 6	3	0.9840000	B

ALB2 24 3 0.9840000 B  
 ALB2 1 3 0.9800000 C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

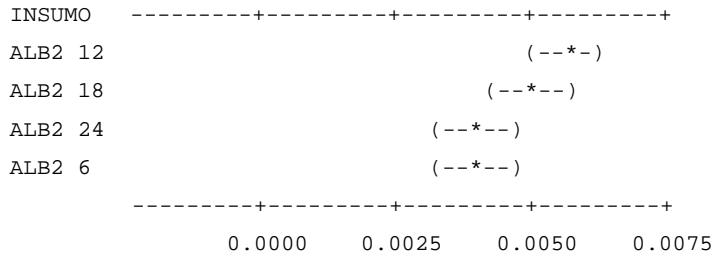
Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%

Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de INSUMO

Nivel de confianza individual = 99.18%

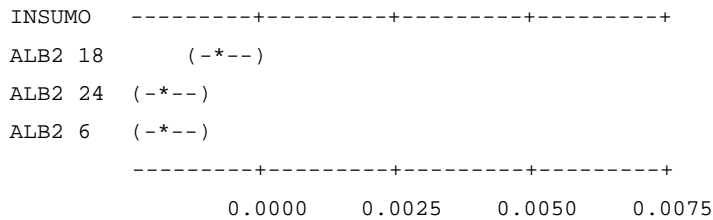
INSUMO = ALB2 1 restado de:

INSUMO	Inferior	Centro	Superior
ALB2 12	0.0049735	0.0056667	0.0063598
ALB2 18	0.0043068	0.0050000	0.0056932
ALB2 24	0.0033068	0.0040000	0.0046932
ALB2 6	0.0033068	0.0040000	0.0046932



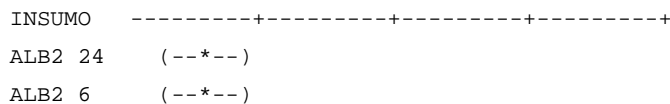
INSUMO = ALB2 12 restado de:

INSUMO	Inferior	Centro	Superior
ALB2 18	-0.0013598	-0.0006667	0.0000265
ALB2 24	-0.0023598	-0.0016667	-0.0009735
ALB2 6	-0.0023598	-0.0016667	-0.0009735

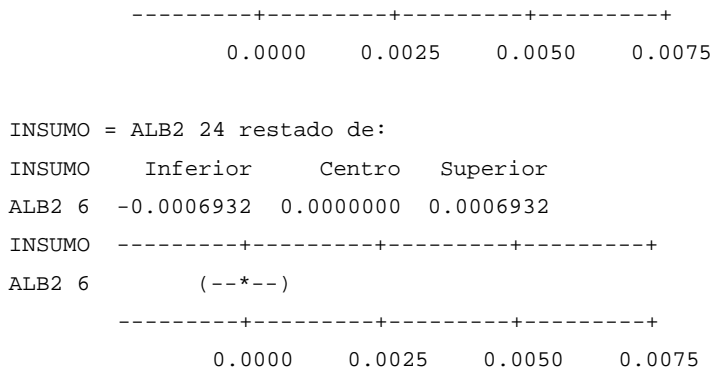


INSUMO = ALB2 18 restado de:

INSUMO	Inferior	Centro	Superior
ALB2 24	-0.0016932	-0.0010000	-0.0003068
ALB2 6	-0.0016932	-0.0010000	-0.0003068





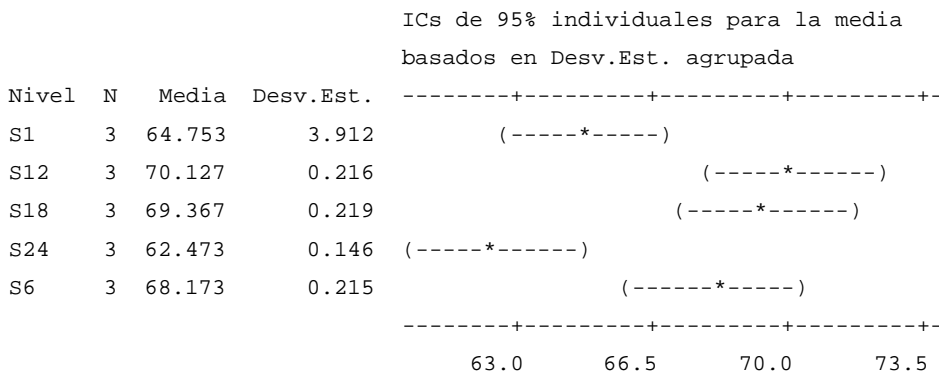


### 3. PARÁMETROS DE COLOR L\*

#### ANOVA UNIDIRECCIONAL: L\* VS. INSUMO SOYA (Día 1, Día 6, Día 12, Día 18, Día 24)

Fuente	GL	SC	CM	F	P
INSUMO	4	126.87	31.72	10.26	0.001
Error	10	30.93	3.09		
Total	14	157.79			

S = 1.759 R-cuad. = 80.40% R-cuad.(ajustado) = 72.56%



Desv.Est. agrupada = 1.759

**Como el p-valor es menor a 0.05, se justifica la ejecución de Tukey.**

Agrupar información utilizando el método de Tukey

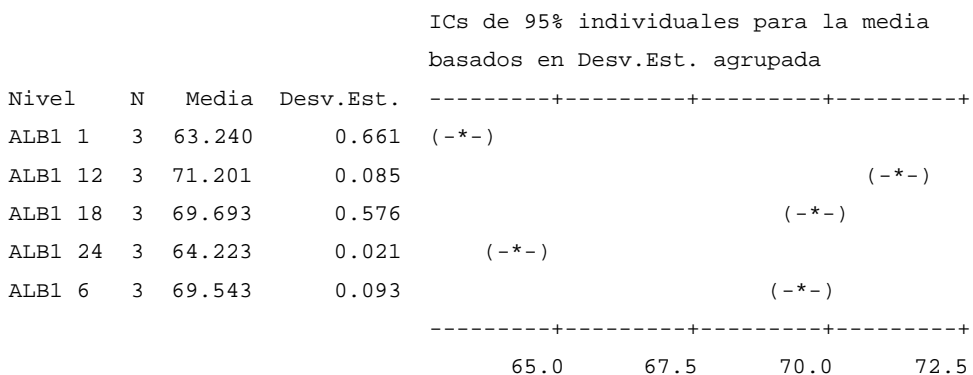
INSUMO	N	Media	Agrupación
S12	3	70.127	A



**ANOVA UNIDIRECCIONAL: L\* VS. INSUMO ALBÚMINA 1 POR CIENTO (Día 1, Día 6, Día 12, Día 18, Día 24)**

Fuente	GL	SC	CM	F	P
INSUMO	4	154.599	38.650	246.19	0.000
Error	10	1.570	0.157		
Total	14	156.169			

S = 0.3962 R-cuad. = 98.99% R-cuad.(ajustado) = 98.59%



Desv.Est. agrupada = 0.396

**Como el p-valor es menor a 0.05, se justifica la ejecución de Tukey.**

Agrupar información utilizando el método de Tukey

INSUMO	N	Media	Agrupación
ALB1 12	3	71.2007	A
ALB1 18	3	69.6933	B
ALB1 6	3	69.5433	B
ALB1 24	3	64.2233	C
ALB1 1	3	63.2400	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%

Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de INSUMO

Nivel de confianza individual = 99.18%

INSUMO = ALB1 1 restado de:

INSUMO	Inferior	Centro	Superior	
ALB1 12	6.8970	7.9607	9.0244	(-*-)

-----+-----+-----+-----+-----+-----

ALB1 18	5.3896	6.4533	7.5170		(-*-)
ALB1 24	-0.0804	0.9833	2.0470	(-*-)	
ALB1 6	5.2396	6.3033	7.3670		(--*-)

-----+-----+-----+-----+-----

-5.0	0.0	5.0	10.0
------	-----	-----	------

INSUMO = ALB1 12 restado de:

INSUMO	Inferior	Centro	Superior		
ALB1 18	-2.5710	-1.5073	-0.4436	(-*-)	
ALB1 24	-8.0410	-6.9773	-5.9136	(-*-)	
ALB1 6	-2.7210	-1.6573	-0.5936	(-*-)	

-----+-----+-----+-----+-----

-5.0	0.0	5.0	10.0
------	-----	-----	------

INSUMO = ALB1 18 restado de:

INSUMO	Inferior	Centro	Superior		
ALB1 24	-6.5337	-5.4700	-4.4063	(-*-)	
ALB1 6	-1.2137	-0.1500	0.9137	(-*-)	

-----+-----+-----+-----+-----

-5.0	0.0	5.0	10.0
------	-----	-----	------

INSUMO = ALB1 24 restado de:

INSUMO	Inferior	Centro	Superior		
ALB1 6	4.2563	5.3200	6.3837		(-*-)

-----+-----+-----+-----+-----

-5.0	0.0	5.0	10.0
------	-----	-----	------

### ANOVA UNIDIRECCIONAL: L\* VS. INSUMO ALBÚMINA 2 POR CIENTO (Día 1, Día 6, Día 12, Día 18, Día 24)

Fuente	GL	SC	CM	F	P
INSUMO	4	186.318	46.580	343.10	0.000
Error	10	1.358	0.136		
Total	14	187.676			

S = 0.3685    R-cuad. = 99.28%    R-cuad.(ajustado) = 98.99%

ICs de 95% individuales para la media  
basados en Desv.Est. agrupada

Nivel	N	Media	Desv.Est.		
ALB2 1	3	63.613	0.401	(*-)	
ALB2 12	3	71.380	0.439		(-*)
ALB2 18	3	69.717	0.190		(-*-)





INSUMO	N	Media	Agrupación
S12	3	11.6333	A
S18	3	11.5967	A
S1	3	11.2067	A B
S24	3	10.8633	B
S6	3	10.1167	C

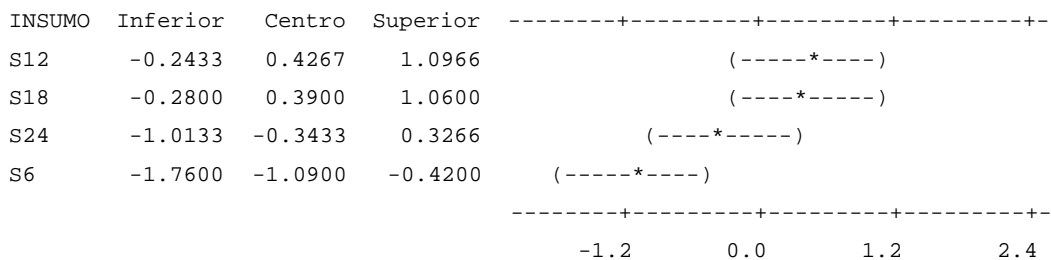
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%

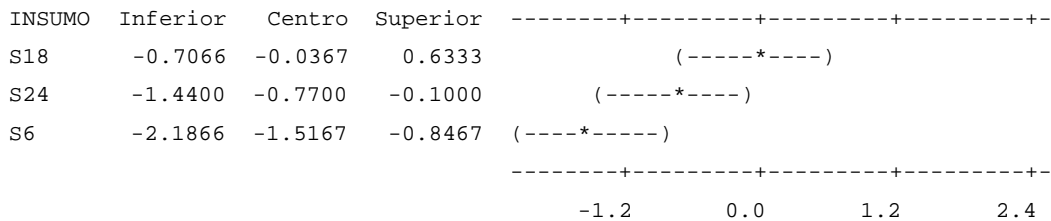
Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de INSUMO

Nivel de confianza individual = 99.18%

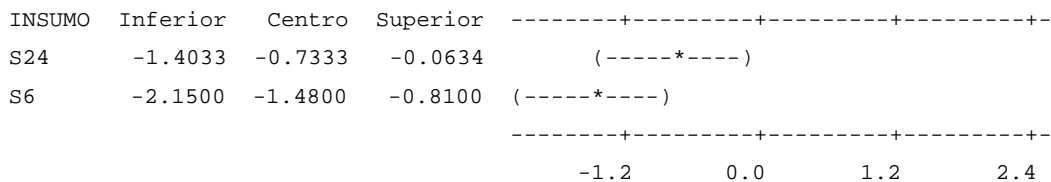
INSUMO = S1 restado de:



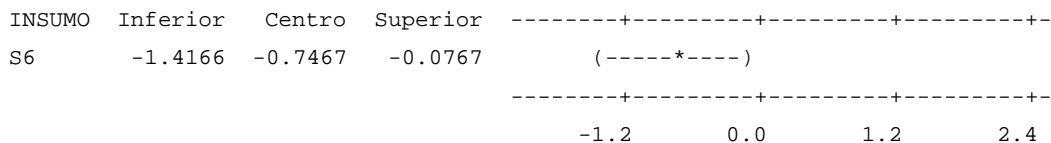
INSUMO = S12 restado de:



INSUMO = S18 restado de:



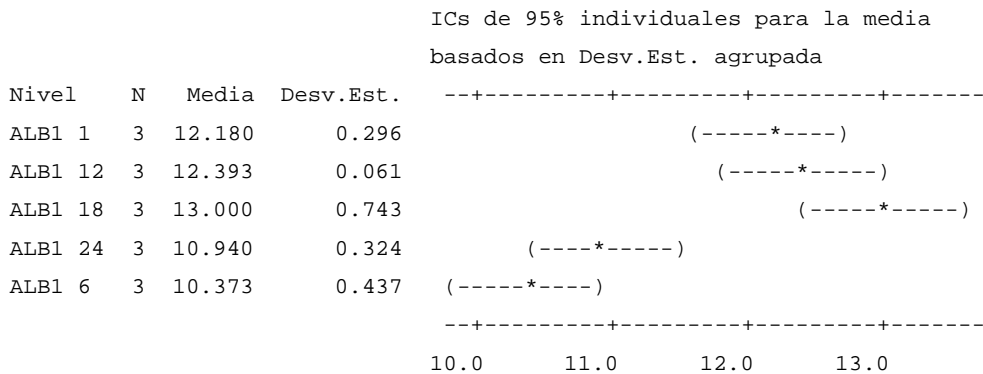
INSUMO = S24 restado de:



**ANOVA UNIDIRECCIONAL: a\* VS. INSUMO ALBÚMINA 1 POR CIENTO (Día 1, Día 6, Día 12, Día 18, Día 24)**

Fuente	GL	SC	CM	F	P
INSUMO	4	14.127	3.532	18.81	0.000
Error	10	1.878	0.188		
Total	14	16.004			

S = 0.4333    R-cuad. = 88.27%    R-cuad.(ajustado) = 83.58%



Desv.Est. agrupada = 0.433

**Como el p-valor es menor a 0.05, se justifica la ejecución de Tukey.**

Agrupar información utilizando el método de Tukey

INSUMO	N	Media	Agrupación
ALB1 18	3	13.0000	A
ALB1 12	3	12.3933	A
ALB1 1	3	12.1800	A
ALB1 24	3	10.9400	B
ALB1 6	3	10.3733	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

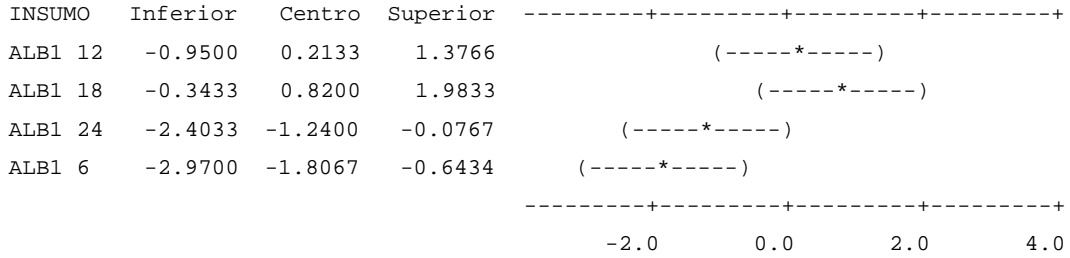
Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%

Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de INSUMO

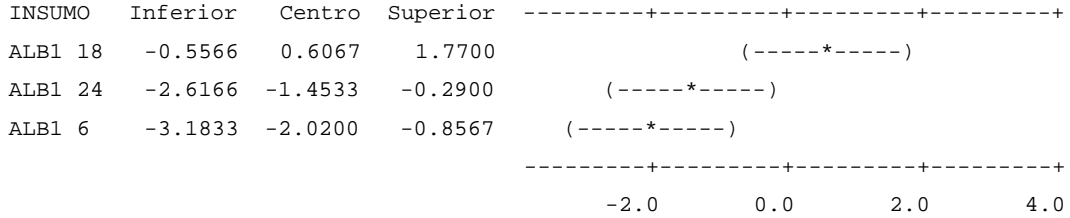
Nivel de confianza individual = 99.18%



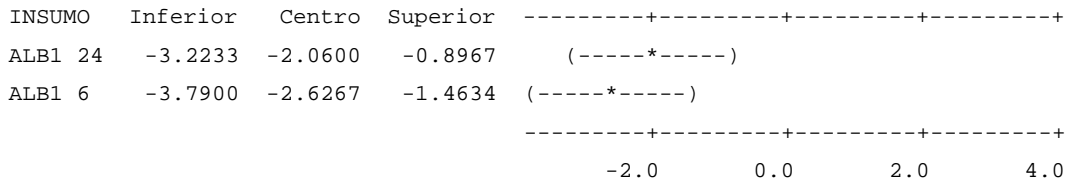
INSUMO = ALB1 1 restado de:



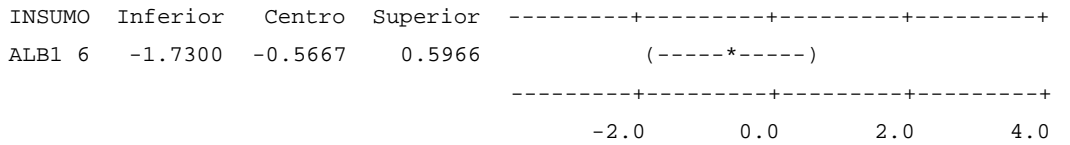
INSUMO = ALB1 12 restado de:



INSUMO = ALB1 18 restado de:



INSUMO = ALB1 24 restado de:



**ANOVA UNIDIRECCIONAL: a\* VS. INSUMO ALBÚMINA 2 POR CIENTO (Día 1, Día 6, Día 12, Día 18, Día 24)**

Fuente	GL	SC	CM	F	P
INSUMO	4	11.451	2.863	22.03	0.000
Error	10	1.299	0.130		
Total	14	12.750			

S = 0.3605 R-cuad. = 89.81% R-cuad.(ajustado) = 85.73%

ICs de 95% individuales para la media  
basados en Desv.Est. agrupada

Nivel	N	Media	Desv.Est.	
ALB2 1	3	10.693	0.110	(----*----)
ALB2 12	3	12.423	0.569	(---*----)
ALB2 18	3	11.763	0.035	(----*----)
ALB2 24	3	11.063	0.055	(----*----)
ALB2 6	3	9.883	0.556	(----*----)

-----+-----+-----+-----+-----+-----  
10.0      11.0      12.0      13.0

Desv.Est. agrupada = 0.360

### Como el p-valor es menor a 0.05, se justifica la ejecución de Tukey.

Agrupar información utilizando el método de Tukey

INSUMO	N	Media	Agrupación
ALB2 12	3	12.4233	A
ALB2 18	3	11.7633	A B
ALB2 24	3	11.0633	B C
ALB2 1	3	10.6933	C D
ALB2 6	3	9.8833	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%

Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de INSUMO

Nivel de confianza individual = 99.18%

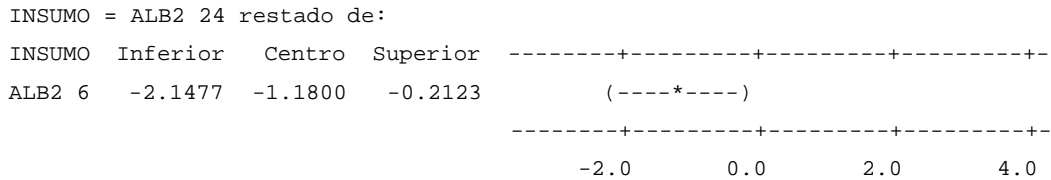
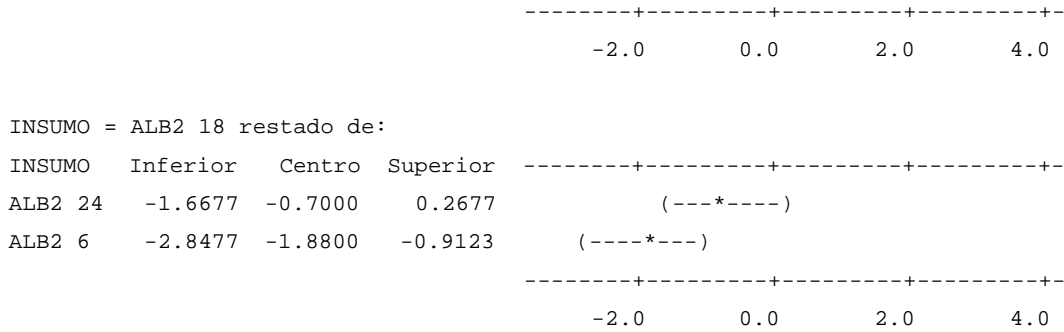
INSUMO = ALB2 1 restado de:

INSUMO	Inferior	Centro	Superior	
ALB2 12	0.7623	1.7300	2.6977	(----*----)
ALB2 18	0.1023	1.0700	2.0377	(---*----)
ALB2 24	-0.5977	0.3700	1.3377	(----*----)
ALB2 6	-1.7777	-0.8100	0.1577	(----*----)

-----+-----+-----+-----+-----+-----  
-2.0      0.0      2.0      4.0

INSUMO = ALB2 12 restado de:

INSUMO	Inferior	Centro	Superior	
ALB2 18	-1.6277	-0.6600	0.3077	(.----*----)
ALB2 24	-2.3277	-1.3600	-0.3923	(----*----)
ALB2 6	-3.5077	-2.5400	-1.5723	(----*----)

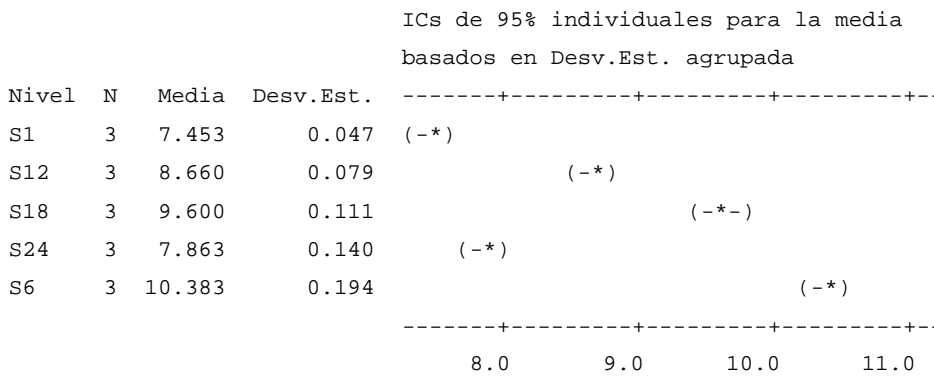


## 5. PARÁMETROS DE COLOR b\*

### ANOVA UNIDIRECCIONAL: b\* VS. INSUMO SOYA (Día 1, Día 6, Día 12, Día 18, Día 24)

Fuente	GL	SC	CM	F	P
INSUMO	4	17.5712	4.3928	280.51	0.000
Error	10	0.1566	0.0157		
Total	14	17.7278			

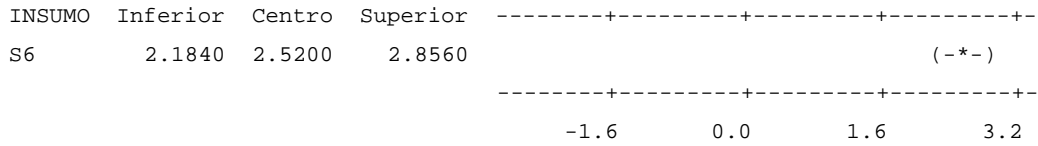
S = 0.1251    R-cuad. = 99.12%    R-cuad.(ajustado) = 98.76%



Desv.Est. agrupada = 0.125



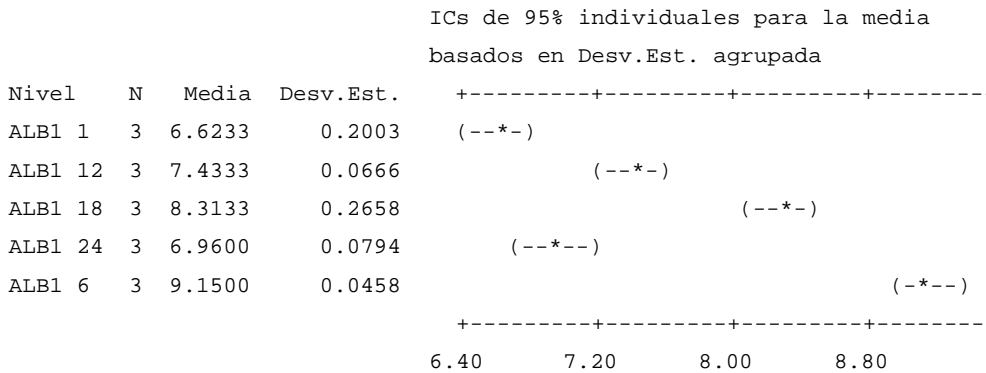
INSUMO = S24 restado de:



**ANOVA UNIDIRECCIONAL: b\* VS. INSUMO ALBÚMINA 1 POR CIENTO (Día 1, Día 6, Día 12, Día 18, Día 24)**

Fuente	GL	SC	CM	F	P
INSUMO	4	12.7696	3.1924	129.14	0.000
Error	10	0.2472	0.0247		
Total	14	13.0168			

S = 0.1572 R-cuad. = 98.10% R-cuad.(ajustado) = 97.34%



Desv.Est. agrupada = 0.1572

**Como el p-valor es menor a 0.05, se justifica la ejecución de Tukey.**

Agrupar información utilizando el método de Tukey

INSUMO	N	Media	Agrupación
ALB1 6	3	9.1500	A
ALB1 18	3	8.3133	B
ALB1 12	3	7.4333	C
ALB1 24	3	6.9600	D
ALB1 1	3	6.6233	D

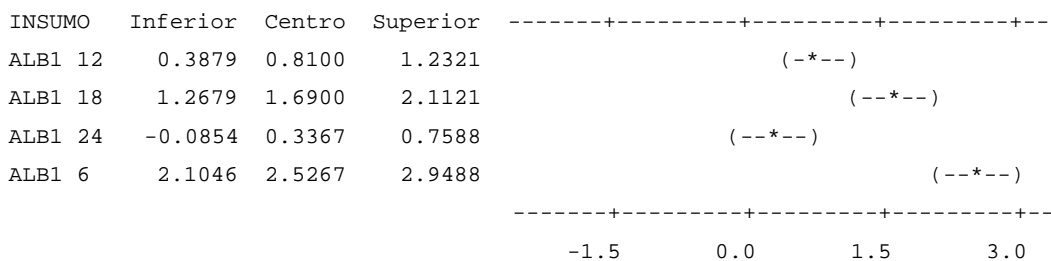
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%

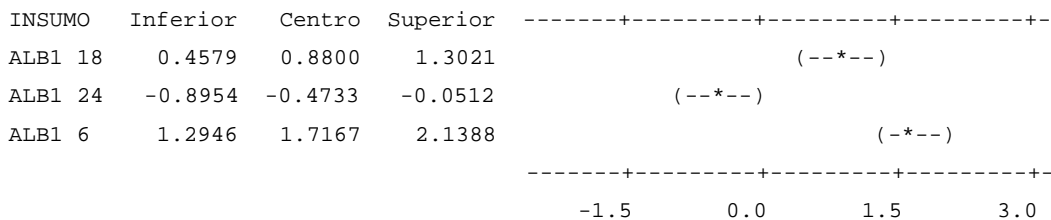
Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de INSUMO

Nivel de confianza individual = 99.18%

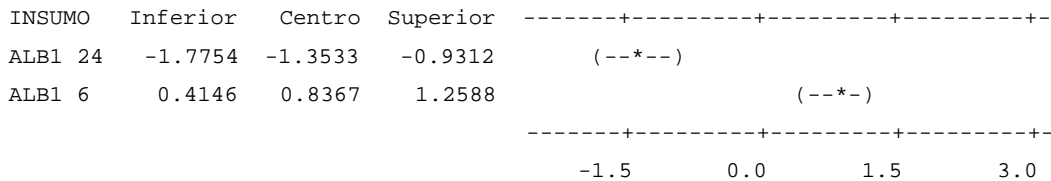
INSUMO = ALB1 1 restado de:



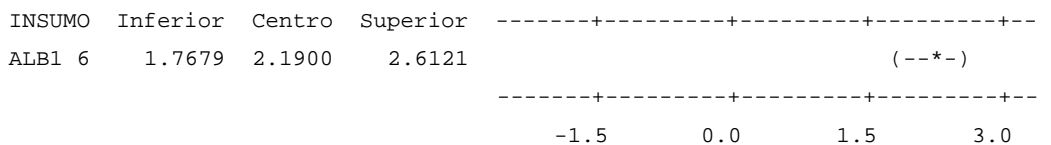
INSUMO = ALB1 12 restado de:



INSUMO = ALB1 18 restado de:



INSUMO = ALB1 24 restado de:



**ANOVA UNIDIRECCIONAL: b\* VS. INSUMO ALBÚMINA 2 POR CIENTO (Día 1, Día 6, Día 12, Día 18, Día 24)**

Fuente	GL	SC	CM	F	P
INSUMO	4	20.2414	5.0603	121.88	0.000
Error	10	0.4152	0.0415		
Total	14	20.6566			

S = 0.2038 R-cuad. = 97.99% R-cuad.(ajustado) = 97.19%

ICs de 95% individuales para la media  
basados en Desv.Est. agrupada

Nivel	N	Media	Desv.Est.	
ALB2 1	3	7.037	0.127	(-***)
ALB2 12	3	8.650	0.087	(--*-)
ALB2 18	3	8.847	0.177	(-***)
ALB2 24	3	6.890	0.340	(--***)
ALB2 6	3	9.957	0.193	(--*-)

-----+-----+-----+-----+-----  
7.0      8.0      9.0      10.0

Desv.Est. agrupada = 0.204

### Como el p-valor es menor a 0.05, se justifica la ejecución de Tukey.

Agrupar información utilizando el método de Tukey

INSUMO	N	Media	Agrupación
ALB2 6	3	9.9567	A
ALB2 18	3	8.8467	B
ALB2 12	3	8.6500	B
ALB2 1	3	7.0367	C
ALB2 24	3	6.8900	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%

Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de INSUMO

Nivel de confianza individual = 99.18%

INSUMO = ALB2 1 restado de:

INSUMO	Inferior	Centro	Superior	
ALB2 12	1.0663	1.6133	2.1604	(--***)
ALB2 18	1.2630	1.8100	2.3570	(--***)
ALB2 24	-0.6937	-0.1467	0.4004	(-***)
ALB2 6	2.3730	2.9200	3.4670	(--*-)

-----+-----+-----+-----+-----  
-2.0      0.0      2.0      4.0

INSUMO = ALB2 12 restado de:

INSUMO	Inferior	Centro	Superior	
ALB2 18	-0.3504	0.1967	0.7437	(--***)
ALB2 24	-2.3070	-1.7600	-1.2130	(--***)

ALB2 6	0.7596	1.3067	1.8537	(--*-)
-----+-----+-----+-----+-				
	-2.0	0.0	2.0	4.0

INSUMO = ALB2 18 restado de:

INSUMO	Inferior	Centro	Superior	-----+-----+-----+-----+-
ALB2 24	-2.5037	-1.9567	-1.4096	(--*--)
ALB2 6	0.5630	1.1100	1.6570	(--*-)
-----+-----+-----+-----+-				
	-2.0	0.0	2.0	4.0

INSUMO = ALB2 24 restado de:

INSUMO	Inferior	Centro	Superior	-----+-----+-----+-----+-
ALB2 6	2.5196	3.0667	3.6137	(-*--)
-----+-----+-----+-----+-				
	-2.0	0.0	2.0	4.0

## 6. DUREZA

### ANOVA UNIDIRECCIONAL: DUREZA VS. INSUMO SOYA (Día 1, Día 6, Día 12, Día 18, Día 24)

Fuente	GL	SC	CM	F	P
INSUMO	4	421869	105467	12.37	0.000
Error	25	213233	8529		
Total	29	635102			

S = 92.35    R-cuad. = 66.43%    R-cuad.(ajustado) = 61.05%

ICs de 95% individuales para la media  
basados en Desv.Est. agrupada

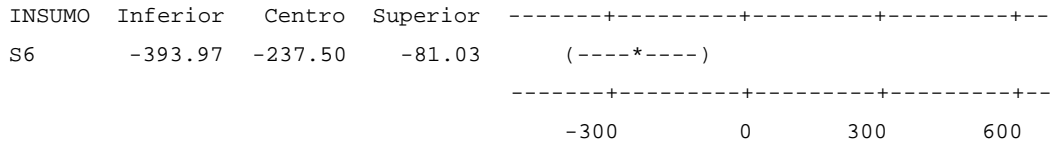
Nivel	N	Media	Desv.Est.	-----+-----+-----+-----+-	
S1	6	1272.8	155.4	(----*----)	
S12	6	1196.8	53.3	(----*----)	
S18	6	1374.5	48.5	(-----*-----)	
S24	6	1252.3	66.7	(----*-----)	
S6	6	1014.8	94.1	(-----*----)	
-----+-----+-----+-----+-					
		1050	1200	1350	1500

Desv.Est. agrupada = 92.4





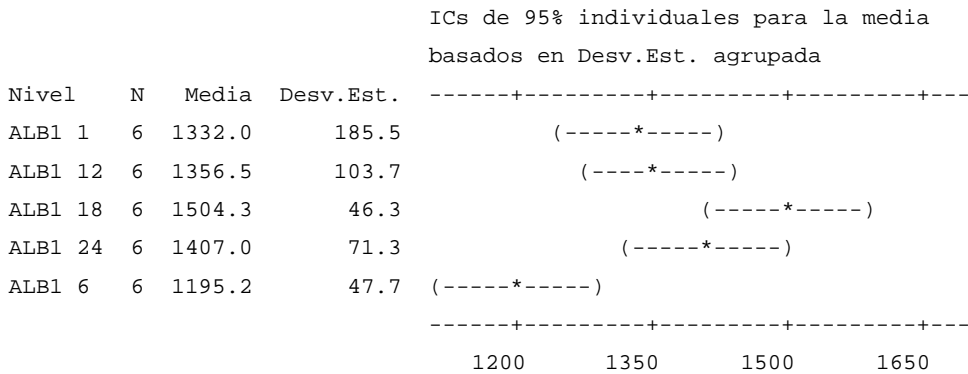
INSUMO = S24 restado de:



## ANOVA UNIDIRECCIONAL: DUREZA VS. INSUMO ALBÚMINA 1 POR CIENTO (Día 1, Día 6, Día 12, Día 18, Día 24)

Fuente	GL	SC	CM	F	P
INSUMO	4	306014	76504	7.00	0.001
Error	25	273324	10933		
Total	29	579338			

S = 104.6 R-cuad. = 52.82% R-cuad.(ajustado) = 45.27%



Desv.Est. agrupada = 104.6

**Como el p-valor es menor a 0.05, se justifica la ejecución de Tukey.**

Agrupar información utilizando el método de Tukey

INSUMO	N	Media	Agrupación
ALB1 18	6	1504.3	A
ALB1 24	6	1407.0	A
ALB1 12	6	1356.5	A B
ALB1 1	6	1332.0	A B
ALB1 6	6	1195.2	B

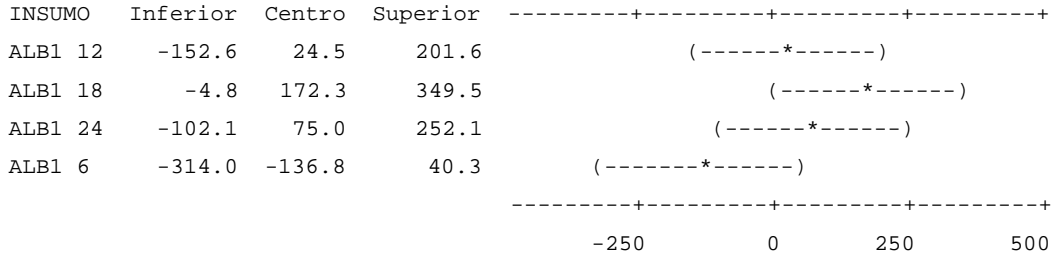
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%

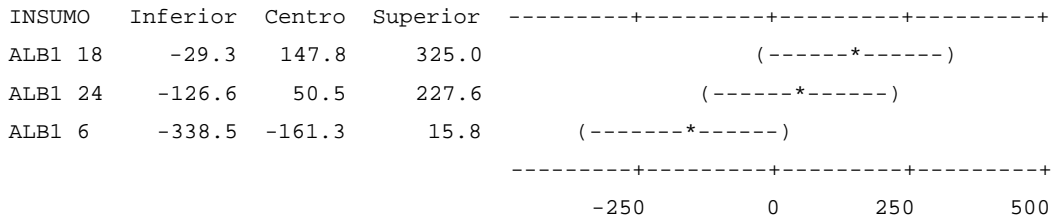
Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de INSUMO

Nivel de confianza individual = 99.29%

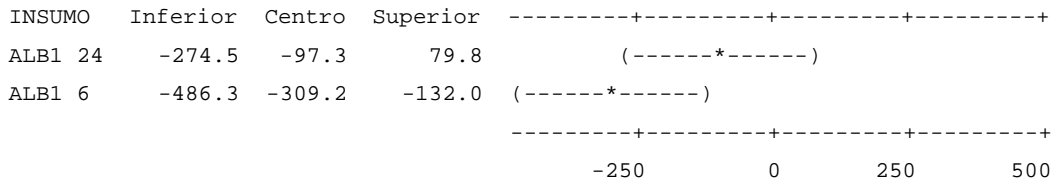
INSUMO = ALB1 1 restado de:



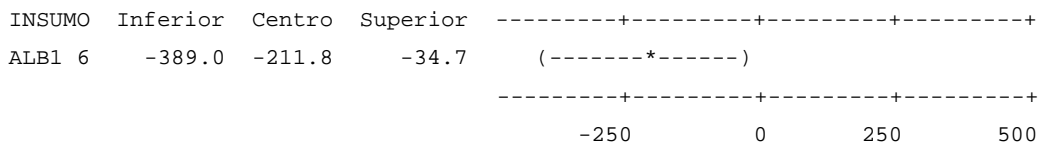
INSUMO = ALB1 12 restado de:



INSUMO = ALB1 18 restado de:



INSUMO = ALB1 24 restado de:



**ANOVA UNIDIRECCIONAL: DUREZA VS. INSUMO ALBÚMINA 2 POR CIENTO  
(Día 1, Día 6, Día 12, Día 18, Día 24)**

Fuente	GL	SC	CM	F	P
INSUMO	4	702390	175597	17.04	0.000
Error	25	257568	10303		
Total	29	959957			

S = 101.5    R-cuad. = 73.17%    R-cuad.(ajustado) = 68.88%

ICs de 95% individuales para la media  
basados en Desv.Est. agrupada

Nivel	N	Media	Desv.Est.	
ALB2 1	6	1351.0	121.7	(----*----)
ALB2 12	6	1480.3	76.7	(-----*-----)
ALB2 18	6	1660.0	149.6	(-----*-----)
ALB2 24	6	1795.5	69.4	(----*----)
ALB2 6	6	1520.2	60.2	(----*----)

-----+-----+-----+-----+-----  
1280      1440      1600      1760

Desv.Est. agrupada = 101.5

**Como el p-valor es menor a 0.05, se justifica la ejecución de Tukey.**

Agrupar información utilizando el método de Tukey

INSUMO	N	Media	Agrupación
ALB2 24	6	1795.5	A
ALB2 18	6	1660.0	A B
ALB2 6	6	1520.2	B C
ALB2 12	6	1480.3	C
ALB2 1	6	1351.0	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%

Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de INSUMO

Nivel de confianza individual = 99.29%

INSUMO = ALB2 1 restado de:

INSUMO	Inferior	Centro	Superior	
ALB2 12	-42.6	129.3	301.3	(----*----)
ALB2 18	137.0	309.0	481.0	(-----*-----)
ALB2 24	272.5	444.5	616.5	(-----*-----)
ALB2 6	-2.8	169.2	341.1	(-----*-----)

-----+-----+-----+-----+-----  
-300      0      300      600

INSUMO = ALB2 12 restado de:

INSUMO	Inferior	Centro	Superior	
ALB2 18	7.7	179.7	351.6	(-----*-----)
ALB2 24	143.2	315.2	487.1	(-----*-----)

ALB2 6	-132.1	39.8	211.8	(-----*-----)
				-----+-----+-----+-----+-----
				-300                    0                    300                    600

INSUMO = ALB2 18 restado de:

INSUMO	Inferior	Centro	Superior	-----+-----+-----+-----+-----
ALB2 24	-36.5	135.5	307.5	(-----*-----)
ALB2 6	-311.8	-139.8	32.1	(-----*-----)
				-----+-----+-----+-----+-----
				-300                    0                    300                    600

INSUMO = ALB2 24 restado de:

INSUMO	Inferior	Centro	Superior	-----+-----+-----+-----+-----
ALB2 6	-447.3	-275.3	-103.4	(-----*-----)
				-----+-----+-----+-----+-----
				-300                    0                    300                    600

## ANEXO 3: Hoja Técnica Aislado Proteico de Soya

### LINYI SHANSONG BIOLOGICAL PRODUCTS CO., LTD.

BANCHENG TOWN, LINYI CITY, SHANDONG, CHINA 276036

#### Specification of Isolated Soy Protein SS-PRO-90D (Dispersion type)

**Description of SS-PRO-90D:** it is produced from the finest Non-GMO soybean; it is produced and designed for application in the nutritional food, dairy industry, health-care foods, beverage products and producing soybean peptide.

**Characteristic:** Non-beany flavor, high soluble and dispersible, dissolved rapidly, dissolved stability, not easy to layer

#### Organoleptic index

Light yellow or Milky white, No peculiar smell,  
No impurities visible to the naked eyes

#### Physical and chemical index

Protein (dry basis, N×6.25, %)	≥90
NSI %	≥88
Urease activity	Negative
Moisture (%)	≤6.0
Fat (%)	≤0.8
Ash (dry basis, %)	≤5.0
Crude fiber (dry basis, %)	≤0.5
Particle Size (100mesh,%)	≥95
Arsenic(mg/kg)	≤0.5
PH(10% solution p/v)	6.95±0.35
Lead(mg/kg)	≤1.0

#### Microbiological index

Total plate count	≤30000cfu/g
Coliform	≤30MPN/100g
Yeast & Moulds	≤100/g
E. Coli	Negative
Salmonella	Negative


**Packaging:** in CIQ-inspected Kraft bags lined with polyethylene bags, packed in closed bacteria-free workshop which was built according to GMP standard, so that the product quality is guaranteed.

Specification: 20 kg/bag, 25 kg/bag or up to the buyer's request.

**Transportation and Storage:** Kept from rain or damp during transportation and storage, and not loaded or stored together with other smelly products, To be stored in a dry & cool place away from sunlight, best storage temperature: below 25°C

**Shelf life:** 12 Months under appropriate storage condition from producing date

## ANEXO 4: Hoja Técnica Clara Deshidratada Pasteurizada Alto Gel

	<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.