

Evaluación de una metodología de control en la elaboración de jamón Virginia con implicaciones técnicas, económicas y de calidad

Antonio Javier Salvador Avilés

MICROISIS:	_____
FECHA:	_____
ENCARGADO:	_____

ZAMORANO
Programa de Tecnología de Alimentos

Diciembre, 1999

1064

Evaluación de una metodología de control en la elaboración de jamón Virginia con implicaciones técnicas, económicas y de calidad

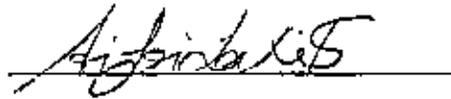
Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura.

presentado por

Antonio Javier Salvador Avilés

Zamorano, Honduras
Diciembre, 1999

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos del autor.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Antonio Javier Salvador Avilés", is written over a horizontal line.

Antonio Javier Salvador Avilés

Zamorano, Honduras
Diciembre, 1999

DEDICATORIA

A mi familia y especialmente a mis padres por su amor, ejemplo y dedicación que siempre motivaron mi trabajo diario.

A la memoria de Erkan Ulu.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por el bienestar que acompañó a mi familia y a mí en estos años.

A mis padres por los valores que me inculcaron, el ejemplo que me mostraron y el amor que nunca me ha faltado.

A mis hermanos, Inés, Miguel y Juan Diego, por los años que deje de compartir con ellos.

A la Dra. García por su ayuda incondicional y buena voluntad que siempre tuvo conmigo.

Al profesor Miguel Avedillo por ser una persona cabal, por ser el mejor docente que he conocido, por su preocupación por mi bienestar y haberme inculcado hacer mi trabajo de la mejor manera posible.

Al Ing. Cantarero por la confianza y facilidades brindadas en la ejecución del experimento.

Al Ing. Teuben por su comprensión y consejos.

A mis inigualables amigos, Daniel, Christian, Paul, Eduardo, Euro, Luis, Santiago, Leonardo, Rodrigo y Carlos que me acompañaron en los momentos buenos y malos, por compartir sus vidas, sentimientos y consejos.

A mis queridas amigas Andrea, Ana, Lupe, Belén, Belinda y Maricela por su amistad, preocupación y cariño.

A mis compañeros Omega 98 y PIA 99 por los inolvidables momentos vividos.

A la familia Granadino por su hospitalidad y generosidad brindadas.

A la vida por brindarme la oportunidad de llevarme de Zamorano una increíble experiencia tanto académica como humana que marcaron mi mente y sentimientos.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Agradezco a Zamorano por la beca otorgada en este año.

Agradezco a la Fundación Luis Dávalos y al Instituto Ecuatoriano de Crédito Educativo (I.E.C.E) por la ayuda financiera en el Programa de Agrónomo.

RESUMEN

Salvador, Antonio. 1999. Evaluación de una Metodología de Control en la Elaboración de Jamón Virginia con Implicaciones Técnicas, Económicas y de Calidad. 58p.

La calidad es un instrumento que asegura la competitividad de una empresa ya que permite ofrecer productos uniformes y mejorar las eficiencias técnicas y económicas en los procesos. El objetivo del estudio fue implementar una metodología de control en la elaboración jamón Virginia, el cual es un producto de alto valor económico que se produce en la Planta de Industrias Cárnicas de Zamorano. El producto, la materia prima y los procesos se caracterizaron determinando las variables más importantes desde el punto de vista cualitativo (uniformidad, aceptación sensorial, retención de agua), económico (costo, ingresos, beneficio, rentabilidad) y técnico (pH, temperatura, tiempos, desperdicio, merma y rendimiento). Los tratamientos los constituyeron tres factores: el nivel de salmuera en la formulación (9.15 vs. 13.77 kg en tandas de 45.36 kg), el ciclo de masaje en el proceso (actual y modificado) y el tipo de operario (trabajadores y estudiantes). Los resultados fueron analizados estadística y económicamente usando la calidad de la materia prima como covariable. Los consumidores (estudiantes y residentes del campus Zamorano) no encontraron diferencia ($P > 0.05$) en la calidad global del producto, sin embargo, sí detectaron cambios favorables en la textura y sabor en los productos con mayor nivel de salmuera. La apariencia del producto tuvo mayor aceptación cuando se trabajó con el ciclo actual. El nivel de grasa de la materia prima fue el factor que tuvo más influencia en la variabilidad, los costos, rentabilidad del producto y de más alta correlación entre la evaluación subjetiva y el análisis químico ($r = -0.84$). Los trabajadores redujeron ($P < 0.05$) el tiempo total del proceso y los costos por desperdicio y merma ($P < 0.25$) en comparación con los estudiantes. El tratamiento económicamente más rentable ($P < 0.05$) utilizó el nivel superior de salmuera, el ciclo propuesto y la materia prima con mayor nivel de grasa. La metodología empleada puede ser aplicada en otros productos cárnicos a fin de optimizar los procesos de producción.

Palabras claves: carne reestructurada, calidad, eficiencia productiva, consumidor.

Nota de Prensa

CALIDAD Y EFICIENCIA PRODUCTIVA EN JAMON VIRGINIA

En Zamorano se pretende que las instalaciones productivas no sean simplemente lugares de docencia, sino también verdaderas empresas listas a competir en un mercado cada vez más exigente. Por tal motivo es importante buscar alternativas que mejoren la calidad de sus productos y la eficiencia productiva.

El jamón Virginia que se produce en la Planta de Industrias Cárnicas de Zamorano es un embutido de alto valor económico elaborado a partir de recortes de cerdo y res. Se utilizó este producto como ejemplo para aplicar una metodología de control que integre criterios técnicos, económicos y de calidad.

En Agosto de 1999 se procedió a analizar los factores involucrados en la elaboración de este producto. Se encontraron factores sujetos a cambio como la formulación, el proceso y el tipo de operario (trabajadores o estudiantes). El efecto de la materia prima también fue evaluado aunque su calidad, fue difícil de controlar.

Las variables de calidad incluyeron evaluaciones químicas y visuales de la materia prima, producto intermedio y final, así como también pruebas de retención de agua del producto final. Se realizaron pruebas de aceptación en cuanto a apariencia, textura, sabor y calidad global. Las variables técnicas y económicas estaban relacionadas con la eficiencia y rentabilidad del proceso.

La calidad de la materia prima se relacionó con el nivel de grasa el cual afectó la rentabilidad, mas no la aceptación del consumidor. Los niveles superiores de salmuera en la formulación favorecieron la aceptación de la textura y sabor, mientras que el ciclo propuesto de masaje la apariencia del producto. En general, los consumidores no percibieron diferencias cuando se modificaron los factores de producción.

Los estudiantes reducen la rentabilidad de 27 a 19% con relación a los trabajadores debido a un mayor tiempo y costo en los niveles de desperdicio y merma. La formulación y ciclo propuesto aumentaron la rentabilidad del producto.

La metodología aplicada permitió observar el efecto de los cambios en los tres criterios considerados de manera integral a fin de optimizar el proceso productivo del jamón Virginia. Esta metodología puede ser aplicada en otros productos cárnicos y su ampliación podría incluir las etapas desde la recepción hasta la comercialización del producto.

CONTENIDO

	Portadilla	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas	iii
	Dedicatoria	iv
	Agradecimientos.....	v
	Agradecimiento a patrocinadores	vi
	Resumen.....	vii
	Nota de prensa	viii
	Contenido	ix
	Índice de Cuadros	xii
	Índice de Figuras.....	xv
	Índice de Anexos	xvi
1	INTRODUCCION	1
1.1	GENERALIDADES.....	1
1.2	DEFINICION DEL PROBLEMA.....	1
1.3	HIPOTESIS.....	2
1.4	OBJETIVOS.....	2
1.4.1	Objetivo general.....	2
1.4.2	Objetivos específicos.....	2
1.5	ALCANCES Y LIMITACIONES.....	2
1.5.1	Alcances.....	2
1.5.2	Limitaciones.....	3
2	REVISION DE LITERATURA	4
2.1	CONTEXTO GENERAL.....	4
2.2	CALIDAD	4
2.3	ASPECTOS TECNICOS	5
2.3.1	Formulación.....	5
2.3.2	Principios en la producción de carne cortada, moldeada y reestructurada	6
2.3.3	Procesos en la elaboración de carne cortada, moldeada y reestructurada	7
2.3.4	Equipo	7
2.3.4.1	Mezcladoras.....	7
2.3.4.2	Masajeadoras	8
2.3.4.3	Malaxador, volteador o "tumbler"	8
2.3.4.4	Tratamiento ultrasónico	8
2.3.5	Salmuera.....	9

2.3.5.1	Agentes de curado.....	9
2.3.5.2	Agentes ligantes.....	9
2.3.6	Materia prima	10
2.4	EVALUACION SENSORIAL	10
2.4.1	Tipos de pruebas sensoriales	11
2.4.2	Pruebas de aceptación y preferencia.....	11
2.4.2.1	Escala hedónica	12
2.4.3	Paneles sensoriales.....	12
3	MATERIALES Y METODOS	13
3.1	UBICACION	13
3.2	MATERIALES	13
3.2.1	Materia prima	13
3.2.2	Ingredientes	13
3.2.3	Formulación.....	14
3.2.4	Envolturas y materiales de empaque.....	14
3.3	EQUIPO	15
3.4	METODOLOGÍA	15
3.4.1	Diseño experimental	15
3.4.1.1	Selección de tratamientos.....	15
3.4.1.2	Elección del diseño	15
3.4.1.3	Fuentes de variación	16
3.4.2	Procedimiento.....	17
3.4.2.1	Obtención de materia prima	18
3.4.2.2	Pesado	18
3.4.2.3	Preparación de salmuera	18
3.4.2.4	Molido.....	18
3.4.2.5	Masajeo	18
3.4.2.6	Embutido	18
3.4.2.7	Ahumado y tratamiento térmico.....	19
3.4.2.8	Enfriamiento y refrigeración del producto terminado	19
3.4.2.9	Rebanado y empaque	19
3.5	VARIABLES	20
3.5.1	Variables de calidad.....	20
3.5.1.1	Análisis bromatológico	20
3.5.1.2	Evaluación subjetiva	20
3.5.1.3	Evaluación sensorial	21
3.5.1.4	Prueba de retención de agua.....	21
3.5.2	Variables técnicas	21
3.5.2.1	Eficiencia.....	21
3.5.2.2	Conformidad	21
3.5.3	Variables económicas	21
3.6	ANALISIS ESTADISTICO	22
3.7	ANALISIS ECONOMICO	22
3.8	RESUMEN DE LA METODOLOGIA	22

3.8.1	Esquema de la metodología.....	23
4	RESULTADOS Y DISCUSION	24
4.1	CALIDAD	24
4.1.1	Uniformidad bromatológica y evaluación subjetiva de la materia prima.....	24
4.1.2	Uniformidad bromatológica y evaluación subjetiva del producto masajeado.....	26
4.1.3	Uniformidad bromatológica y evaluación subjetiva del producto final.....	27
4.1.4	Retención de agua.....	27
4.1.4.1	Diferencia de diámetro.....	27
4.1.4.2	Diferencia de peso	29
4.1.5	Evaluación sensorial	30
4.2	VARIABLES TECNICAS	32
4.2.1	Eficiencia.....	32
4.2.1.1	Tiempo de operación.....	32
4.2.1.2	Rendimiento	33
4.2.2	Conformidad.....	36
4.2.2.1	Acidez	36
4.2.2.2	Temperatura.....	36
4.3	ANÁLISIS ECONOMICO	37
5	CONCLUSIONES	44
6	RECOMENDACIONES	45
7	BIBLIOGRAFIA	46
8	ANEXOS	48

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Formulación de jamón Virginia elaborado en Zamorano.....	5
2.	Clasificación de las pruebas sensoriales.....	11
3.	Formulación del jamón Virginia elaborado en Zamorano.....	14
4.	Esquema del diseño de los tratamientos con sus bloques.....	16
5.	Criterio de clasificación, objetivo y variables evaluadas.....	20
6.	Valores promedios de los análisis bromatológicos y evaluación subjetiva de la calidad en la materia prima.....	25
7.	Valores promedios de los análisis bromatológicos y evaluación subjetiva de la calidad en el producto masajead.....	26
8.	Valor promedio de los análisis bromatológicos y evaluación subjetiva de calidad en el producto final.....	27
9.	Probabilidad del valor F en el ANDEVA y CV del diámetro inicial, final y diferencial porcentual del jamón Virginia.....	28
10.	Valores promedios y diferencias significativas en el diámetro inicial, final y cambio porcentual del jamón Virginia.....	29
11.	Probabilidad del valor F en el ANDEVA y CV del peso inicial, final y diferencial porcentual del jamón Virginia.....	29
12.	Valores promedios y diferencias significativas en el peso inicial, final y diferencia porcentual en el jamón Virginia.....	30
13.	Probabilidad del valor F en el ANDEVA de los atributos medidos en la prueba de aceptación al consumidor.....	31
14.	Valores promedios de los atributos en cada tratamiento.....	32

15.	Probabilidad del valor F en el ANDEVA del tiempo a través del proceso.....	33
16.	Valores promedios del tiempo según el tipo de operario.....	33
17.	Probabilidad del valor F en el ANDEVA de los desperdicios a través del proceso.....	34
18.	Valores promedios de los niveles de desperdicio durante el proceso	34
19.	Probabilidad del valor F en el ANDEVA del nivel de merma a través del proceso.....	35
20.	Valores promedios de los niveles de merma durante el proceso de acuerdo al tipo de operario y al tratamiento.....	35
21.	Probabilidad del valor F en el ANDEVA del pH fina.....	36
22.	Temperatura promedio (°C) en diferentes etapas del proceso en cada tratamiento.....	37
23.	Costo promedio en lempiras de los tratamientos en una tanda de 45.35 kg.....	38
24.	Probabilidad del valor F en el ANDEVA en el costo de los desperdicios, merma y mano de obra.....	38
25.	Costo promedio de desperdicios, merma y mano de obra según el tipo de operario en una tanda de 45.35 kg.....	39
26.	Probabilidad del valor F en el ANDEVA de las variables económicas en una tanda de 45.35 kg.....	39
27.	Valores promedio de los resultados económicos en cada tratamiento en una tanda de 45.35 kg.....	40
28.	Valores promedio de los resultados económicos en los dos tipos de operarios en una tanda de 45.35 kg.....	41
29.	Análisis comparativo entre tratamientos según ingreso neto y costo total.....	41
30.	Análisis comparativo entre tratamientos según ingreso neto y costo total considerando un costo promedio de materia prima.....	42

31.	Cambio porcentual de los costos totales según la formulación de los tratamientos y calidad de la materia prima.....	43
-----	--	----

INDICE DE FIGURAS

Figura

1.	Análisis bromatológicos de la materia prima que se utilizó en los cuatro tratamientos.....	25
2.	Variación de la acidez de los tratamientos en las diferentes etapas del proceso.....	36

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Diagrama de flujo para la elaboración de jamón Virginia embutido...	48
2.	Encuesta utilizada en la prueba de catación de los consumidores.....	50
3.	Resultados de las variables de calidad.....	51
4.	Resultados de las variables técnicas.....	57

I. INTRODUCCION

1.1 GENERALIDADES

Zamorano en la actualidad ha entrado en un proceso agresivo de cambio para que sus instalaciones productivas no sean simplemente lugares de docencia, sino también verdaderas empresas que enriquezcan aún más las actividades de los estudiantes.

Como empresa inmersa en un mercado debe establecer si sus productos cumplen con las expectativas de sus clientes y hasta que punto su producción es económicamente rentable. Esto le asegurará un posicionamiento y competitividad en el mercado. Las metodologías de evaluación de la calidad pueden ser instrumentos muy útiles para validar un producto desde el punto de vista económico y de aceptación del consumidor.

La Planta de Industrias Cárnicas de Zamorano produce varios embutidos de características y precios diferentes. Para validar una metodología de evaluación de calidad es preferible empezar por aquellos producto elites donde los controles de calidad puedan tener mayores implicaciones económicas y de mercado.

En la actualidad la producción de la Planta de Industrias Cárnicas de Zamorano va destinada principalmente al consumo en el comedor estudiantil y a las personas residentes en el campus, sin embargo, es posible que en un futuro se proyecte a otros mercados más exigentes lo que hará necesario un refinamiento de sus técnicas y controles de calidad.

1.2 DEFINICION DEL PROBLEMA

Aunque se conoce que Zamorano utiliza materia prima de primera para la elaboración de sus embutidos, no existe una metodología que permita mejorar o cambiar la calidad de los productos de acuerdo a la percepción del consumidor y a la rentabilidad de sus productos. Poco se conoce sobre la uniformidad de la materia prima y las variables implicadas en el proceso que podrían ser pautas para un mejoramiento continuo. Es necesario buscar alternativas relacionadas con la calidad que se apliquen o amolden a la situación real de la empresa.

Se analizó esta problemática tomando como ejemplo el jamón Virginia, el cual es un embutido de alto valor económico dirigido a un nicho exigente del mercado, sin embargo se pretende que la metodología de control en este estudio de caso sirva en la producción y evaluación económica de otros productos cárnicos.

1.3 HIPOTESIS

Ho: No existen diferencias significativas al aplicar una metodología que tenga implicaciones en la calidad y eficiencia productiva del jamón Virginia.

Ho: Los consumidores no podrán percibir diferencias cuando se ejecuten cambios en la formulación y procesos productivos tendientes a satisfacer sus necesidades.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Proponer una metodología combinada aplicable a la producción actual de jamón Virginia que incluya criterios técnicos, económicos y de calidad que pueda ser evaluada con respaldo estadístico.

1.4.2 Objetivos específicos

- a) Determinar la significancia de factores como formulación, proceso, mano de obra y materia prima en la elaboración de jamón Virginia.
- b) Evaluar técnica, económica y sensorialmente los cambios en los factores antes mencionados.

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.5.1 Alcances

- a) Lograr una integración de criterios múltiples para desarrollar una metodología de control aplicable a las circunstancias de la Planta de Industrias Cárnicas.
- b) Detectar deficiencias en los procesos que aparentemente son imperceptibles o poco relevantes.
- c) Motivar al personal sobre su rol protagónico en la consecución de la calidad y la importancia de su labor en la calidad final del producto.

1.5.2 Limitaciones

- a) Por el poco tiempo y disponibilidad de recursos es un estudio de caso limitado que no considera la integridad del sistema de producción.
- b) Existen varios factores que tienen implicaciones en la calidad que no son sujetos a cambios o mejoras en la situación actual.
- c) Las obligaciones de producción y las limitantes económicas impiden realizar varias pruebas o cambios en los procedimientos.
- d) El volumen de producción no permite replicar extensivamente el experimento ni utilizar varios factores en el diseño de los tratamientos.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 CONTEXTO GENERAL

La Planta de Industrias Cárnicas de Zamorano, es una unidad de producción, que como toda empresa inmersa en un mundo cada vez más competitivo necesita buscar alternativas que permitan un mejor desempeño. Entre éstas alternativas sería muy interesante trabajar en el ámbito de la calidad. La búsqueda de la calidad se traduce en una reducción de costos, un aumento en la productividad y el éxito en el plano competitivo (Omachonu y Ross, 1995).

2.2 CALIDAD

La calidad según Omachonu y Ross (1995) no sólo se refiere a la uniformidad del producto, sino al control de la materia prima, insumos, labores, máquinas y funciones administrativas tales como presupuesto, inventario y transporte. Según Feiter (1971), la calidad tiene dos enfoques interrelacionados y diferentes: uno con relación a la satisfacción del cliente y otro con relación a las especificaciones de los procesos; las técnicas de control de calidad se aplican a todo el proceso.

El análisis de los procesos aclara la relación entre los factores causales y los efectos tales como calidad, costo, productividad, etc. En ésta forma se trata de encontrar una tecnología para el control preventivo. La calidad, el costo y la productividad son efecto o resultado de este control de procesos (Ishikawa, 1985).

En los sistemas de mejoramiento de calidad según Omachonu y Ross (1995), se suele utilizar el ciclo de Deming o PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar). Al planear, se establecen las metas del proceso de acuerdo a las necesidades del cliente, se define el problema, se recogen y analizan los datos y se buscan soluciones, alternativas y recomendaciones. Al hacer, se implementa el plan con carácter de prueba. Al verificar, se analizan los resultados para determinar si se han alcanzado los objetivos. Al actuar, se repite el proceso de mejoramiento en todos los frentes. En el análisis de los procesos se deben caracterizar las variables y su variación, establecer las especificaciones y objetivos y desarrollar procedimientos de prueba que puedan ser validados a fin de una futura aplicación o acción correctiva.

Con relación al tema de calidad, se han efectuado recientemente algunos estudios en la Planta de Industrias Cárnicas de Zamorano. Dos estudios se refieren al diseño de un plan de "Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos" para carnes frescas y embutidos,

con enfoque en la seguridad de los alimentos para la salud del consumidor evitando contaminaciones microbiológicas, químicas y físicas (Mejía, 1998; Jaramillo, 1998). También se efectuó una evaluación tecnológica sensorial de formulaciones de costo mínimo para Frankfurter y Mortadela utilizando tres calidades validadas química y comercialmente (Valdivieso, 1998); y un análisis preliminar sobre calidad química y microbiológica de chorizo crudo y mortadela en mercados de Tegucigalpa, donde se incluían productos artesanales, de marca comercial y del Zamorano (Payés, 1998). Para poder aplicar una metodología de mejoramiento de calidad es necesario conocer las especificaciones técnicas del producto que se piensa elaborar, por tal motivo la mayor parte de la revisión de literatura se concentrará en el estudio técnico sobre el jamón Virginia que se elabora en Zamorano.

2.3 ASPECTOS TECNICOS

El jamón Virginia que se elabora en la Planta de Industrias Cárnicas Zamorano es un embutido curado y cocido cuyo término técnico corresponde a los productos cárnicos cortados, moldeados y reestructurados. Este tipo de productos es de desarrollo reciente y generalmente son derivados del cerdo con una textura, tamaño y homogeneidad controladas. En términos generales el procedimiento para elaborar carne reestructurada consiste en cortar porciones de 2.5 - 1.5 cm y masajearlas o malaxarlas para extraer la proteína a la superficie. Después se empaacan en un recipiente o envase fibroso. Durante el tratamiento térmico, las porciones se unen entre sí, con el resultado de un producto que asemeja en gran medida la pieza del músculo entero (Price y Schweigert, 1994).

2.3.1 Formulación

En el siguiente cuadro se puede apreciar con detalle los ingredientes de la formulación.

Cuadro 1. Formulación de jamón Virginia elaborado en Zamorano.

Ingrediente	Peso del ingrediente en kilogramos ^a	Porcentaje del total de la formulación ^a
Cerdo 1	27.21	59.88
Res 1	9.07	19.96
Agua	7.26	15.96
Primafos	0.23	0.5
Sal común	0.79	1.75
Primacure	0.11	0.25
Aislados de soya	0.37	0.81
Condimento Virginia	0.29	0.63
Condimat o Ajinomoto	0.03	0.06
Pluscolor	0.09	0.19

^a Fuente: Planta de Industrias Cárnicas Zamorano (1999)

2.3.2 Principios en la producción de carne, cortada, moldeada y reestructurada

Según Pearson y Gillet (1996) existen tres principios importantes en la producción de carne, cortada, moldeada y reestructurada: la interacción superficial proteína - carne, la flexibilidad y suavidad de la carne y finalmente el calor para coagular la solución de proteínas. El primer principio debe ser creado para formar un vínculo entre pedazos de carne adyacentes. El segundo es necesario para que la carne pueda ser presionada y moldeada en forma deseada y el último es esencial para que los pedazos de carne se liguén. Este último principio depende de la interacción superficial proteína - carne, ya que las proteínas deben estar disponibles en la superficie antes de ser calentadas y luego enfriadas para que se logre una fuerte unión entre los pedazos de carne.

Para crear la matriz superficial de proteína se puede utilizar proteínas cárnicas o de otras fuentes. Generalmente se prefiere la primera opción ya que el vínculo que se forma entre las superficies es mucho más fuerte. La matriz superficial de proteína determinará la fortaleza de la unión durante el calentamiento. La sal es necesaria para extraer las proteínas de la carne, siendo la miosina la principal proteína que fortalece la unión entre los pedazos adyacentes. También otras proteínas miofibrilares como el complejo actinmiosina y actina tienen propiedades ligantes, pero en menor grado que el de la miosina. La fuente de proteína no cárnica que se utiliza puede ser: albúmina de huevo seca, leche descremada en polvo, caseinato de sodio, concentrado y aislado proteico de soya (Pearson y Gillet, 1996).

El masajeo de la carne vuelve suave y flexible al producto, ayuda a crear un exudado pegajoso de proteína en la superficie como también contribuye a la fragmentación de las fibras en la superficie, dichos fragmentos se ubican en la interfase entre los trozos de carne y fortalecen la unión del exudado proteico y los pedazos individuales de carne (Pearson y Gillet, 1996).

Para darle forma al producto es necesario que esté suave y flexible además de que exista una adecuada cantidad de proteína en la superficie. Se puede dar forma forzando el producto hacia fundas, bolsas o moldes metálicos. La principal función cuando se da forma al producto es forzar a los pedazos de carne a un contacto cercano para que el proceso de ligamiento tenga lugar durante el calentamiento (Pearson y Gillet, 1996).

Durante el calentamiento se estabiliza la unión. Se puede lograr sólo con calor, pero frecuentemente se combina con aplicaciones de humo. El calor ocasiona que el exudado pegajoso se coagule y es el responsable del ligamiento de la carne entre sí. La experiencia indica que una temperatura interna final de 57.2 - 68.3 °C es la adecuada. A esta temperatura la mayoría de las proteínas miofibrilares se desnaturalizan. El tiempo de mantenimiento de la temperatura final frecuentemente se prolonga para lograr un control microbiológico (Pearson y Gillet, 1996).

2.3.3 Procesos en la elaboración de carne cortada, moldeada y reestructurada

El procedimiento base para la elaboración de carne cortada, moldeada y reestructurada se conoce como "tumbling" (Schiffner *et al.*, 1996). El "tumbling" (del inglés tumble: caerse o precipitarse) es un procedimiento que ha sido introducido en los últimos decenios en la industria cárnica. Se han desarrollado máquinas especiales, pero también se puede realizar utilizando las amasadoras tradicionales. Lo importante es que la carne sea sometida a un sistema de fricción entre sí o tratamiento mecánico, los cuales sin embargo, no pueden ser tan intensos que lleguen a destruir toda la cohesión de la carne.

El tratamiento mecánico puede consistir en golpear la carne o dejarla caer. Este continuo tratamiento mecánico provoca modificaciones ultraestructurales en la carne. En primer lugar se destruyen parcialmente las fibras musculares, cuya estructura también se ve afectada por el curado. Este proceso de destrucción hace que las células musculares pierdan jugo celular, que está formado por agua y proteínas disueltas. Este jugo se acumula entre las fibras musculares y llega a la superficie, lo que se evidencia porque la superficie de la carne se va humedeciendo lentamente y se nota pegajosa. Debido a este fenómeno de debilitamiento estructural y a la correspondiente liberación de proteínas musculares se incrementa la capacidad de absorción de agua y la carne se hincha. La presencia de sal común en la salmuera refuerza este fenómeno de hinchamiento debido a que, eleva la carga eléctrica de las proteínas incrementando la cantidad de proteínas en estado disueltas en la porción correspondiente a la porción soluble en sal (Schiffner *et al.*, 1996).

2.3.4 Equipo

El equipo que se utiliza puede ser mezcladoras, masajeadoras y malaxadoras o tumblers, algunos de los cuales pueden trabajar con o sin vacío (Schiffner *et al.*, 1996).

2.3.4.1 Mezcladoras. Son agitadores de ejes gemelos que agitan la carne. Se han modificado las paletas de un mezclador agitador normal de modo que no desgarran las piezas de carne. Generalmente las mezcladoras trabajan al vacío proporcionando una acción severa a las piezas cárnicas é intercalando períodos de descanso entre los intervalos de mezclado. Las piezas se introducen en el mezclador, se agitan, se sacan y se almacenan hasta el período de agitación siguiente, unas 12 - 20 h más tarde; permitiendo el uso continuo del mezclador con varios lotes diferentes (Price y Schweigert, 1994). También se puede emplear los mezcladores convencionales de carne aunque este equipo no es adecuado cuando se utilizan pedazos grandes de carne o músculos intactos (Pearson y Gillet, 1996).

2.3.4.2 Masajeadoras. El masajeado es un proceso poco severo que hace uso de la energía de fricción resultante del frotamiento entre dos superficies de carne. Los masajeadoras son tanques con un mecanismo que hace girar lentamente las piezas de carne. En su interior posee brazos de diferentes formas que agitan el producto durante 4 h de forma continua o 24 h de manera intermitente. La fricción que se desarrolla entre los músculos produce la extracción de la miosina. Simultáneamente los movimientos de flexión en el músculo generan un calor interno que incrementa la absorción de la salmuera y acelera el proceso de curado. El masajeado intermitente consiste en masajear la carne durante un corto periodo con el subsecuente periodo de reposo para permitirle absorber la mezcla curante (Price y Schweigert, 1994).

2.3.4.3 Malaxador, volteador o "tumbler". El malaxado, volteador o "tumbler" se diseñó específicamente para producir carne reestructurada. Su principal ventaja es que acelera la extracción de las proteínas y mejora la velocidad del curado debido a una mayor absorción de sal. El volteado intermitente ha mostrado ser más efectivo que el continuo aunque la razón no se sabe con certeza a que se deba (Pearson y Gillet, 1996).

El malaxado es un tratamiento más severo, que hace uso de la energía de impacto resultado del choque de la carne en un tambor giratorio al ser golpeada con paletas o deflectores. El resultado es la transferencia de energía cinética al músculo y un incremento asociado de la temperatura. Se puede utilizar dos tipos de volteo, con o sin vacío. La carne es generalmente inyectada o procesada por inmersión en salmuera y después malaxada. Como regla general, se requiere una altura de caída de 1 m. El malaxado al vacío previene algunos problemas como el ablandamiento del tejido y la incorporación de aire en la matriz proteica. Algunos equipos poseen agujas de inyección de salmuera instaladas en la zona interna de la cámara de vacío para llevar acabo la inyección simultáneamente a la acción mecánica (Price y Schweigert, 1994). Los volteadores deberían ser cargados de un 50 a 60 % de capacidad, ya que resulta en una mayor interacción músculo - músculo y aceleran el proceso (Pearson y Gillet, 1996).

2.3.4.4 Tratamiento ultrasónico. Se conoce que el ultrasonido a baja frecuencia causa trastornos en el tejido. Este tratamiento causa el fenómeno de cavitación que es el resultado de la formación de burbujas o cavidades en los líquidos. El colapso de las burbujas resulta en ondas de choque que son responsables del daño del tejido cercano. El mecanismo exacto del tratamiento con ultrasonido parece ser a través del trastorno de los tejidos en la misma forma esencial que la volteadora y masajeadoras. Puesto que se han llevado acabo pocos estudios con ultrasonido, los mejores tiempos y frecuencias de operación todavía no se han determinado. Sin embargo, el ultrasonido puede acelerar el proceso de trastorno del tejido, incrementar la flexibilidad y puede conducir a un proceso continuo, el cual podría ser más eficiente en la utilización de energía (Pearson y Gillet, 1996).

2.3.5 Salmuera

Desde un punto de vista histórico, el curado de la carne se puede definir como el proceso de añadir sal (NaCl) a la carne con el propósito de conservarla. Sin embargo, para el tecnólogo actual, el curado de la carne significa la producción del pigmento termoestable característico y del sabor de carne curada por medio de la adición de nitrito sódico y otras sustancias, dando menos importancia a las propiedades conservantes de los ingredientes curantes, pese a que éste fue su propósito original (Price y Schweigert, 1994). Según Pearson y Gillet (1996) el nivel de salmuera en la formulación puede variar de 16 a 32 %. Los aditivos que se utilizan para la preparación de la sal de cura se pueden dividir en agentes de curado y agentes ligantes.

2.3.5.1 Agentes de curado. La sal es el principal aditivo que se utiliza como agente de curado en la elaboración de carne reestructurada, ya que como se mencionó ayuda a extraer las proteínas miofibrilares, las cuales son responsables de la fuerza de ligamiento en la unión entre pedazos adyacentes de carne. La sal también incrementa las propiedades de retención de agua y disminuye las pérdidas en el cocimiento. La cantidad de sal que se añade depende del producto, pero generalmente está entre 2 a 2.5 % (Pearson y Gillet, 1996). Sólo se debe emplear sal de grado alimentario, ya que las posibles impurezas podrían causar problemas de color y sabor (Price y Schweigert, 1994).

El nitrito es otro aditivo muy importante en el proceso de curado debido a su efecto en el desarrollo del color rosado por la formación de nitrosohemoglobina. El nitrito ha mostrado ser efectivo al inhibir el crecimiento de *Clostridium botulinum* (Price y Schweigert, 1994). El nivel de nitrito que se utiliza en la elaboración de carne reestructurada es de 156 ppm (Pearson y Gillet, 1996).

Tanto la sal como el nitrito forman parte de lo que se denomina sal de cura. Esta se añade antes de la manipulación física de la carne ya que este proceso acelera su penetración.

2.3.5.2 Agentes ligantes. Como agentes ligantes se usan generalmente los polifosfatos alcalinos, los cuales ayudan a la extracción de la proteína soluble lo que mejora la capacidad de ligamiento de los pedazos adyacentes y además de la extracción mejoran la capacidad de retención del agua. El nivel de polifosfatos que se utiliza generalmente es de un 0.5 % (Pearson y Gillet, 1996).

El objetivo básico en el uso de fosfatos es aumentar la capacidad de retención de agua de los productos cárnicos y así reducir las mermas por cocción en los productos enlatados y cocidos. Solo los fosfatos alcalinos son eficaces, pues los fosfatos ácidos disminuyen el pH y causan una mayor contracción. Con la adición de fosfatos en la salmuera de inyección, no es difícil obtener rendimientos finales de jamones intactos de más del 100% (Price y Schweigert, 1994).

2.3.6 Materia prima

Según Pearson y Gillet (1996) el uso de materia prima de alta calidad es una consideración muy importante en la producción de carne reestructurada, cortada y moldeada. Por ende existen algunas consideraciones para seleccionar la materia prima: únicamente carne de una buena calidad microbial debe ser usada, los aditivos incluyendo el curado y sazonado deben ser de alta calidad, el alto tejido conectivo y el exceso de grasa deben evitarse ya que ambos contribuyen a la apariencia no atractiva del producto.

Ya que los trozos de carne son usados y agitados conjuntamente por el mezclado, volteado o masajeado, la contaminación bacterial de cualquier pedazo afectará el resto de la carne, aumentando la probabilidad de daño.

El tejido conectivo en la superficie de los cortes evita que haya una buena extracción de miosina y otras proteínas miofibrilares. Así mismo las proteínas del tejido conectivo tienen una baja capacidad de ligamiento a altas temperaturas, se gelatinizan y producen productos que no logran mantenerse juntos después del procesamiento. La grasa en la superficie también minimiza la extracción de proteínas lo que resulta en una baja capacidad de ligamiento entre tejidos magros y grasos.

2.4 EVALUACION SENSORIAL

La evaluación sensorial es una ciencia que se ha desarrollado en las últimas décadas cuya definición, según Stone (1993; citado por Lawless y Heymann, 1998), es el método científico usado para evocar, medir, analizar e interpretar las respuestas a los productos como son percibidas a través de los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y audición. La evaluación sensorial se compone de una serie de métodos, directrices y técnicas establecidas para una medición precisa de las respuestas sensoriales humanas y minimiza los efectos de perjuicio potencial en relación a la identidad de la marca o cualquier otra información del producto que pueda influenciar en la percepción del consumidor (Lawless y Heymann, 1998).

El objetivo de la evaluación sensorial es determinar las reacciones de los consumidores hacia un producto ya que de su satisfacción dependen las probabilidades de competitividad en el mercado (CCI UNCTAD/GATT 1991). La medición de la percepción humana frente a las características de los productos se realiza de manera cuantitativa utilizando técnicas estadísticas para el análisis e interpretación de datos (Lawless y Heymann, 1998).

2.4.1 Tipos de pruebas sensoriales

Según Lawless y Heymann (1998) la clasificación de las pruebas sensoriales depende del objetivo de la investigación y se pueden agrupar en tres clases principales. El cuadro 2 resume esa agrupación.

Cuadro 2. Clasificación de las pruebas sensoriales.

Clase	Objetivo de la investigación	Tipo de Prueba
Discriminativas	Determinar si hay diferencia entre dos o más productos	Analítica
Descriptivas	Cuantificar la intensidad de las características percibidas de un producto.	Analítica
Afectivas	Cuantificar el grado de aceptación y/o preferencia de un producto	Hedónica

Fuente: Lawless y Heymann (1998).

En las pruebas analíticas (discriminativas y descriptivas) se requiere de un buen control experimental y la maximización de la precisión de la prueba. En las pruebas hedónicas (afectivas) se requiere consumidores representativos y condiciones de prueba que se asemejen a las experimentadas por el consumidor en el mundo real (Lawless y Heymann, 1998). Según Baltes (1990) las pruebas de tipo analítico son poco prácticas debido a que consumen demasiados recursos y tiempo.

2.4.2 Pruebas de aceptación y preferencia

El interés del investigador es ver si al consumidor le agrada, prefiere o encuentra el producto aceptable basándose en sus características (Lawless y Heymann, 1998). En las pruebas de aceptación y preferencia se puede evaluar el producto como una unidad o sus atributos de manera separada como color, olor, sabor, textura (Baltes, 1990).

Las pruebas de aceptación y preferencia según Resurrección (1998) tienen diferentes enfoques: en las pruebas de aceptación la medición del gusto o agrado de un producto se determina por una escala de valores. Las pruebas de preferencia incluyen la elección de una muestra en relación a una u otras muestras.

El procedimiento más eficiente que se utiliza con mayor frecuencia es una prueba de multiproductos donde se determina el puntaje de aceptación del consumidor y de ahí indirectamente se puede inferir su grado de preferencia (Lawless y Heymann 1998). En este procedimiento se combina los dos enfoques mencionados anteriormente. Existe una relación obvia y directa entre la medición del agrado o gusto de un producto y su preferencia (Resurrección, 1998). El método que generalmente se usa en el procedimiento de multiproductos es la escala hedónica. Según Lawless y Heyman (1998)

una alta calificación hedónica no asegura el éxito en el mercado, pues el posicionamiento de un producto depende de otros factores como precio, empaque, marca, imagen, etc.

2.4.2.1 Escala hedónica. La escala de agrado es importante que tenga intervalos igualmente distanciados para asignar los valores numéricos a las diferentes opciones lo que permite usar estadística paramétrica en el análisis de los datos. La escala hedónica que se usa con mayor frecuencia es la de nueve puntos (Lawless y Heymann, 1998).

Según CCI UNCTAD/GATT (1991) la escala hedónica es la más sencilla y fácil de comprender en relación a otros métodos de evaluación sensorial, además ésta enuncia las principales ventajas: detecta pequeñas diferencias en el grado de satisfacción de productos similares así como en las grandes diferencias, la sencillez de las tarjetas de puntuación y las instrucciones reducen al mínimo el ejercicio intelectual, permite establecer la aceptabilidad de productos poco frecuentes o que no tienen una base de comparación y el análisis estadístico de los resultados es bastante fácil aún cuando la población es grande.

Así mismo CCI UNCTAD/GATT (1991) menciona los siguientes inconvenientes con la escala hedónica: la respuesta de los panelistas se basa en sus impresiones del momento por lo que están sujetas a gran variabilidad y hay que asegurarse que las palabras utilizadas en la escala hedónica comuniquen el significado que se desea transmitir.

2.4.3 Paneles sensoriales

La calificación de los panelistas depende del tipo de prueba que se vaya a realizar. En pruebas analíticas donde se miden diferencias o intensidades de atributos bajo condiciones controladas de laboratorio los panelistas son entrevistados, seleccionados, entrenados y examinados (Price y Schweigert, 1994).

El panelista funciona como una máquina humana de ensayo, estimando su impresión objetiva de un atributo en relación a un producto estándar calibrado por parejas de muestras de referencia (Price y Schweigert, 1994). A diferencia de las pruebas analíticas donde el nivel de habilidad sensorial es importante, en las pruebas hedónicas los panelistas se seleccionan en base al uso del producto, el único requisito es que el panel sea representativo de la población meta, es decir las personas que compran y consumen el producto (Lawless y Heymann, 1998). La forma más eficiente de buscar una muestra en la población es preparando un cuestionario que pregunte sobre la frecuencia de uso del producto o productos similares (Lawless y Heymann, 1998).

3. MATERIALES Y METODOS

En esta sección se discuten los materiales, equipos y metodología empleados para la obtención de datos e información relacionada con el procesamiento del jamón Virginia, desde la selección de la materia prima hasta la elaboración, empaque, refrigeración y las percepciones del consumidor. Se describe el diseño experimental, el análisis estadístico, los análisis objetivos y subjetivos de la materia prima y producto terminado como también los análisis bromatológicos, sensoriales y económicos.

3.1 UBICACION

La fabricación de jamón Virginia (testigo y tratamientos) y la toma de datos de la materia prima, ingredientes, productos intermedios y terminados se realizaron en el área de procesamiento de embutidos de la Planta de Industrias Cárnicas de Zamorano, perteneciente a la Empresa de Lácteos y Cárnicos. Los análisis de humedad, proteína, grasa y retención de agua se llevaron a cabo en el Laboratorio de Nutrición Animal de Zamorano. Las pruebas de catación se efectuaron en las residencias de los consumidores para simular situaciones reales de consumo y uso del producto.

3.2 MATERIALES

3.2.1 Materia prima

Para la elaboración de los tratamientos (cuatro por bloque) se utilizaron recortes de cerdo (cerdo extra 1 o cerdo 1) y recortes de res (res extra 1). La planta de cárnicos los clasifica como recortes magros por su alto contenido de proteína muscular y bajo contenido de tejido adiposo.

3.2.2 Ingredientes

Para la elaboración del jamón Virginia (testigo) y los tratamientos restantes se utilizaron los aditivos ya especificados en la formulación de este producto. Estos incluyen:

Agua potable (Zamorano, Honduras).

Cloruro de sodio (Sal yodada y refinada; Costa Rica).

Sal de cura (Primacure; PRIMA S.A., San José, Costa Rica).

Aislado de soya (Supro 595; PRIMA S.A., San José, Costa Rica).

Condimento para jamón Virginia (PRIMA S.A., San José, Costa Rica).
 Condimat (Ajinomoto o Glutamato Monosódico; AJINOMOTO S.A., Brazil).
 Pluscolor (Ascorbato de sodio; PRIMA S.A., San José, Costa Rica).
 Primafos (PRIMA S.A., San José, Costa Rica).

3.2.3 Formulación

Dos formulaciones fueron utilizadas en la preparación del jamón Virginia para los diferentes tratamientos. La formulación actual basada en un total de 9.15 kg de ingredientes (peso total de salmuera) sobre el 100% de la materia prima (45.35 kg) y la formulación propuesta basada en un total de 13.70 kg de ingredientes (peso total de salmuera) sobre el 100% de la materia prima (45.35 kg). Se trabajó con tandas de 22.68 kg, representando éstas las unidades experimentales. Las formulaciones se detallan a continuación en base a los componentes principales: carne y salmuera (Cuadro 3).

Cuadro 3. Formulación del jamón Virginia elaborado en Zamorano.

Ingrediente	Actual ^a	Propuesta
	Porcentaje del Total ^b	Porcentaje del Total ^b
Cerdo 1	59.89	52.40
Res extra 1	19.96	17.47
Agua	15.97	25.95
Primafos	0.50	0.50
Sal común	1.75	1.75
Primacure	0.25	0.25
Aislados de soya	0.81	0.81
Condimento jamón Virginia	0.62	0.62
Condimat o Ajinomoto	0.06	0.06
Pluscolor	0.19	0.19

^a Fuente: Planta de Industrias Cárnicas Zamorano (1999)

^b Las cantidades de ingredientes y materia prima de cada formulación se expresan en porcentaje del total de la formulación, es decir un 100%.

3.2.4 Envolturas y materiales de empaque

Las envolturas para la manufactura del jamón Virginia fueron las fundas de celulosa (PRIMA S.A., San José, Costa Rica) cuya dimensión en superficie plana es de 15 cm de diámetro por 75 cm de longitud. Una vez embutido el jamón, este se aró con un cáñamo para atar embutidos y una vez rebanados, las rodajas de jamón se empacaron al vacío usando bolsas celoflex (CRYOVAC, México).

3.3 EQUIPO

- Balanza de precisión, marca Pelouze, modelo 10B60.
- Balanza electrónica, marca Ohaus, modelo LS 2000.
- Molino, marca Hobart, modelo 4146.
- Masajeadora, marca Hollymatic, modelo HVT - 200 de 114 kg de capacidad.
- Embutidora, marca Fatosá, modelo 701.
- Ahumador, marca Koch, modelo KLE 100.
- Marmita, marca VOSS.
- Medidor portátil de pH, marca Extech's Oyster, modelo 120505.
- Termómetro electrónico, marca Comark.
- Rebanadora, marca Berkel, modelo 180D.
- Empacadora al vacío, marca Kramer Grebe, modelo 165.

3.4 METODOLOGÍA

En resumen se realizó una caracterización del producto que incluyó el diagrama de flujo, (Anexo 1); el análisis de factores que afectan la calidad y las variables más importantes a nivel cualitativo, técnico y económico. Se escogieron los factores de formulación, procedimiento, operario y materia prima para seleccionar los tratamientos, elegir el diseño experimental y determinar la influencia de los mismos en las variables antes mencionadas. Se evaluó sensorialmente cada tratamiento mediante una prueba de aceptación que incluyó básicamente dos tipos de consumidores: los estudiantes y las familias residentes del campus de Zamorano. Se evaluó económicamente cada tratamiento en base a sus costos diferenciales.

3.4.1 Diseño experimental

3.4.1.1 Selección de tratamientos. Los tratamientos resultaron de la combinación de dos formulaciones y dos procedimientos para dar un total de cuatro tratamientos cada uno de los cuales fue manufacturado por los dos tipos de operario (trabajadores y estudiantes). La calidad de la materia prima (porcentaje de grasa) fue la covariable del experimento. Tanto en las formulaciones como en el procedimiento una de las alternativas correspondía a la manera actual de hacer las cosas, considérese el testigo, y la otra alternativa a la propuesta según la revisión de literatura. El factor que se controló en las formulaciones fue el nivel de ingredientes totales, primordialmente el agua (Cuadro 3) y en el procedimiento fue el ciclo de masajeo de la carne (Cuadro 4).

3.4.1.2 Elección del diseño. El diseño experimental que se utilizó fue un diseño de bloques completos al azar. Debido a que el trabajo en la Planta de Industria Cárnica de Zamorano se realiza con trabajadores y con estudiantes el tipo de operario se consideró como el bloque de los tratamientos. El bloque redujo la variación entre las unidades

experimentales y se formaron antes de la aplicación de tratamientos. Cada tratamiento formó parte de cada bloque una sola vez. La calidad de la materia prima, es decir, el nivel de grasa, proteína y humedad se consideró como covariables del experimento. El Cuadro 4 describe el esquema del diseño de los tratamientos con sus bloques.

Cuadro 4. Esquema del diseño de los tratamientos con sus bloques.

Tratamiento y Código	Bloque	Nivel de ingredientes sobre el 100% de materia prima en kilogramos	Ciclo de masajeado ^a
1) 9.15A	Trabajadores	9.15 ^b	15:15:24 ^b
2) 13.70A	Trabajadores	13.70 ^c	15:15:24 ^b
3) 9.15 B	Trabajadores	9.15 ^b	15:45:18 ^c
4) 13.70A	Trabajadores	13.70 ^c	15:45:18 ^c
1) 9.15A	Estudiantes	9.15 ^b	15:15:24 ^b
2) 13.70A	Estudiantes	13.70 ^c	15:15:24 ^b
3) 9.15 B	Estudiantes	9.15 ^b	15:45:18 ^c
4) 13.70A	Estudiantes	13.70 ^c	15:45:18 ^c

^a Tiempo de volteo o masajeo: Tiempo de reposo (ambos medidos en minutos): Número de repeticiones del ciclo.

^b Niveles de ingredientes o ciclo de masajeo actual.

^c Niveles de ingredientes o ciclo de masajeo propuesto.

Las unidades experimentales fueron tandas de 22.68 kg para las variables técnicas, económicas y de calidad relacionadas con los análisis bromatológicos y evaluación subjetiva; y fueron rebanadas para las variables de evaluación sensorial y la medición de la retención de agua por diferencia en peso y diámetro.

3.4.1.3 Fuentes de variación. Los análisis de varianza se plantearon diferentes según el tipo de variable y la existencia o no de observaciones múltiples (anidadas) en cada unidad experimental.

Modelo general: Utilizado para las variables técnicas y económicas donde el modelo era el más simple ya que las repeticiones constituían los bloques. En las variables donde se justificaba se consideró el efecto de la covariable (nivel de grasa).

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \rho(x_{ij} - \bar{x}) + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

Y_{ij}	Variable observada correspondiente al tratamiento i y al bloque j .
μ	Media de todas las observaciones.
τ_i	Efecto de los tratamientos i .
β_j	Efecto de los operarios j .
$\rho(x_{ij} - \bar{x})$	Corrección en el modelo por efecto de la covariable en cada observación.
ε_{ij}	Efecto del error experimental en el tratamiento i y el bloque j .

Modelo alternativo 1: Este modelo se utilizó en las variables de calidad relacionadas con la retención de agua. A diferencia del modelo general y debido a que las unidades experimentales constituirían las rodajas de jamón se pudieron tomar observaciones múltiples dentro de cada bloque, siendo ésta otra fuente de variación. Se consideró también el efecto de la covariable (nivel de grasa).

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \rho(x_{ij} - \bar{x}) + \varepsilon_{ij} + \varepsilon'_{ijk} \quad (2)$$

Y_{ijk}	Variable observada correspondiente al tratamiento i , al bloque j y a la subunidad k .
μ	Media de todas las observaciones.
τ_i	Efecto de los tratamientos i .
β_j	Efecto de los operarios j .
$\rho(x_{ij} - \bar{x})$	Corrección en el modelo por efecto de la covariable en cada observación.
ε_{ij}	Efecto del error experimental a nivel del tratamiento i y en el bloque j . Representa también la interacción entre los tratamientos y los bloques.
ε'_{ijk}	Efecto del error experimental correspondiente al tratamiento i , al bloque j y a la subunidad k .

Modelo alternativo 2: Utilizado en las variables de calidad que se utilizaron en el panel de aceptación. Este modelo es el más complejo ya que se considera la existencia de dos tipos de jueces (estudiantes y residentes del campus Zamorano), dentro de cada bloque. Además dentro de cada bloque y tipo de juez hay observaciones múltiples por diferentes grupos de jueces para todos los tratamientos. Se consideró también el efecto del nivel de grasa como covariable del experimento.

$$Y_{ijkl} = \mu + \tau_i + \beta_{j(k)} + \alpha_k + (\tau\beta)_{ijk} + (\tau\alpha)_{ik} + \rho(x_{ij} - \bar{x}) + \varepsilon_{ijkl} \quad (3)$$

Y_{ijkl}	Variable observada correspondiente al tratamiento i , al bloque u operario j , al tipo de catador k y al catador en sí l .
μ	Media de todas las observaciones.
τ_i	Efecto de los tratamientos i .
$\beta_{j(k)}$	Efecto de los operarios j dentro del tipo de catador k .
α_k	Efecto del tipo de catador k .
$(\tau\beta)_{ijk}$	Efecto de la interacción entre el tratamiento i y el bloque j dentro de cada categoría de juez k .
$(\tau\alpha)_{ik}$	Efecto de la interacción entre el tratamiento i y el tipo de catador k .
$\rho(x_{ij} - \bar{x})$	Corrección en el modelo por efecto de la covariable en cada observación.
ε_{ijkl}	Efecto del error experimental correspondiente al tratamiento i , al bloque j al tipo de catador k y al catador l .

Para la evaluación sensorial se incluyó otro criterio de variación que corresponde al tipo de jueces (estudiantes o familias del campus Zamorano). Este criterio tiene como subunidades los diferentes jueces que participaron.

3.4.2 Procedimiento

3.4.2.1 Obtención de materia prima. La materia prima se obtuvo del desposte semanal de canales de res (8 por semana) y cerdo (16 por semana). El cerdo extra uno o uno se seleccionó del cuarto trasero del cerdo, lo que corresponde a la pierna del cerdo. La res extra uno se seleccionó del cuadril de res, localizado en el cuarto trasero de la canal de res. La materia prima se mantuvo refrigerada (2 °C) antes de su utilización en los tratamientos.

La frecuencia en la obtención de materia prima y producción de tratamientos por semana dependió tanto del diseño experimental como de la programación productiva de la planta de cárnicos. Los tratamientos se fabricaron en un período total de cuatro semanas.

3.4.2.2 Pesado. Los ingredientes para cada formulación se pesaron de uno a dos días antes de la elaboración de cada tratamiento con una balanza electrónica de precisión. La materia prima se pesó el mismo día de la producción del producto.

3.4.2.3 Preparación de salmuera. Los ingredientes no cárnicos se mezclaron con el agua y el hielo para la obtención de la salmuera. La secuencia de mezclado de los ingredientes fue la siguiente: agua, fosfatos (Primafos), sal común, sal de cura, aislados de soya, condimentos, ajinomoto y el ascorbato de sodio (Pluscolor). El hielo se añadió al alcanzar una mezcla de ingredientes homogénea.

3.4.2.4 Molido. La carne de res y de cerdo se molieron separadamente usando un disco de molienda con orificios de 1.9 cm de diámetro. Esta carne fue subsecuentemente mezclada con la cantidad apropiada de salmuera.

3.4.2.5 Masajeo. La carne y la salmuera se masajearon automáticamente usando los ciclos ya descritos en el Cuadro 3. Las variantes del ciclo incluyeron el tiempo de volteo o masajeo, el tiempo de reposo (ambos medidos en minutos), y el número de repeticiones del ciclo. El masajeo se hace de 2 a 4 °C para facilitar la extracción de la proteína.

3.4.2.6 Embutido. Una vez terminado el ciclo de masajeo se transfirió la mezcla a la embutidora hidráulica. La transferencia se realizó dispensando el producto hacia el cilindro de la embutidora con mucha fuerza para prevenir la inclusión de burbujas de aire en la misma. El embudo consistía en un cilindro metálico de 2.8 cm de diámetro y 40 cm de longitud, y sirvió para conducir la mezcla hacia las fundas de celulosa. El producto fresco embutido se pesó individualmente y se transfirió al ahumador.

3.4.2.7 Ahumado y tratamiento térmico. Debido a que el ahumador de la Planta de Industrias Cárnicas es semiautomático, el tratamiento térmico no se realizó en su totalidad en la cámara de ahumado y se cocinó en agua a 80 °C. La madera que se utilizó para producir el humo fue el encino rojo llegando a una temperatura interna del producto en la cámara de ahumado de 60 °C. La temperatura interna final de producto terminado después de salir de la marmita fue de 61 °C.

3.4.2.8 Enfriamiento y refrigeración del producto terminado. Después de cocinado el producto es conducido a una tina de agua a temperatura ambiental con el objetivo de reducir la temperatura previamente a la refrigeración. El producto se mantiene colgado para facilitar el movimiento de aire y acelerar su enfriamiento. La refrigeración se realizó en un cuarto frío a una temperatura de 4 °C. El tiempo total de almacenamiento fue de tres a cuatro días.

3.4.2.9 Rebanado y empaque. El producto terminado se rebanó usando una máquina rebanadora automática obteniendo rodajas de 5 mm de grosor. Las rodajas fueron empacadas en grupos de 9 rodajas con un peso aproximado de 200 g. Los grupos de rodajas se colocaron dentro de las bolsas de Celoflex y se empacaron al vacío de manera inmediata.

3.5 VARIABLES

El Cuadro 5 resume las variables cualitativas y cuantitativas que se midieron. Estas variables se agrupan en tres criterios principales: de calidad, técnico y económico.

Cuadro 5. Criterio de clasificación, objetivo y variables evaluadas.

Criterio	Objetivo de la medición de la variable	Variable
De Calidad	Uniformidad (materia prima y producto final)	Porcentaje de grasa, proteína y humedad Evaluación subjetiva del nivel de grasa
	Aceptación sensorial de los consumidores	Apariencia Textura Sabor Calidad global
	Retención de agua del producto final	Diferencia de peso Diferencia de diámetro
Técnico	Eficiencia global y parcial en el proceso.	Tiempo Desperdicios y rendimiento
	Conformidad con el proceso	pH, temperatura
Económico	Rendimiento	Cantidad producida/cantidad de materia prima.
	Eficiencia	Costo por kg producido Costo por kg de materia prima
	Rentabilidad de los costos	Ingreso/costo total Beneficio/costo total

3.5.1 Variables de calidad

3.5.1.1 Análisis bromatológico. Los porcentajes de grasa, proteína y humedad se determinaron usando los métodos de Goldfish (A.O.A.C. 1990), Kjeldahl (A.O.A.C. 1990) y por secado de la muestra a 105 °C (A.O.A.C 1990), respectivamente. La cantidad de muestra tomada fue de aproximadamente 200 g y previamente a los análisis estas fueron homogenizadas.

3.5.1.2 Evaluación subjetiva. Se realizó una evaluación visual de acuerdo a la experiencia y criterio de los trabajadores sobre la materia prima, del producto después de masajeado y del producto final. Para la evaluación se utilizó la siguiente escala:

uno = extremadamente grasoso; dos = moderadamente grasoso; tres = ni graso ni magro; cuatro = moderadamente magro; cinco = extremadamente magro.

3.5.1.3 Prueba de retención de agua. Se realizó una prueba experimental para medir la capacidad de retención de agua. La prueba consistía en calentar rebanadas de jamón a 148 °C durante 3 minutos. Se midieron en diámetro y peso inicial y final para determinar la diferencia y expresarla como cambio porcentual. Dicho cambio sirvió como referencia para determinar la capacidad de retención de agua entre tratamientos.

3.5.1.4 Evaluación sensorial. Se realizó una evaluación de los niveles de aceptación del producto final por parte de dos tipos de consumidores: estudiantes y personal residente en el campus Zamorano. Se utilizó una escala con distanciamiento uniforme del uno al cinco (Anexo 2). Las muestras que consistían en una rodaja por tratamiento se presentaron al consumidor en diferente orden en bolsas de celoflex selladas al vacío. Las variables que se midieron fueron: apariencia, textura, sabor y calidad global del producto.

3.5.2 Variables técnicas

3.5.2.1 Eficiencia. Se midió el tiempo en minutos en las siguientes etapas del proceso: pesado de materia prima, embutido, cocción, refrigeración, rebanado y empaque. De tal manera se obtuvieron tiempos parciales y totales en cada tratamiento y de acuerdo al tipo de operario. Se cuantificó los desperdicios midiendo el peso inicial y final del producto en las siguientes operaciones: molido, masajeado, embutido, rebanado y empaque. Se cuantificó la merma en los procesos de cocción y refrigeración utilizando la misma metodología.

3.5.2.2 Conformidad. Se midió el pH de la materia prima, el producto antes y después de masajeado y del producto final utilizando un potenciómetro portátil. Se obtuvo un valor promedio de tres repeticiones. Las mediciones del pH fueron acompañadas con la medición de la temperatura. Además se tomó la temperatura de cocción y de los cuartos fríos involucrados en el proceso de masajeado y almacenamiento del producto.

3.5.3 Variables económicas

Las variables económicas se determinaron mediante la cuantificación de los costos en la materia prima, mano de obra, equipo y costos indirectos de fabricación. El valor del jamón Virginia en el mercado se obtuvo de los precios de transferencia al Puesto de Venta actualizados a la fecha.

Los resultados económicos se presentaron de acuerdo a cinco variables: rendimiento, costo por kilogramo producido, costo por materia prima empleada, razón ingreso costo o rentabilidad bruta y razón beneficio costo o rentabilidad neta. Se establecieron algunas relaciones económicas entre las variables como: ingreso bruto y costo por kilogramo producido; costo por kilogramo de materia prima y las productividades bruta y neta que es la relación del ingreso bruto y neto con el costo.

3.6 ANALISIS ESTADISTICO

El programa computacional SAS[®] (Instituto SAS Inc., 1988) fue usado para conducir el análisis de varianza, para separar los efectos entre las variables dependientes y calcular el promedio de las variables medibles de tratamientos y bloques. Los niveles de significancia ($P < 0.05$ y $P < 0.25$) se determinaron usando el procedimiento SNK de diferencias mínimas significativas. Se realizó el análisis de covarianza usando la grasa como principal variable y en todos los modelos se efectuó el análisis de residuos respectivo. Es necesario indicar que cuando el efecto de la covariable era significativo las medias de los tratamientos y bloques se ajustaron mediante el procedimiento del cuadrado mínimo ("LSMEANS").

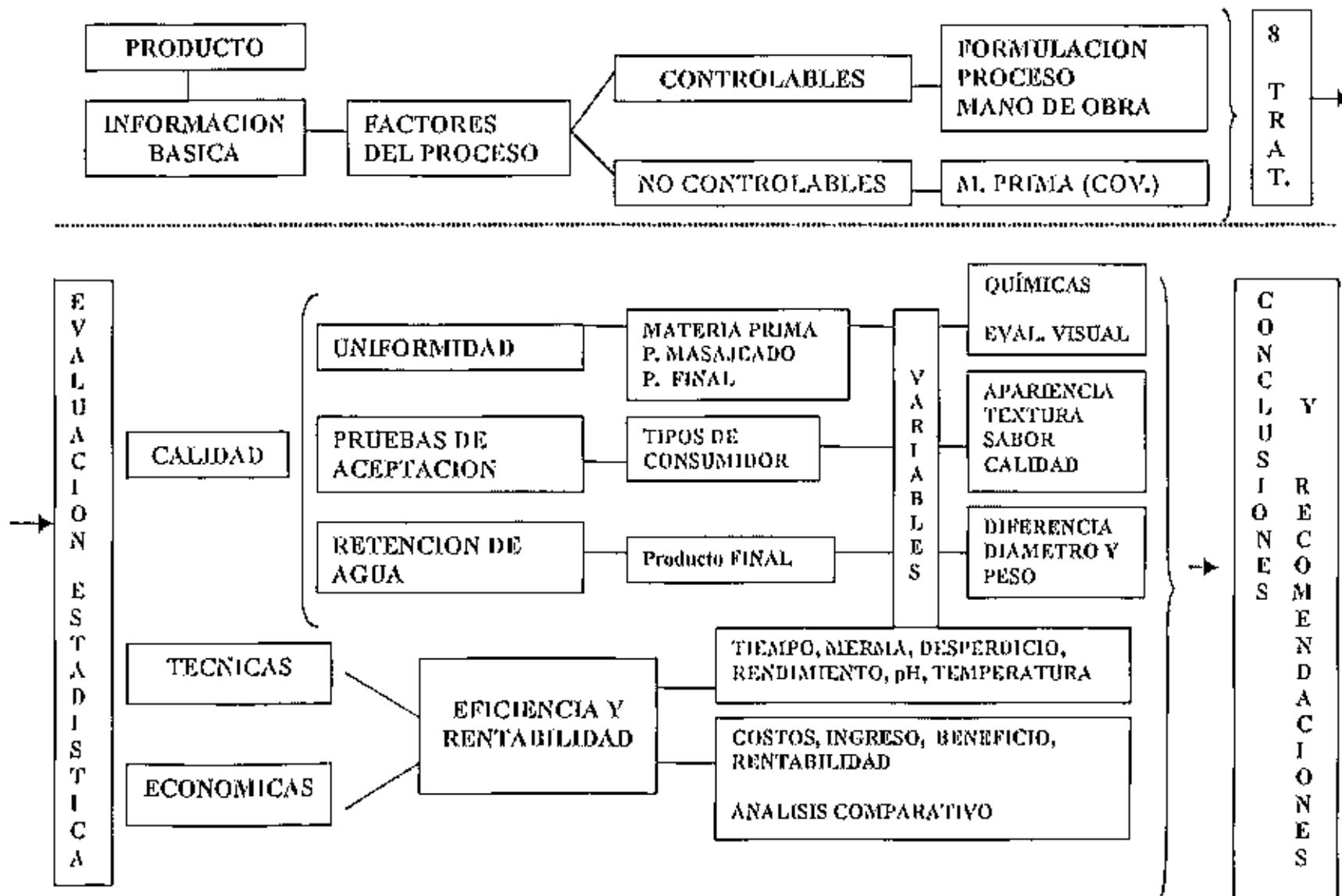
3.7 ANALISIS ECONOMICO

Se obtuvieron los costos totales de cada tratamiento, para lo cual se valoró las diferencias en desperdicio, merma, rendimiento, uso de mano de obra y equipo. Para determinar el ingreso bruto se utilizó el precio actual de transferencia para el Puesto de Ventas. Se calculó la rentabilidad bruta (ingreso/costo) y rentabilidad neta (beneficio/costo), así como también el costo por unidad producida y el costo por unidad de materia prima empleada. Se realizó un análisis comparativo entre todos los tratamientos para determinar cuales eran dominantes y poder calcular la tasa de retorno marginal. También se comparó los cambios porcentuales en el costo total de los tratamientos por efecto separado y combinado de los principales factores: materia prima y formulación.

3.8 RESUMEN DE LA METODOLOGIA

Se analizó la información básica del producto para determinar los factores controlables (formulación, proceso y mano de obra) y no controlables (materia prima) obteniéndose los ocho tratamientos del estudio. La evaluación estadística se efectuó en tres tipos de variables: las de calidad (uniformidad; materia prima, producto masajeado y producto final; aceptación; apariencia, textura, sabor y calidad global; retención de agua; diferencia de diámetro y peso), variables técnicas (eficiencia y rentabilidad; tiempo, merma, desperdicio, rendimiento, pH, y temperatura) y variables económicas (eficiencia y rentabilidad; costo, ingreso, beneficio, rentabilidad y análisis comparativo). Posteriormente se emitieron las conclusiones y recomendaciones.

3.8.1 Esquema de la metodología



4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 CALIDAD

Se presentan los resultados obtenidos a nivel de materia prima, producto masajeadado y final en cuanto a porcentaje de proteína, grasa, humedad y las calificaciones subjetivas asignadas a cada tratamiento. Estos resultados permiten observar la uniformidad bromatológica de la materia prima, la evolución o cambio de las variables a través del ciclo (producto masajeadado y final), así como también observar la concordancia entre las calificaciones subjetivas y los resultados del análisis bromatológico. También se presentan los resultados de la prueba de retención de agua determinada por el cambio porcentual en el diámetro y peso, los cuales permiten determinar en que medida fue afectada la funcionalidad de las proteínas debido al efecto de los tratamientos. Finalmente se presentan los resultados de la prueba de aceptación a los consumidores en las cuatro variables evaluadas: apariencia, textura, sabor y calidad global.

4.1.1 Uniformidad bromatológica y evaluación subjetiva de la materia prima

El coeficiente de variabilidad en el porcentaje de proteína y humedad de la materia prima fue inferior que el encontrado en el porcentaje de grasa (Cuadro 6). Esto es evidencia de que el porcentaje de grasa es el factor que más cambia y posiblemente el que determina la calidad de la materia prima. En promedio la materia prima consistía de niveles de proteína, grasa y humedad de 19.49, 6.01 y 72.77 %, respectivamente.

La correlación existente entre la evaluación subjetiva y el porcentaje de grasa es alta y negativa, esto significa que a mayor contenido de grasa en la materia prima menor fue el número asignado en la escala de evaluación subjetiva (Cuadro 6). Por tanto las calificaciones subjetivas pueden ser empleadas con confiabilidad en la determinación de la calidad de la materia prima si se evalúa el contenido de grasa.

Aunque el coeficiente de correlación entre el porcentaje de humedad y las calificaciones subjetivas es alto y positivo, no necesariamente indica que a mayor contenido de humedad la calidad del producto es superior, pero sí puede indicar que la materia prima con una apariencia jugosa o fresca puede inclinarse hacia una mejor calificación (Cuadro 6). La tendencia de aumento del porcentaje de grasa a medida que disminuye el porcentaje de humedad y proteína se puede observar en la Figura 1.

Cuadro 6. Valores promedios de los análisis bromatológicos y evaluación subjetiva de la calidad en la materia prima.

Tratamiento ¹	Proteína %	Grasa %	Humedad %	Calificación ² (1-5)
9.15A	20.56	2.19	75.20	4.00
13.70A	21.29	3.08	73.75	2.00
9.15P	19.19	8.76	71.99	1.00
13.70P	16.92	9.99	70.12	1.00
Promedio	19.49	6.01	72.77	2.00
S ³	1.92	3.94	2.20	1.41
CV ³	9.86	65.62	3.02	70.71
Correlación ⁴	0.61*	-0.86**	0.89**	

¹ 9.15A y 9.15P, 13.70A y 13.70P = 9.15 o 13.70 kg de ingredientes sobre la materia prima y ciclo de masajeado actual (A) o ciclo propuesto (P); A=15:15:24 y P = 15:45:18 (tiempo de volteo o masajeo; tiempo de reposo (min); número de repeticiones del ciclo).

² Escala de evaluación subjetiva: 1 = extremadamente grasoso; 2 = moderadamente grasoso; 3 = ni graso ni magro; 4 = moderadamente magro; 5 = extremadamente magro.

³ S = Desviación estándar; CV = Coeficiente de variación.

⁴ El coeficiente de correlación que se calculó es entre la evaluación subjetiva y las tres variables bromatológicas (proteína, grasa y humedad).

* Nivel de significación (P < 0.25).

** Nivel de significación (P < 0.05).

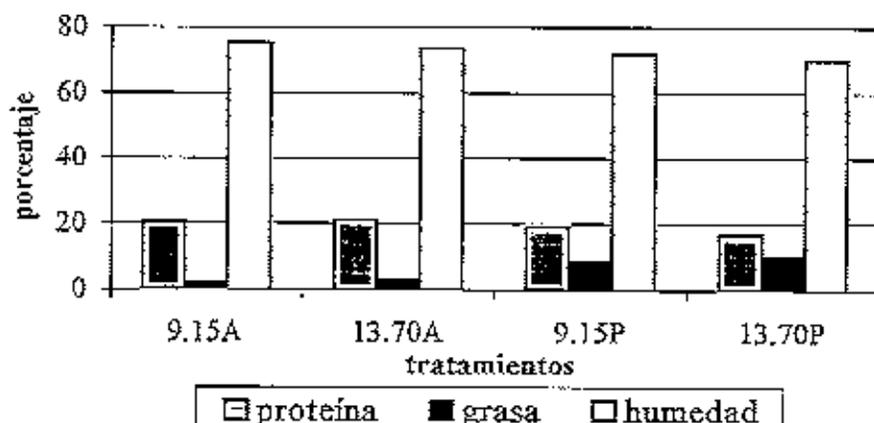


Figura 1. Análisis bromatológicos de la materia prima que se utilizó en los cuatro tratamientos.

4.1.2 Uniformidad bromatológica y evaluación subjetiva del producto masajeado

La composición química promedio del producto masajeado fue de 15.5, 2.26, y 75.46 % de proteína, grasa y humedad, respectivamente. El aumento en el contenido de humedad del producto se puede explicar por el efecto de adición de la salmuera a la materia prima, lo que resulta en la disminución del contenido graso y proteico del producto (Cuadro 7).

Los coeficientes de variación de la proteína y la humedad son similares a los observados en la materia prima, mientras que el de la grasa tiene una ligera disminución, sin embargo el coeficiente de variación sigue siendo alto y negativo (Cuadro 7). Los valores medios de humedad también mostrados en el Cuadro 7 tuvieron un ligero aumento, a pesar de la adición de la salmuera, lo que también supone una disminución en los porcentajes de grasa y proteína.

La correlación negativa existente entre las calificaciones subjetivas y el porcentaje de grasa se mantiene en relación a la observada por la materia prima (-0.84 versus -0.86) (Cuadro 7 y 6, respectivamente), pero la correlación con el porcentaje de proteína aumenta (Cuadro 7) lo que puede indicar una influencia positiva del nivel de proteína en la calidad visual del producto masajeado.

Cuadro 7. Valores promedios de los análisis bromatológicos y evaluación subjetiva de la calidad en el producto masajeado.

Tratamiento ¹	Proteína %	Grasa %	Humedad %	Calificación ² (1-5)
9.15A	17.16	1.07	75.91	4.50
13.70A	15.33	1.34	77.44	2.50
9.15P	15.98	2.68	72.65	1.00
13.70P	13.53	3.94	75.86	1.00
Promedio	15.50	2.26	75.46	2.25
S ³	1.51	1.32	2.02	1.66
CV ³	9.77	58.75	2.67	73.70
Correlación ⁴	0.74*	-0.84**	0.45*	

¹ 9.15A y 9.15P, 13.70A y 13.70P = 9.15 o 13.70 kg de ingredientes sobre la materia prima y ciclo de masajeado actual (A) o ciclo propuesto (P); A=15:15:24 y P = 15:45:18 (tiempo de volteo o masajeo; tiempo de reposo (min); número de repeticiones del ciclo).

² Escala de evaluación subjetiva; 1 = extremadamente grasoso; 2 = moderadamente grasoso; 3 = ni graso ni magro; 4 = moderadamente magro; 5 = extremadamente magro.

³ S = Desviación estándar; CV = Coeficiente de variación.

⁴ El coeficiente de correlación que se calculó es entre la evaluación subjetiva y las tres variables bromatológicas (proteína, grasa y humedad).

* Nivel de significación (P < 0.25).

** Nivel de significación (P < 0.05).

4.1.3 Uniformidad bromatológica y evaluación subjetiva del producto final

Los porcentajes promedios de proteína y grasa aumentaron con relación al producto masajeado (Cuadro 8 y 7), pero no superaron los valores observados en la materia prima (Cuadro 6). La humedad disminuyó en relación al producto masajeado debido a las mermas por efecto de cocción y refrigeración.

El coeficiente de variación se mantuvo similar en la humedad, disminuyó en la grasa y aumentó en la proteína en relación a lo observado en el producto masajeado (Cuadro 8 y 7). El promedio de las calificaciones subjetivas fue muy superior al de la materia prima y al del producto masajeado, sin embargo disminuyó su variación (Cuadro 8). Esto puede indicar que luego de la cocción los productos tienden a disminuir sus diferencias en apariencia por lo que la calificación subjetiva ya no representa un buen parámetro para evaluar la calidad del producto final.

Cuadro 8. Valor promedio de los análisis bromatológicos y evaluación subjetiva de calidad en el producto final.

Tratamiento ¹	Proteína %	Grasa %	Humedad %	Calificación ² (1-5)
9.15A	21.79	2.06	73.38	4.50
13.70A	16.91	2.54	76.24	4.00
9.15P	17.21	6.09	71.59	2.50
13.70P	16.57	4.40	74.25	4.30
Promedio	18.12	3.77	73.86	3.83
S ³	2.46	1.85	1.93	0.91
CV ³	13.60	48.97	2.62	23.71
Correlación ⁴	0.41 [†]	-0.83 ^{**}	0.63 [†]	

¹ 9.15A y 9.15P, 13.70A y 13.70P = 9.15 o 13.70 kg de ingredientes sobre la materia prima y ciclo de masajeado actual (A) o ciclo propuesto (P); A=15:15:24 y P = 15:45:18 (tiempo de volteo o masajeo; tiempo de reposo (min); número de repeticiones del ciclo).

² Escala de evaluación subjetiva: 1 = extremadamente grasoso; 2 = moderadamente grasoso; 3 = ni graso ni magro; 4 = moderadamente magro; 5 = extremadamente magro.

³ S = Desviación estándar; CV = Coeficiente de variación.

⁴ El coeficiente de correlación que se calculó es entre la evaluación subjetiva y las tres variables bromatológicas (proteína, grasa y humedad).

[†] Nivel de significación (P < 0.25).

^{**} Nivel de significación (P < 0.05).

4.1.4 Retención de agua

4.1.4.1 Diferencia de diámetro. La prueba de diferencia de diámetro no fue de alta precisión debido a la deformación de las rodajas de jamón durante el calentamiento aplicado a 148 °C. Sin embargo, se hacen inferencias válidas de los datos obtenidos.

Las variaciones encontradas en los diámetros y su cambio porcentual no dependen del tipo de operario. La variación debida a la covariable se puede considerar importante ($P < 0.17$) en el diámetro final y cambio porcentual, lo que indica que el nivel de grasa afecta más el tamaño de las rodajas luego del calentamiento. La fuente de variación debida a los tratamientos fue significativa ($P < 0.05$) en el diámetro inicial y el cambio porcentual. También tiene un efecto aunque menos marcado en el diámetro final ($P < 0.17$). Esto indica que los tratamientos afectan la retención de agua (Cuadro 9).

Cuadro 9. Probabilidad del valor F en el ANDEVA y CV del diámetro inicial, final y diferencial porcentual del jamón Virginia.

Fuente de Variación	Diámetro inicial	Diámetro final	Diferencia porcentual
Grasa	0.8212	0.1616	0.1622
Operario	0.6298	0.4099	0.6088
Tratamiento	0.0115	0.1653	0.0074
Modelo ¹	0.0015	0.3206	0.0014
R-cuadrado ²	0.4246	0.1522	0.4277
CV ³	1.99	3.24	20.17

¹Significancia de ajuste del modelo.

²Coefficiente de ajuste de la muestra.

³Coefficiente de Variación.

El diámetro inicial de los productos provenientes del tratamiento 9.15A fue menor en ambos niveles de significación ($P < 0.05$ y $P < 0.25$). No se observan diferencias significativas ($P < 0.05$) en el diámetro final y cambio porcentual en ningún tratamiento. Sin embargo a un nivel de significación menos rigurosos ($P < 0.25$) se observan diferencias tanto en el diámetro final como en el cambio porcentual (Cuadro 10).

No se observan diferencias ($P < 0.25$) en el diámetro final en los tratamientos que con el mismo ciclo tuvieron diferente nivel de salmuera. Los diámetros mayores lo obtuvieron aquellos tratamientos con el ciclo propuesto siendo el mejor el tratamiento con el nivel de salmuera actual ($P < 0.25$).

Hay diferencia ($P < 0.25$) en el cambio porcentual de diámetro por efecto del nivel de salmuera, sin embargo los tratamientos que tuvieron el mismo nivel de salmuera pero diferente ciclo no presentan diferencias significativas. El tratamiento que presentó la mayor pérdida en el diámetro por efecto del calentamiento fue aquel con mayor nivel de salmuera y con el ciclo actual ($P < 0.25$).

Aunque las diferencias en el diámetro final se deban más al ciclo y las diferencias en el cambio porcentual se deban más al nivel de salmuera, se puede inferir que a un nivel mayor de salmuera la pérdida del tamaño de las rodajas será mayor y dicha pérdida estará minimizada si se trabaja con el ciclo propuesto ($P < 0.25$).

Cuadro 10. Valores promedios y diferencias significativas en el diámetro inicial, final y cambio porcentual del jamón Virginia.

Tratamiento ¹	Diámetro inicial	Diámetro final	Diferencia
	Cm	Cm	%
9.15A	8,90 ^{b y}	7,79 ^{a x}	12,27 ^{a xy}
9.15P	9,24 ^{a x}	8,34 ^{a y}	9,77 ^{a x}
13.70A	9,21 ^{a x}	7,83 ^{a x}	14,84 ^{a z}
13.70P	9,34 ^{a x}	8,19 ^{a xy}	12,27 ^{a yz}

¹ 9.15A y 9.15P, 13.70A y 13.70P = 9.15 o 13.70 kg de ingredientes sobre la materia prima y ciclo de masajeado actual (A) o ciclo propuesto (P); A=15:15:24 y P = 15:45:18 (tiempo de volteo o masajeo; tiempo de reposo (min); número de repeticiones del ciclo).

^{abc} Promedios con diferente letra en una misma columna indican diferencia entre los tratamientos ($P < 0.05$).

^{xyz} Promedios con diferente letra en una misma columna indican diferencia entre los tratamientos ($P < 0.25$).

4.1.4.2 Diferencia de peso. En el peso inicial ninguna de las fuentes de variación fue significativa, por tanto no se realizó una prueba de comparación múltiple de medias. En el peso final y diferencia porcentual los tratamientos tienen un efecto significativo ($P < 0.05$). La variación debida a la calidad de la materia prima (niveles de grasa) no resulta significativa en ninguna variable (Cuadro 11).

Cuadro 11. Probabilidad del valor F en el ANDEVA y CV del peso inicial, final y diferencial porcentual del jamón Virginia.

Fuente de Variación	Peso inicial	Peso final	Diferencia porcentual
Grasa	0.8736	0.6504	0.5343
Operario	0.7572	0.6351	0.1024
Tratamiento	0.9245	0.0420	0.0001
Modelo ¹	0.5545	0.1258	0.0001
R-cuadrado ²	0.1058	0.2156	0.7075
CV ³	7.78	9.55	8.77

¹Significancia de ajuste del modelo.

²Coefficiente de ajuste de la muestra.

³Coefficiente de Variación.

No se encontró diferencia ($P > 0.05$ y $P > 0.25$) en el peso final de los tratamientos que tuvieron el mismo nivel de salmuera pero diferente ciclo (Cuadro 12). Si hay diferencias significativas ($P < 0.25$ y $P < 0.05$) entre los tratamientos que tuvieron diferente nivel de salmuera manteniendo el mismo ciclo, sin embargo, en algunos casos cuando cambiaba el

ciclo no se encontraban diferencias aun cuando el nivel de salmuera era diferente. Es decir si se mantiene un mismo ciclo se verá el efecto del nivel de salmuera en el peso final (Cuadro 12).

En la diferencia o cambio porcentual no se observaron diferencias ($P > 0.05$) entre los tratamientos que tuvieron el mismo nivel de salmuera. Aunque en el nivel de salmuera superior si hay diferencias por efecto del ciclo ($P < 0.25$), habiendo menos pérdidas cuando se utiliza el ciclo actual. Los tratamientos con un nivel de salmuera superior perdieron más agua, lo que significa que la capacidad de retención de agua de las proteínas miofibrilares y no cárnicas no fue lo suficiente para absorber el exceso de ingredientes en la formulación. En el caso de los tratamientos 9.15P y 13.70A no se encuentra diferencia significativa por lo que se puede inferir que el ciclo propuesto tiene un efecto negativo en la pérdida de peso por calentamiento (Cuadro 12). También se puede apreciar que el ciclo tiene menor impacto en los tratamientos que tienen un menor nivel de salmuera.

Cuadro 12. Valores promedios y diferencias significativas en el peso inicial, final y diferencia porcentual en el jamón Virginia

Tratamiento ¹	Peso inicial	Peso final	Diferencia
	Gr	gr	%
9.15 ^a	18.93	14.55 ^{a x}	23.58 ^z
9.15P	19.18	13.99 ^{ab xy}	26.76 ^{bc z}
13.70A	18.71	13.14 ^{b yz}	30.29 ^{ab y}
13.70P	19.57	12.76 ^{b z}	34.48 ^{a x}

¹ 9.15A y 9.15P, 13.70A y 13.70P = 9.15 o 13.70 kg de ingredientes sobre la materia prima y ciclo de masajeado actual (A) o ciclo propuesto (P); A=15:15:24 y P = 15:45:18 (tiempo de volteo o masajeo; tiempo de reposo (min); número de repeticiones del ciclo).

^{ab} Promedios con diferente letra en una misma columna indican diferencia entre los tratamientos ($P < 0.05$).

^{yz} Promedios con diferente letra en una misma columna indican diferencia entre los tratamientos ($P < 0.25$).

4.1.5 Evaluación sensorial

Los resultados obtenidos en la prueba de aceptación a los consumidores con relación a los cuatro atributos evaluados; apariencia, textura, sabor y calidad global se encuentran en los Cuadros 13 y 14.

El efecto de la covariable grasa en la aceptación del consumidor fue significativo ($P < 0.17$) únicamente en el sabor. El efecto de los tratamientos fue altamente significativo ($P < 0.05$) en textura y sabor, significativo ($P < 0.10$) en la variable calidad global, y no significativo en la apariencia. La variación en las calificaciones sensoriales de los consumidores no fueron influenciadas por el tipo de operario que elaboró el producto ni por el tipo de juez que realizó la evaluación. El efecto de los jueces (repeticiones) solo

fue significativo ($P < 0.05$) en la variable apariencia. El efecto de la interacción de los tratamientos con el tipo de juez no fue significativo en ninguna de las variables (Cuadro 13).

Cuadro 13. Probabilidad del valor F en el ANDEVA de los atributos medidos en la prueba de aceptación al consumidor.

Fuente de Variación	Apariencia	Textura	Sabor	Calidad Global
Operario	0.6984	0.9416	0.3961	0.7472
Tipo de Juez (Operario) ¹	0.7679	0.7404	1.0000	0.5414
Tratamiento	0.8227	0.0253	0.0146	0.0911
Trat. * Tipo de Juez ²	0.8663	0.2546	0.2533	0.6837
Juez (Tipo de Juez) ³	0.0117	0.4036	0.2147	0.2839
Grasa	0.2699	0.4524	0.1675	0.4845
Modelo ⁴	0.0117	0.2151	0.0477	0.3592
R-cuadrado ⁵	0.2826	0.2086	0.2515	0.1891
CV ⁶	21.35	22.35	18.83	19.02

¹ Efecto anidado del tipo de juez dentro de operario.

² Interacción tratamiento tipo de juez.

³ Efecto anidado del tipo de juez en el factor juez.

⁴ Significancia de ajuste del modelo.

⁵ Coeficiente de ajuste de la muestra.

⁶ Coeficiente de Variación.

En la apariencia los productos que se elaboraron usando el ciclo actual de masaje obtuvieron los mejores resultados (Cuadro 14). En aquellos productos donde se utilizó un nivel superior de salmuera si existe diferencia ($P < 0.05$) entre el ciclo actual y el propuesto, sin embargo, no hay diferencia significativa por efecto del ciclo cuando se utilizó un nivel de salmuera inferior (Cuadro 14). Se puede inferir que la aceptación en la apariencia del producto fue mayor con el nivel de salmuera inferior, siendo dicha aceptación la misma en el nivel de salmuera superior siempre y cuando se utilice el ciclo actual de masaje (Cuadro 14).

Los productos elaborados con un nivel superior de salmuera obtuvieron calificaciones en textura significativamente mayores ($P < 0.25$) a los productos elaborados con un nivel de salmuera inferior (Cuadro 14). No hubo diferencia ($P < 0.05$) por efecto del ciclo en los productos que fueron elaborados con el mismo nivel de salmuera (Cuadro 14). Probablemente el efecto de añadir más agua en el producto ocasiona una reducción en la firmeza y aumento en la jugosidad que conduce a una mayor aceptación del consumidor.

El sabor tuvo un comportamiento similar a la textura, obteniendo calificaciones más altas los jamones con un nivel superior de salmuera. El tratamiento que se elaboró con el ciclo actual (13.70A) obtuvo la calificación promedio más alta ($P < 0.25$) (Cuadro 14). Se puede inferir que el principal factor del tratamiento que incide en una mayor aceptación en el

sabor es el nivel de salmuera superior, siendo favorecido cuando se combina con el ciclo actual de elaboración. Sin embargo no hay que olvidar que el factor grasa de la materia prima también tiene un efecto considerable ($P < 0.17$) en la variación de las calificaciones y que dicho efecto solo se encontró en este atributo (Cuadro 13).

No se encontraron diferencias ($P < 0.05$) en las calificaciones promedio referentes a la calidad global del producto (Cuadro 14). Esto puede indicar que los factores probados en los tratamientos (nivel de salmuera y ciclo de masajeo) no afectaron la percepción global del producto por parte del consumidor y que las diferencias encontradas en los atributos específicos (aparición, sabor, textura) son minimizadas cuando se evalúa el producto en su totalidad. Se puede inferir que los cuatro tratamientos son igualmente aceptados ($P < 0.05$) por lo que la decisión de su producción dependerá más de criterios técnicos o económicos. Sin embargo a un nivel de significación menos exigente ($P < 0.25$) el tratamiento con un nivel superior de salmuera y ciclo actual (13.70A) obtuvo calificaciones promedio más altas con relación a los otros tratamientos (Cuadro 14).

Cuadro 14. Valores promedios de los atributos en cada tratamiento.

Tratamiento ¹	Apariencia ²	Textura ²	Sabor ²	Calidad Global ²
9.15A	3.95 ^a x	3.48 ^b y	3.70 ^b y	3.65 ^a y
9.15P	3.68 ^{ab} x	3.56 ^{ab} y	3.90 ^{ab} y	3.59 ^a y
13.70A	3.95 ^a x	3.91 ^{ab} x	4.18 ^a x	3.98 ^a x
13.70P	3.45 ^b y	3.96 ^a x	3.83 ^{ab} y	3.73 ^a y

¹ 9.15A y 9.15P, 13.70A y 13.70P = 9.15 o 13.70 kg de ingredientes sobre la materia prima y ciclo de masajeo actual (A) o ciclo propuesto (P); A=15:15:24 y P = 15:45:18 (tiempo de volteo o masajeo; tiempo de reposo (min); número de repeticiones del ciclo).

² Escala sensorial ver en el Anexo 2.

^{ab} Promedios con diferente letra en una misma columna indican diferencia entre los tratamientos ($P < 0.05$).

^{xy} Promedios con diferente letra en una misma columna indican diferencia entre los tratamientos ($P < 0.25$).

4.2 VARIABLES TECNICAS

4.2.1 Eficiencia

4.2.1.1 Tiempo de operación. El efecto de los operarios es significativo ($P < 0.05$) en la variación de los tiempos total y parcial del proceso (Cuadro 15). Por esta razón se hizo una comparación de promedios entre los diferentes tipos de operarios (Cuadro 16).

Cuadro 15. Probabilidad del valor F en el ANDEVA del tiempo a través del proceso.

Fuente de Variación	Pesado y molido	Embutido	Empacado	Total
Operario	0,0140	0,0393	0,0108	0,0053
Tratamiento	0,2131	0,8748	0,7477	0,5999
Modelo ¹	0,0527	0,1806	0,0556	0,0280
R-cuadrado ²	0,9211	0,8122	0,9182	0,9489
CV ³	10,04	22,00	10,49	8,30

¹Significancia de ajuste del modelo.

²Coefficiente de ajuste de la muestra.

³Coefficiente de Variación.

En todas las etapas del proceso y en el total acumulado existe diferencia significativa en el tiempo de acuerdo al tipo de operario. Según promedios mostrados en el Cuadro 16, el estudiante realiza las labores de producción más lentamente que lo esperado por un trabajador. Este resultado tiene sobretodo implicaciones económicas que más adelante se analizarán.

Cuadro 16. Valores promedios del tiempo según el tipo de operario.

Operario	Pesado y molido Mín	Embutido min	Empacado min	Total Mín
Estudiante	36,25 ^a x	22,75 ^a x	33,00 ^a x	92,0 ^a x
Trabajador	25,00 ^b y	13,00 ^b y	21,50 ^b y	59,5 ^b y

^{a,b} Promedios con diferente letra en una misma columna indican diferencia entre los operarios (P<0,05).

^{x,y} Promedios con diferente letra en una misma columna indican diferencia entre los operarios (P<0,25).

4.2.1.2 Rendimiento. Para evaluar el rendimiento a través del proceso los resultados se agruparon en dos tipos de pérdidas: desperdicios y merma. Los desperdicios se refieren a las pérdidas debido a alguna actividad en el proceso, mientras que la merma se refiere a las pérdidas debido a una condición en el proceso. Las principales etapas donde existieron desperdicios fueron las del molido, masajeado, embutido rebanado y empaque. No se incluyó en el ANDEVA los desperdicios del rebanado y empaque por ser una cantidad constante sin importar el tratamiento o el tipo de operario, sin embargo dicha cantidad si fue sumada al total de los desperdicios.

Los tratamientos no tuvieron ningún efecto significativo en el nivel de desperdicios totales y parciales del proceso. El tipo de operario tuvo efecto significativo (P<0,25) en el nivel de desperdicios durante el embutido y desperdicios totales (Cuadro 17).

Cuadro 17. Probabilidad del valor F en el ANDEVA de los desperdicios a través del proceso.

Fuente de Variación	Molido	Masajeado	Embutido	Total
Operario	0.3712	0.4873	0.0958	0.1962
Tratamiento	0.6816	0.4752	0.2547	0.6040
Modelo ¹	0.6468	0.5327	0.1849	0.4519
R-cuadrado ²	0.4786	0.5631	0.8089	0.6201
CV ³	101.30	31.29	41.94	21.94

¹Significancia de ajuste del modelo.

²Coefficiente de ajuste de la muestra.

³Coefficiente de Variación.

Se encontró diferencias ($P < 0.25$) en el valor promedio de desperdicios únicamente durante el embutido y el total del proceso (Cuadro 18). Se puede inferir que el tipo de operario no afecta ciertas etapas (molino y masajeado), pero sí tiene consecuencias en el nivel total de desperdicios sobretodo por las pérdidas durante el embutido.

Cuadro 18. Valores promedios de los niveles de desperdicio durante el proceso.

Operario	Molido Kg	Masajeado kg	Embutido kg	Total Kg
Estudiante	0.1245 ^{a x}	0.5273 ^{a x}	1.0148 ^{a x}	2.4150 ^{a x}
Trabajador	0.0565 ^{a x}	0.4425 ^{a x}	0.4820 ^{a y}	1.8650 ^{a y}

^a Promedios con diferente letra en una misma columna indican diferencia entre los operarios ($P < 0.05$).

^y Promedios con diferente letra en una misma columna indican diferencia entre los operarios ($P < 0.25$).

No se encontró significancia ($P < 0.05$) en ninguna de las fuentes de variación bajo las condiciones de cocción y refrigeración del experimento (Cuadro 18). Aunque sí se esperaría influencia de los tratamientos en la merma del producto.

En el caso de las pérdidas por merma, se pensó que la calidad de la materia prima (porcentaje de grasa) podría tener algún efecto, sin embargo, en el experimento no se encontró dicho efecto (Cuadro 19). El efecto de los operarios resultó significativo ($P < 0.25$) en las pérdidas por refrigeración, mientras que el efecto de los tratamientos fue significativo ($P < 0.25$) en la cocción (Cuadro 19). En el total de merma ninguna fuente de variación resultó ser significativa (Cuadro 19).

Cuadro 19. Probabilidad del valor F en el ANDEVA del nivel de merma a través del proceso.

Fuente de Variación	Cocción	Refrigeración	Total
Operario	0.6103	0.1324	0.2650
Tratamiento	0.1784	0.9080	0.3513
Grasa	0.5350	0.6384	0.5185
Modelo ¹	0.2356	0.3794	0.4270
R-cuadrado ²	0.8981	0.8263	0.8003
CV ³	57.16	24.31	32.32

¹Significancia de ajuste del modelo.

²Coefficiente de ajuste de la muestra.

³Coefficiente de Variación.

Se encontró diferencia ($P < 0.25$) en las pérdidas promedio por refrigeración siendo mayores en los productos elaborados por estudiantes (Cuadro 20). En el caso de los tratamientos, la pérdida promedio por cocción del tratamiento 13.70A fue significativamente mayor ($P < 0.25$) con relación a los demás tratamientos (Cuadro 20). Se puede inferir que en el valor promedio total de la merma no hay diferencias significativas ya que las pérdidas en refrigeración y cocción están influenciadas por diferentes criterio (tipo de operario y tratamientos, respectivamente).

Cuadro 20. Valores promedios de los niveles de merma durante el proceso de acuerdo al tipo de operario y al tratamiento.

Operario	Cocción	Refrigeración	Total
Estudiante	0.3118 ^a ^x	0.5218 ^a ^x	0.8333 ^a ^x
Trabajador	0.2720 ^a ^x	0.3405 ^a ^y	0.6125 ^a ^x
9.15A	0.1700 ^a ^x	0.3970 ^a ^x	0.5670 ^a ^x
9.15P	0.3400 ^a ^x	0.4765 ^a ^x	0.8165 ^a ^x
13.70A	0.6575 ^a ^y	0.3405 ^a ^x	0.9975 ^a ^y
13.70P	0.0000 ^a ^x	0.5105 ^a ^x	0.5105 ^a ^x

^{ab} Promedios con diferente letra en una misma columna indican diferencia entre los operarios ($P < 0.05$).

^{xy} Promedios con diferente letra en una misma columna indican diferencia entre los operarios ($P < 0.25$).

4.2.2 Conformidad

4.2.2.1 Acidez. Los resultados de acidez indican el pH de los tratamientos en diferentes etapas del proceso. En la Figura 2 se observa que los recortes de carne que constituyen la materia prima para los productos con baja cantidad de salmuera son mucho más alcalino que lo esperado, estando por arriba del pH ideal. Existe una fuerte variación en la acidez antes y después del masajeado. Se observa que los tratamientos con mayor nivel de salmuera tuvieron menor variación a través de las etapas del proceso. Sin embargo, el pH final de los productos elaborados resulta homogéneo.

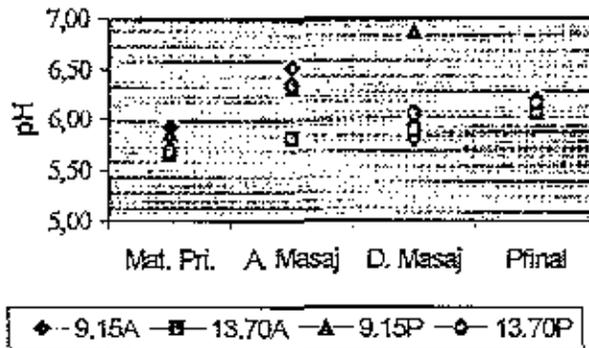


Figura 2. Variación de la acidez de los tratamientos en las diferentes etapas del proceso.

Bajo las condiciones del experimento ninguna de las fuentes de variación consideradas tuvieron efecto sobre el pH final del producto (Cuadro 21).

Cuadro 21. Probabilidad del valor F en el ANDEVA del pH final.

Fuente de Variación	PH final
Grasa	0,6979
Operario	0,1872
Tratamiento	0,4864
Modelo ¹	0,4490
R-cuadrado ²	0,6218
CV ³	1,62

¹Significancia de ajuste del modelo.

²Coefficiente de ajuste de la muestra.

³Coefficiente de Variación.

4.2.2.2 Temperatura. Durante el proceso la temperatura que presentó la mayor variación fue la de refrigeración y en promedio estuvo por debajo de lo recomendable, 2 a 4 °C (Cuadro 22). La materia prima para el tratamiento 13.70P se mantuvo por debajo de

lo esperado (4 °C) y presenta una variación intermedia (Cuadro 22). Las temperaturas del producto masajeado y del producto embutido son las que presentan menor variación. Se puede ver que al embutir hay un incremento promedio de 3 °C (Cuadro 20), lo cual tal vez puede minimizarse si se trabaja en menor tiempo. No aparece la temperatura de cocción ya que su medición fue difícil de realizar durante el experimento, sin embargo hay que indicar que siempre existe un monitoreo del personal para asegurar que la temperatura interna del producto llegue entre 62 y 70 °C.

Cuadro 22. Temperatura promedio (°C) en diferentes etapas del proceso en cada tratamiento.

Tratamiento ¹	Materia prima	Producto masajeado	Producto embutido	Producto refrigerado
9.15A	4.05	7.80	10.69	1.30
13.70A	5.33	7.72	9.30	1.15
9.15P	4.50	4.75	11.36	-0.85
13.70P	0.28	7.78	11.11	-0.25
Promedio	3.54	7.01	10.61	0.34
S ²	2.46	1.74	0.99	0.99
CV ²	69.56	24.81	9.28	292.01

9.15A y 9.15P, 13.70A y 13.70P = 9.15 o 13.70 kg de ingredientes sobre la materia prima y ciclo de masajeado actual (A) o ciclo propuesto (P); A=15;15;24 y P = 15;45;18 (tiempo de volteo o masajeo; tiempo de reposo (min); número de repeticiones del ciclo).

² S = Desviación estandar; CV = Coeficiente de variación.

4.3 ANALISIS ECONOMICO

El costo total de la formulación esta determinado principalmente por los recortes de carne los cuales representan en promedio un 66%, los recortes de cerdo representan más del 50% del costo total (Cuadro 23). La diferencia entre el tratamiento más costoso y menos costo es de 722.00 Lps lo que representa un 25 % con relación al primero (Cuadro 23). El valor de la mano de obra no varió en los tratamientos debido a que se calculó como el promedio entre los tipos de operario (bloques). Las diferencias entre tratamientos se deben principalmente a los cambios en la formulación y a la variación de la materia prima. La depreciación del equipo fue 25% menor en los tratamientos con el ciclo propuesto.

Cuadro 23. Costo promedio en lempiras de los tratamientos en una tanda de 45.35 kg.

Concepto	Tratamientos ¹				Promedio %
	9.15A ^a	13.70A ^a	9.15P ^b	13.70P ^b	
Cerdo	1616.97	1415.15	1197.76	1048.26	51.74
Res	419.06	366.74	419.06	366.74	15.40
Salmuera	138.14	138.14	138.14	138.14	5.42
Mat. Prima Accesoría	227.93	227.93	227.93	227.93	8.94
Depreciación	123.89	123.89	92.92	92.92	4.25
Mano de Obra	135.65	137.39	122.61	131.30	5.17
Co Indirectos	266.16	240.92	219.84	200.53	9.09
TOTAL	2927.81	2650.16	2418.25	2205.81	2550.51

¹ 9.15A y 9.15P, 13.70A y 13.70P = 9.15 o 13.70 kg de ingredientes sobre la materia prima y ciclo de masajeado actual (A) o ciclo propuesto (P); A=15:15:24 y P = 15:45:18 (tiempo de volteo o masajeo; tiempo de reposo (min); número de repeticiones del ciclo).

^a La categoría del recorte de cerdo es extra uno

^b La categoría del recorte de cerdo es uno

En el análisis de los costos debidos a desperdicios, merma y mano de obra se puede apreciar que el efecto de los tratamientos no fue significativo, mientras que el tipo de operario tuvo un efecto significativo ($P < 0.05$) en la mano de obra y en los desperdicios y merma ($P < 0.25$). Los costos debidos a estas variables no están influenciados por los cambios efectuados en la formulación y proceso, sino por el tipo de operario (Cuadro 24).

Cuadro 24. Probabilidad del valor F en el ANDEVA en el costo de los desperdicios, merma y mano de obra.

Fuente de Variación	Desperdicios	Merma	Mano de Obra
Tratamiento	0.4243	0.2711	0.5991
Operario	0.1392	0.2464	0.0053
Modelo ¹	0.3044	0.2791	0.0280
R-cuadrado ²	0.7226	0.7405	0.9488
CV ³	20.66	30.12	8.30

¹Significancia de ajuste del modelo.

²Coefficiente de ajuste de la muestra.

³Coefficiente de Variación.

No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) en los valores promedios de la cuantificación económica de los desperdicios y merma por influencia del tipo de operario, sin embargo, este resultado cambió al disminuir la rigurosidad del experimento, siendo diferentes ($P < 0.25$) las dos variables lo que podría indicar un mayor cuidado en el proceso por parte de los trabajadores. El valor promedio de la mano de obra fue diferente ($P < 0.05$), aumentando más del 50% el costo cuando se trabaja con estudiantes. Para calcular estos

costos se tomó en cuenta que la labor de dos trabajadores equivale a la de cinco estudiantes. Esta diferencia también puede indicar que la equivalencia utilizada desde el punto de vista económico no es correcta sugiriendo aumentar el número de estudiantes o mejorar su eficiencia para que su trabajo sea similar en costos al de los trabajadores (Cuadro 25).

Cuadro 25. Costo promedio de desperdicios, merma y mano de obra según el tipo de operario en una tanda de 45,35 kg.

Operario	Desperdicios Lps	Merma Lps	Mano de obra Lps
Estudiante	327.69 ^{a x}	128.63 ^{a x}	159.98 ^{a x}
Trabajador	244.13 ^{a y}	94.50 ^{a y}	103.47 ^{b y}

^{ab} Promedios en la misma columna con diferente letra tienen diferencia significativa ($P < 0.05$).

^{xy} Promedios en la misma columna con diferente letra tienen diferencia significativa ($P < 0.25$).

Al analizar los resultados económicos (Cuadro 26) se observa que el efecto de los tratamientos y del tipo de operario fue significativo ($P < 0.05$), excepto en el caso del rendimiento donde los tratamientos tuvieron un nivel de significación menor ($P = 0.178$). Sin embargo hay que recordar que el costo de los tratamientos variaba no sólo por efecto de la formulación y/o ciclo de masajeado sino sobretudo por la calidad de la materia prima.

Cuadro 26. Probabilidad del valor F en el ANDEVA de las variables económicas en una tanda de 45,35 kg.

Fuente de Variación	Rdto. ¹	CoP ¹	CoMp ¹	I/Co ¹	B/Co ¹
Tratamiento	0.1780	0.0164	0.0054	0.0160	0.0160
Operario	0.0271	0.0014	0.0001	0.0013	0.0013
Modelo ²	0.0711	0.0019	0.0001	0.0017	0.0017
R-cuadrado ³	0.8974	0.9917	0.9993	0.9923	0.9923
CV ⁴	1.32	1.82	0.47	1.79	9.37

¹Rdto: Rendimiento, CoP: Costo total por kilogramo producido, CoMP: Costo total por materia prima empleada, I/Co: Razón ingreso costo, B/Co: Razón beneficio costo.

²Significancia de ajuste del modelo.

³Coefficiente de ajuste de la muestra.

⁴Coefficiente de Variación.

Al hacer la comparación múltiple de medias (Cuadro 27) los tratamientos con el ciclo propuesto se inclinaron hacia un mayor rendimiento promedio, pero no se encontró diferencias significativas ($P < 0.05$). El tratamiento con mayor nivel de salmuera y ciclo

propuesto (13.70P) presentó un mejor rendimiento ($P<0.25$) si se disminuye el nivel de significancia de la prueba.

El costo de producción promedio por kilogramo producido fue diferente ($P<0.05$) en todos los tratamientos (Cuadro 27) variando desde 73.88 a 53.58 Lps/kg. El costo más alto se observó en los productos elaborados en condiciones actuales, es decir en el tratamiento testigo (9.15A) (Cuadro 27), sin embargo dicho costo está por debajo del precio de venta que es de 77.18 Lps/kg. La disminución del costo en los tratamientos fue resultado del cambio en la formulación como también del uso de recortes de cerdos de menor calidad.

Los costos de producción promedio por kilogramo de materia prima fueron significativamente diferentes en todos los tratamientos (Cuadro 27) y representan la cantidad mínima a la que se puede reducir el costo mejorando las condiciones de rendimiento. Estos resultados son similares a los costos de producción promedio por kilogramo producido, pero en el cálculo del costo de materia prima no se toma en cuenta el rendimiento.

Los porcentajes de la rentabilidad bruta (razón ingreso costo) y rentabilidad neta (razón beneficio costo) fueron diferentes ($P<0.05$) en todos los tratamientos ($P<0.05$). Los valores más bajos correspondieron al producto testigo (9.15A) y los más altos a los productos con más alto nivel de salmuera usando procedimientos propuestos de ciclo de masajeado (Cuadro 27).

En definitiva tanto los cambios en la formulación como la variación proveniente de la materia prima afectaron los valores de rentabilidad observados. Estos datos económicos se complementan con los de la evaluación sensorial, para poder llegar a una conclusión sobre la forma más rentable de producción considerando el nivel de aceptación del consumidor.

Cuadro 27. Valores promedio de los resultados económicos en cada tratamiento en una tanda de 45.35 kg.

Tratamiento ¹	Rdto. ² %	CoP ² Lps/kg	CoMp ² Lps/kg	I/Co ² %	B/Co ² %
9.15A	87.40 ^{a y}	73.88 ^{a v}	64.55 ^{a v}	104.53 ^{d z}	4.53 ^{d z}
13.70A	87.83 ^{a y}	66.58 ^{b x}	58.43 ^{b x}	116.08 ^{c y}	16.08 ^{c y}
9.15P	88.57 ^{a y}	60.27 ^{v y}	53.31 ^{c y}	128.32 ^{b x}	28.32 ^{b x}
13.70P	90.75 ^{a x}	53.58 ^{d z}	48.63 ^{d z}	144.09 ^{a v}	44.09 ^{a v}

¹9.15A y 9.15P, 13.70A y 13.70P = 9.15 o 13.70 kg de ingredientes sobre la materia prima y ciclo de masajeado actual (A) o ciclo propuesto (P); A=15:15:24 y P = 15:45:18 (tiempo de volteo o masajeo; tiempo de reposo (min); número de repeticiones del ciclo).

²Rdto: Rendimiento, CoP: Costo total por kilogramo producido, CoMP: Costo total por materia prima empleada, I/Co: Razón ingreso costo, B/Co: Razón beneficio costo.

^{abc} Promedios en la misma columna con diferente letra tienen diferencia significativa ($P<0.05$).

^{xyz} Promedios en la misma columna con diferente letra tienen diferencia significativa ($P<0.25$).

Se observa (Cuadro 28) que los rendimientos promedios tienen implicaciones económicas ya que los porcentajes de rendimiento fueron menores ($P < 0.05$) para productos elaborados por estudiantes que para los producidos con trabajadores. Los costos de producción de materia prima, como los costos por kilogramo producido de producto, fueron más altos ($P < 0.05$) para los productos elaborados con estudiantes. La relación ingreso costo y beneficio costo fueron mayores ($P < 0.05$) para aquellos tratamientos elaborados por trabajadores de la Planta de Cárnicos. Esto indica que las variables económicas no sólo están determinadas por la formulación o la calidad de la materia prima, sino también por el tipo de operario. En promedio el trabajar con estudiantes reduce la rentabilidad de los costos de 27 a 19%, es decir, un cambio negativo de 30 %.

Cuadro 28. Valores promedio de los resultados económicos en los dos tipos de operarios en una tanda de 45.35 kg.

Operario	Rdto. ¹ %	CoP ¹ Lps/kg	CoMp ¹ Lps/kg	I/Co ¹ %	B/Co ¹ %
Estudiantes	86.97 ^{b y}	65.58 ^{a x}	56.91 ^{a x}	119.46 ^{b y}	19.46 ^{b y}
Trabajadores	90.33 ^{a x}	61.57 ^{b y}	55.54 ^{b y}	127.05 ^{a x}	27.05 ^{a x}

¹Rdto: Rendimiento, CoP: Costo total por kilogramo producido, CoMp: Costo total por materia prima empleada, I/Co: Razón ingreso costo, B/Co: Razón beneficio costo.

^{ax} Promedios en la misma columna con diferente letra tienen diferencia significativa ($P < 0.05$).

^{xy} Promedios en la misma columna con diferente letra tienen diferencia significativa ($P < 0.25$).

Al realizar el análisis comparativo (Cuadro 29) se encontró un solo tratamiento dominante (13.70P) bajo el tipo de operario trabajadores. También al disminuir los costos el ingreso neto aumenta. Estos resultados están influenciados por el tipo de materia prima, por lo que se procedió a realizar otro análisis comparativo considerando un costo promedio de materia prima para todos los tratamientos.

Cuadro 29. Análisis comparativo entre tratamientos según ingreso neto y costo total.

Tratamiento	Operario	Ingreso neto	Costo total	Dominancia ¹
13.70P	Trabajadores	1013.93	2185.72	D
13.70P	Estudiantes	930.01	2225.90	D
9.15P	Trabajadores	809.96	2380.95	D
9.15P	Estudiantes	555.10	2455.56	D
13.70A	Trabajadores	533.51	2611.90	D
13.70A	Estudiantes	315.24	2688.42	D
9.15A	Trabajadores	213.05	2899.11	D
9.15A	Estudiantes	50.66	2956.50	D

¹ D=dominante, d=dominado

El análisis comparativo bajo la consideración de un costo promedio de materia prima por tratamiento fue más real y preciso, sin embargo el tratamiento (13.70P) resultó dominante bajo el tipo de operario trabajadores (Cuadro 30). Comparado al análisis anterior los tratamientos con mayor nivel de salmuera tuvieron una posición superior. Los trabajadores obtuvieron mayor ingreso neto que los estudiantes dentro de un mismo tratamiento. El testigo (9.15A) fue el que obtuvo los ingresos netos más bajos y los tratamientos con la formulación y/o ciclo cambiado tuvieron mayor ingreso neto aún cuando los operarios fueron estudiantes.

Cuadro 30. Análisis comparativo entre tratamientos según ingreso neto y costo total considerando un costo promedio de materia prima.

Tratamiento	Operario	Ingreso neto	Costo total	Dominancia ¹
13.70P	Trabajadores	812.14	2387.51	D
13.70A	Trabajadores	735.30	2410.11	d
13.70P	Estudiantes	728.22	2427.69	d
9.15P	Trabajadores	579.39	2611.52	d
13.70A	Estudiantes	517.03	2486.63	d
9.15A	Trabajadores	443.62	2668.54	d
9.15P	Estudiantes	324.53	2686.13	d
9.15A	Estudiantes	281.22	2725.93	d

¹ D=dominato; d=dominado

Debido a que en ambos análisis comparativos hubo un solo tratamiento dominante no se pudo determinar la tasa de retorno marginal, sin embargo, se procedió a realizar un análisis para determinar cuanto pueden bajar los costos por efecto separado y combinado de la materia prima y formulación que fueron los dos factores más determinantes en el costo total.

La calidad de la materia prima tuvo más influencia en la reducción o aumento de los costos que la formulación (Cuadro 31). Dentro de una misma formulación la diferencia porcentual en costos por efecto de la materia prima fue de 20.59%, en cambio utilizando la misma materia prima pero diferente formulación el cambio porcentual de los costos fue de un 12.48%. El porcentaje mayor de reducción en costos fue 30.5% y se dio cuando se cambió la formulación testigo (9.15) con materia prima de alta calidad (menor nivel de grasa) a la formulación propuesta (13.70) con materia prima de inferior calidad (mayor nivel de grasa). Un aumento en costos de 9.26% se obtuvo al cambiar la formulación actual (9.15) elaborada con materia prima de baja calidad a la formulación propuesta (13.70) con materia prima de alta calidad.

Cuadro 31. Cambio porcentual de los costos totales según la formulación de los tratamientos y calidad de la materia prima.

Formulación	Formulación	13.70	9.15	13.70	9.15
		inferior ¹	Inferior ¹	superior ²	superior ²
9.15	superior ²	-30.50	-20.59	-12.48	*
13.70	superior ²	-20.59	-9.26	*	+12.48
9.15	inferior ¹	-12.48	*	+9.26	+20.59
13.70	inferior ¹	*	+12.48	+20.59	+30.50

¹ Mayor nivel de grasa.

² Menor nivel de grasa.

5. CONCLUSIONES

- La metodología de control aplicada en la producción de jamón Virginia permitió encontrar diferencias a nivel técnico, económico y cualitativo por efecto de cambios en la formulación (nivel de salmuera), proceso (ciclo de masaje), tipo de operario y variación en la calidad de la materia prima.
- La variabilidad de la materia prima se debió principalmente al factor grasa, el cual influyó más en el valor económico del producto que en la percepción del consumidor.
- El nivel superior de salmuera redujo la capacidad de retención de agua de las proteínas. El ciclo propuesto tuvo efecto, disminuyó las pérdidas del diámetro, pero aumentó las pérdidas del peso en las rodajas de jamón.
- Los cambios en la formulación y ciclo de masaje no afectaron la percepción sensorial global de la calidad del producto. Sin embargo, los consumidores aceptaron más la textura y sabor en aquellos productos que tenían un mayor nivel de salmuera. El tipo de ciclo influyó la apariencia de los productos teniendo los tratamientos con el ciclo actual una mayor aceptación.
- El tipo de operario (estudiantes o trabajadores) afectó el tiempo del proceso, el costo de producción según los niveles de desperdicio, merma y mano de obra. La rentabilidad del producto fue menor cuando se elaboró con estudiantes.
- La reducción de los costos fue más afectada por la calidad de la materia prima que por el cambio de formulación y/o proceso (mayor nivel de salmuera y/o diferente ciclo de masaje).
- Los costos totales, rentabilidad bruta y neta difirieron en todos los tratamientos; el tratamiento testigo con materia prima magra fue el más costoso, y el tratamiento con el nivel de salmuera y ciclos propuestos fue el más rentable siempre y cuando se labore con materia prima de inferior calidad (alto contenido de grasa).

6. RECOMENDACIONES

- Integrar una metodología de control que abarque desde la recepción del producto hasta la comercialización del mismo.
- Implementar un sistema de registro para las variables implicadas en el proceso como: calidad de materia prima, pH, temperatura, merma, peso, rendimiento, costos, ingresos, rentabilidad.
- La escala de evaluación subjetiva de la materia prima puede ser empleada como un método de control de calidad sin necesidad de realizar los respectivos análisis bromatológicos.
- Elaborar el jamón Virginia con un nivel superior de salmuera al actual, pero considerando que su vida de anaquel puede ser menor debido a su calidad microbiológica (factor no estudiado en este proyecto) por un aumento en la actividad del agua del producto. Además la capacidad de retención de agua disminuye.
- Aunque es importante la aceptación del consumidor en un producto, considerar que el mercado actual no tiene una percepción exigente ni refinada en cuanto al consumo de jamón Virginia.
- Considerar la variación de la calidad de la materia prima en el precio final del producto.
- Establecer un mínimo de rentabilidad esperada en los productos de acuerdo a su valor en el mercado para mejorar la toma de decisiones económicas.

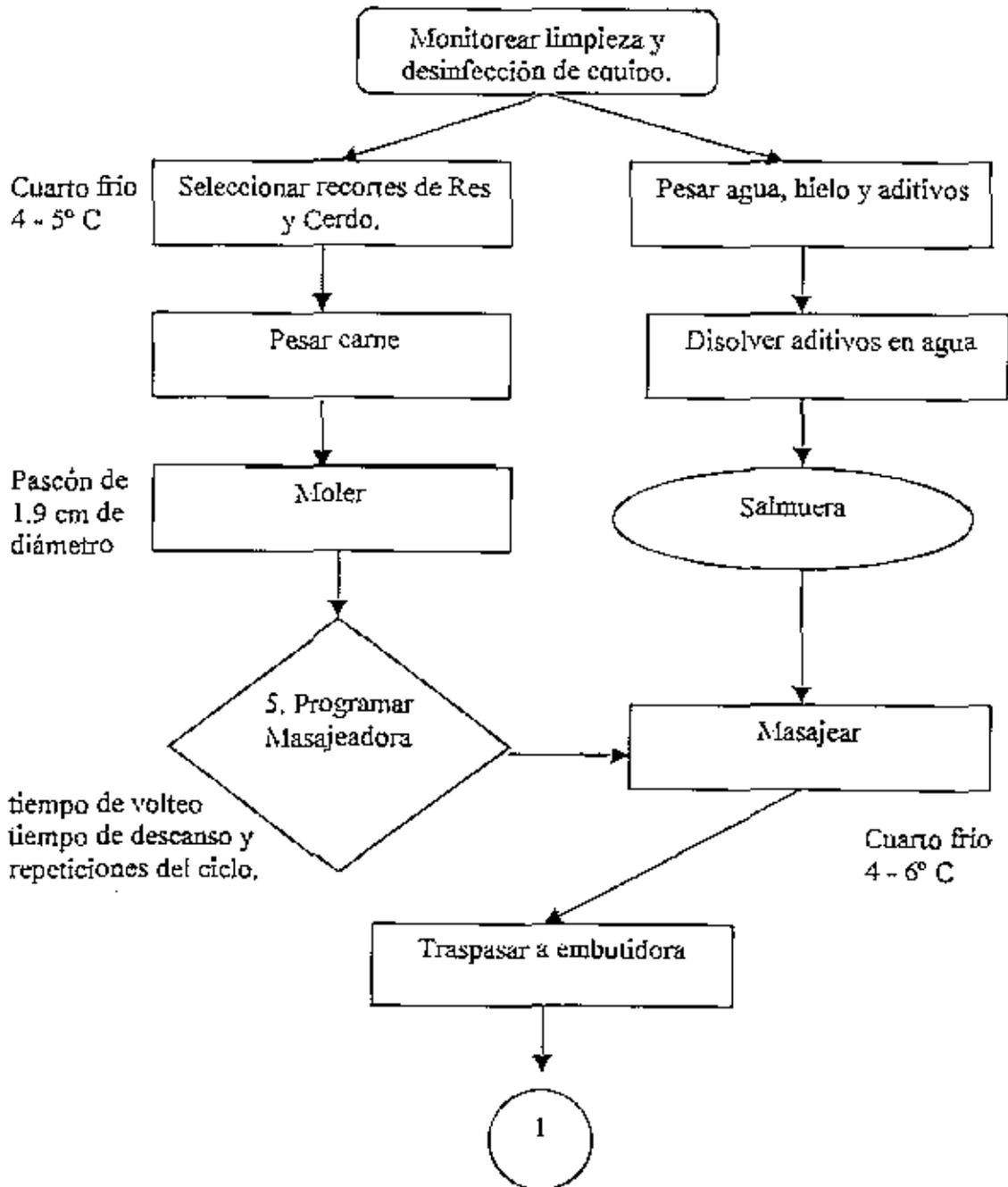
7. BIBLIOGRAFIA

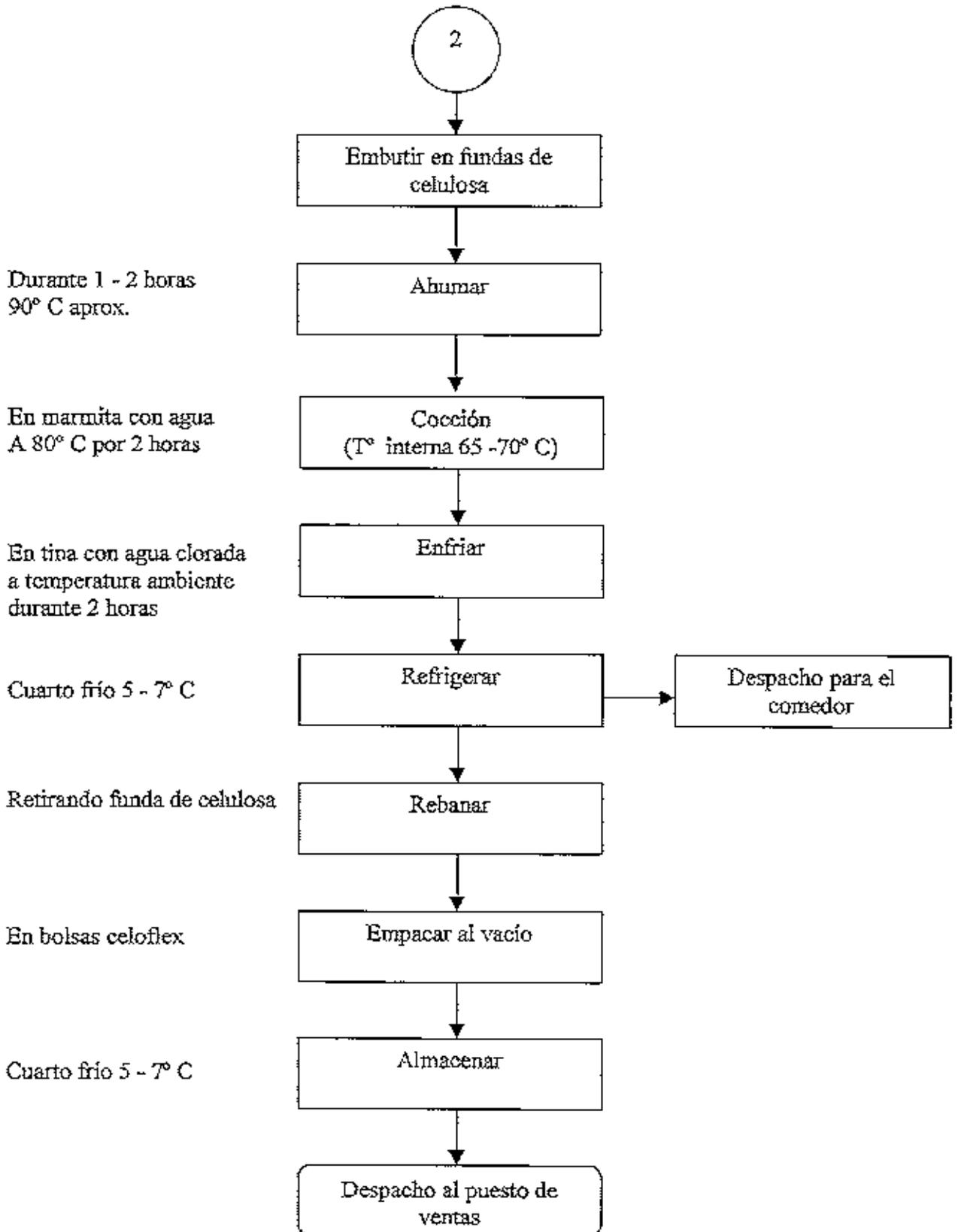
- A.O.A.C 1990. Official Methods of Analysis. 15th. Ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- BALTES, W. 1990. Rapid Methods for Analysis of Food and Food Raw Material. Lancaster, Penn. E.E.U.U. Technomic Publication. 392p.
- CCI UNCTAD/GATT. 1991. Control de Calidad en la Industria Alimentaria. Ginebra, Suiza. Centro de Comercio Internacional. 210p.
- FETTER, R. 1971. Sistemas de Control de Calidad. Trad. por Juan J. Thomas. Buenos Aires, Argentina. El Areneo. 186p.
- ISHIKAWA, K. 1985. ¿Qué es el Control de Calidad? La modalidad japonesa. Trad. por Margarita Cárdenas. Santa Fe de Bogotá, Colombia. Editorial Norma. 208 p.
- INSTITUTO SAS Inc. 1988. SAS/STAT; TMUser's Guide, Release 6.03 Edition. Cary, N.C. E.E.U.U.
- JARAMILLO BUSTOS, D. P. 1998. Diseño y bases para la implementación del Sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (ARPCC) para dos líneas de producción de embutidos. Tegucigalpa, Hond. Tesis Zamorano. 51p.
- LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. 1998. Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices. New York, E.E.U.U. Chapman & Hall. 819p.
- MEJIA JURADO, C. 1998. Diseño y Pautas para la implementación de un Sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (ARPCC) para carne fresca en Zamorano. Tegucigalpa, Hond. Tesis Zamorano. 48p.
- OMLACHONU, V.; ROSS J. 1995. Principios de la Calidad Total. México D.F. Editorial Diana. 386p.
- PAYES GUTIERREZ, A. 1998. Estudio preliminar sobre calidad química y microbiológica de chorizo crudo y moratdela. Tegucigalpa, Hond. Tesis Zamorano. 32p.
- PEARSON, A.M.; GILLET, T.A. 1996. Processed Meats. 3^a Edición. New York, E.E.U.U. Chapman & Hall. 448p.

- PRICE, J.; SCHWEIGERT, B. 1994. Ciencia de la Carne y de los Productos Cárnicos. 2ª Edición. Trad. por Juan Luis de la Fuente. Zaragoza España. Editorial ACRIBIA, S.A. 581p.
- RESURRECCION Anna V. A. 1998 Consumer Sensory Testing for Product Development. Gaithersburg, MD. EEUU. Aspen Publishers, Inc. 254p.
- SCHIFFNER, E.; OPPEL, K.; LÖRTZING, D.; 1996. Elaboración Casera de Carne y Embutidos. Trad. por Oscar Dgonés. Zaragoza, España. Editorial ACRIBIA, S.A. 207-215p.
- VALDIVIESO GENICQ, S. G. 1998. Evaluación tecnológica y sensorial de formulaciones de costo mínimo para Frankfurter y Mortadela. Tegucigalpa, Hond. Tesis Zamorano. 41p.

8. ANEXOS

Anexo 1. Diagrama de flujo para la elaboración de jamón Virginia embutido.





Anexo 2. Encuesta utilizada en la prueba de catación de los consumidores.

PRUEBA DE CATACIÓN

Nombre: _____

Fecha: _____

Número: _____

Por favor indique con que frecuencia consume el jamón Virginia de Zamorano:

- Nunca consume.
 Menos de una vez al mes.
 Más de una vez al mes, pero menos de una vez por semana.
 Más de una vez por semana.

Antes de empezar por favor enjuague su boca con agua. Puede volver a enjuagarse entre cada muestra. Pruebe las muestras y responda en la hoja respectiva al número que le indica la muestra. Señale la opción que mejor describe su opinión con respecto a la muestra:

APARIENCIA (Incluye propiedades visuales como color, brillo, marmoleo, etc.)

- Excelente Buena Regular Mala Pésima

TEXTURA (Sensación táctil en la boca, jugosidad, dureza, suavidad, elasticidad)

- Excelente Buena Regular Mala Pésima

SABOR

Muy agradable

Agradable

Ni me agrada ni me desagrada

Desagradable

Muy desagradable

CALIDAD GLOBAL

- Excelente Buena Regular Mala Pésima

Alguna observación:

Gracias por su colaboración!

Anexo 3. Resultados de las variables de calidad.

Valores en la prueba de retención de agua por diferencia en el diámetro.

Operario ¹	Repetición	Tratamiento	Diámetro Inicial	Diámetro Final	Cambio porcentual
E	1	9.15A	9,00	7,90	12,22
E	2	9.15A	9,00	8,30	7,78
E	3	9.15A	8,80	8,20	6,82
E	4	9.15A	8,90	8,00	10,11
E	5	9.15A	8,70	8,10	6,90
T	1	9.15A	9,00	7,90	12,22
T	2	9.15A	9,00	8,00	11,11
T	3	9.15A	9,00	7,80	13,33
T	4	9.15A	8,80	8,00	9,09
T	5	9.15A	9,10	8,40	7,69
E	1	13.70A	9,10	8,00	12,09
E	2	13.70A	9,30	8,10	12,90
E	3	13.70A	9,30	8,30	10,75
E	4	13.70A	9,20	8,00	13,04
E	5	13.70A	9,10	8,00	12,09
T	1	13.70A	8,90	7,60	14,61
T	2	13.70A	9,40	8,20	12,77
T	3	13.70A	9,40	8,10	13,83
T	4	13.70A	9,30	8,10	12,90
T	5	13.70A	9,30	8,00	13,98
E	1	9.15P	9,50	8,30	12,63
E	2	9.15P	9,30	8,40	9,68
E	3	9.15P	8,90	8,00	10,11
E	4	9.15P	9,00	8,00	11,11
E	5	9.15P	9,50	8,20	13,68
T	1	9.15P	9,0	8,0	11,1
T	2	9.15P	9,1	7,5	17,6
T	3	9.15P	9,2	8,2	10,9
T	4	9.15P	9,4	8,5	9,6
T	5	9.15P	9,3	8,4	9,7
E	1	13.70P	9,40	7,70	18,09
E	2	13.70P	9,20	8,10	11,96
E	3	13.70P	9,40	7,60	19,15
E	4	13.70P	9,40	7,40	21,28
E	5	13.70P	9,20	8,00	13,04
T	1	13.70P	9,40	8,20	12,77
T	2	13.70P	9,50	8,40	11,58
T	3	13.70P	9,40	8,10	13,83
T	4	13.70P	8,80	7,50	14,77
T	5	13.70P	9,40	8,20	12,77

¹ E = Estudiantes, T = Trabajadores.

Valores en la prueba de retención de agua por diferencia en el peso.

Operario ¹	Repetición	Tratamiento	Peso inicial	Peso final	Cambio porcentual
E	1	9.15A	19,43	14,50	25,39
E	2	9.15A	20,41	15,68	23,19
E	3	9.15A	17,47	12,84	26,51
E	4	9.15A	20,40	15,28	25,08
E	5	9.15A	18,74	14,22	24,08
T	1	9.15A	16,98	13,55	20,21
T	2	9.15A	18,92	14,25	24,68
T	3	9.15A	17,19	12,74	25,92
T	4	9.15A	18,55	13,26	28,51
T	5	9.15A	19,51	14,90	23,62
E	1	13.70A	17,63	12,51	29,02
E	2	13.70A	18,42	12,60	31,59
E	3	13.70A	20,62	14,54	29,49
E	4	13.70A	18,00	12,30	31,68
E	5	13.70A	16,69	10,80	35,28
T	1	13.70A	16,55	10,61	35,91
T	2	13.70A	19,71	13,75	30,23
T	3	13.70A	18,24	12,83	29,67
T	4	13.70A	20,53	14,73	28,25
T	5	13.70A	19,43	13,50	30,51
E	1	9.15P	19,94	15,01	24,71
E	2	9.15P	18,46	13,77	25,37
E	3	9.15P	18,17	13,97	23,11
E	4	9.15P	19,04	14,14	25,76
E	5	9.15P	20,22	15,08	25,45
T	1	9.15P	19,77	14,97	24,29
T	2	9.15P	17,76	12,74	28,26
T	3	9.15P	20,06	14,42	28,12
T	4	9.15P	19,43	14,00	27,93
T	5	9.15P	20,14	14,83	26,36
E	1	13.70P	19,37	13,77	28,92
E	2	13.70P	19,84	13,78	30,52
E	3	13.70P	15,99	10,34	35,33
E	4	13.70P	19,54	12,78	34,62
E	5	13.70P	21,67	15,60	28,01
T	1	13.70P	19,66	13,21	32,82
T	2	13.70P	23,70	15,92	32,80
T	3	13.70P	19,57	12,50	36,10
T	4	13.70P	18,41	11,22	39,05
T	5	13.70P	19,75	12,89	34,72

¹ E = Estudiantes, T = Trabajadores.

Calificaciones sensoriales de acuerdo al tipo de juez en los tratamientos elaborados por diferente operario.

Operario ¹	Treat.	Tipo de Juez ²	Número de juez.	Apariencia	Textura	Sabor	Calidad Global
E	9.15A	ES	1	5	4	4	4
E	9.15A	ES	2	3	3	3	3
E	9.15A	ES	3	4	3	3	4
E	9.15A	ES	4	5	5	5	5
E	9.15A	ES	5	4	4	4	4
E	9.15A	ES	6	2	4	4	4
E	9.15A	ES	7	5	4	5	5
E	9.15A	ES	8	4	4	4	4
E	9.15A	ES	9	4	3	3	4
E	9.15A	ES	10	4	3	3	3
T	9.15A	ES	1	3	3	3	3
T	9.15A	ES	2	3	3	2	2
T	9.15A	ES	3	5	4	5	5
T	9.15A	ES	4	2	4	3	3
T	9.15A	ES	5	5	4	4	4
T	9.15A	ES	6	4	3	3	3
T	9.15A	ES	7	5	4	4	4
T	9.15A	ES	8	3	4	4	4
T	9.15A	ES	9	3	4	5	4
T	9.15A	ES	10	4	3	3	3
E	13.70A	ES	1	4	4	4	4
E	13.70A	ES	2	4	3	3	4
E	13.70A	ES	3	4	4	4	4
E	13.70A	ES	4	4	4	4	4
E	13.70A	ES	5	4	3	4	4
E	13.70A	ES	6	3	4	4	4
E	13.70A	ES	7	4	4	5	4
E	13.70A	ES	8	4	4	4	4
E	13.70A	ES	9	3	4	4	4
E	13.70A	ES	10	4	4	4	4
T	13.70A	ES	1	3	2	3	2
T	13.70A	ES	2	3	3	3	3
T	13.70A	ES	3	4	5	4	4
T	13.70A	ES	4	5	5	5	5
T	13.70A	ES	5	5	4	5	5
T	13.70A	ES	6	4	4	3	4
T	13.70A	ES	7	5	5	5	5
T	13.70A	ES	8	3	4	4	4
T	13.70A	ES	9	3	4	4	4
T	13.70A	ES	10	4	4	4	4
E	9.15P	ES	1	4	3	2	3
E	9.15P	ES	2	4	4	4	4
E	9.15P	ES	3	4	2	3	3
E	9.15P	ES	4	3	4	2	3

Operario ¹	Trat.	Tipo de Juez ²	Número de juez	Apariencia	Textura	Sabor	Calidad Global
E	9.15P	ES	5	4	3	3	3
E	9.15P	ES	6	5	3	5	4
E	9.15P	ES	7	3	3	5	4
E	9.15P	ES	8	5	5	4	4
E	9.15P	ES	9	4	2	4	3
E	9.15P	ES	10	4	4	4	4
T	9.15P	ES	1	3	3	4	3
T	9.15P	ES	2	4	3	4	3
T	9.15P	ES	3	4	4	5	4
T	9.15P	ES	4	4	4	4	4
T	9.15P	ES	5	5	4	5	5
T	9.15P	ES	6	2	3	3	2
T	9.15P	ES	7	3	4	4	4
T	9.15P	ES	8	3	4	5	4
T	9.15P	ES	9	4	4	5	4
T	9.15P	ES	10	2	2	3	2
E	13.70P	ES	1	3	4	3	3
E	13.70P	ES	2	4	4	4	4
E	13.70P	ES	3	3	3	3	3
E	13.70P	ES	4	4	3	3	3
E	13.70P	ES	5	3	4	4	4
E	13.70P	ES	6	2	5	3	4
E	13.70P	ES	7	4	5	4	4
E	13.70P	ES	8	3	3	3	3
E	13.70P	ES	9	4	5	4	4
E	13.70P	ES	10	1	5	3	4
T	13.70P	ES	1	4	5	4	4
T	13.70P	ES	2	4	5	4	5
T	13.70P	ES	3	5	5	3	4
T	13.70P	ES	4	3	3	4	4
T	13.70P	ES	5	4	5	5	5
T	13.70P	ES	6	4	5	4	4
T	13.70P	ES	7	3	4	3	3
T	13.70P	ES	8	3	3	3	3
T	13.70P	ES	9	3	3	4	3
T	13.70P	ES	10	3	3	3	3
E	9.15A	RC	1	5	3	3	4
E	9.15A	RC	2	5	2	3	3
E	9.15A	RC	3	2	4	4	3
E	9.15A	RC	4	4	5	4	3
E	9.15A	RC	5	3	2	3	3
E	9.15A	RC	6	3	3	3	3
E	9.15A	RC	7	4	4	4	4
E	9.15A	RC	8	4	4	4	4
E	9.15A	RC	9	4	3	3	3
E	9.15A	RC	10	5	4	4	4
T	9.15A	RC	1	4	4	5	4

Operario ¹	Trat.	Tipo de Juez ²	Número de juez	Apariencia	Textura	Sabor	Calidad Global
T	9.15A	RC	2	5	4	4	4
T	9.15A	RC	3	3	3	3	3
T	9.15A	RC	4	4	3	3	4
T	9.15A	RC	5	5	4	5	5
T	9.15A	RC	6	4	5	5	5
T	9.15A	RC	7	4	4	4	4
T	9.15A	RC	8	5	2	4	3
T	9.15A	RC	9	4	2	3	3
T	9.15A	RC	10	4	1	3	2
E	13.70A	RC	1	5	4	4	4
E	13.70A	RC	2	5	5	5	5
E	13.70A	RC	3	3	4	5	4
E	13.70A	RC	4	5	5	5	4,5
E	13.70A	RC	5	3	3	4	3
E	13.70A	RC	6	4	4	4	4
E	13.70A	RC	7	4	4	5	4
E	13.70A	RC	8	3	4	4	3
E	13.70A	RC	9	4	3	4	4
E	13.70A	RC	10	5	4,5	5	4,5
T	13.70A	RC	1	4	4	4	4
T	13.70A	RC	2	5	4	4	4
T	13.70A	RC	3	3	3	3	3
T	13.70A	RC	4	4	4	4	4
T	13.70A	RC	5	5	5	5	5
T	13.70A	RC	6	4	5	5	5
T	13.70A	RC	7	4	4	4	4
T	13.70A	RC	8	4	3	4	3
T	13.70A	RC	9	4	3	5	4
T	13.70A	RC	10	3	3	4	3
E	9.15P	RC	1	5	1	2	3
E	9.15P	RC	2	5	3,5	2	2
E	9.15P	RC	3	4	4	4	4
E	9.15P	RC	4	3	3	4	4
E	9.15P	RC	5	4	4	4	4
E	9.15P	RC	6	3	4	3	3
E	9.15P	RC	7	4	5	5	4
E	9.15P	RC	8	3	3	3	3
E	9.15P	RC	9	4	4	4	4
E	9.15P	RC	10	3	4	4	4
T	9.15P	RC	1	4	4	4	4
T	9.15P	RC	2	5	5	5	5
T	9.15P	RC	3	4	4	4	4
T	9.15P	RC	4	4	4	5	4,5
T	9.15P	RC	5	4	4	5	5
T	9.15P	RC	6	4	5	5	4
T	9.15P	RC	7	2	3	3	3
T	9.15P	RC	8	2	4	4	3

Operario ¹	Trat.	Tipo de Juez ²	Número de juez	Apariencia	Textura	Sabor	Calidad Global
T	9.15P	RC	9	4	3	4	3
T	9.15P	RC	10	2	3	4	3
E	13.70P	RC	1	3	3	4	3
E	13.70P	RC	2	4	3	4	4
E	13.70P	RC	3	4	4	4	4
E	13.70P	RC	4	3	5	4	4
E	13.70P	RC	5	3	2	4	3
E	13.70P	RC	6	4	4	4	4
E	13.70P	RC	7	3	4	4	4
E	13.70P	RC	8	4	4	4	4
E	13.70P	RC	9	5	4	5	4
E	13.70P	RC	10	5	5	5	5
T	13.70P	RC	1	3	3	3	3
T	13.70P	RC	2	4	5	5	5
T	13.70P	RC	3	2	4	4	4
T	13.70P	RC	4	4	4,5	4	4
T	13.70P	RC	5	4	4	4	3
T	13.70P	RC	6	3	4	4	3
T	13.70P	RC	7	3	3	3	3
T	13.70P	RC	8	2	3	4	3
T	13.70P	RC	9	4	4	4	4
T	13.70P	RC	10	4	4	5	4

¹ E = Estudiantes, T = Trabajadores

² ES = Estudiante, RC = Residente del Campus

Anexo 4. Resultados de las variables técnicas.

Valores del tiempo a través del proceso.

Operario ¹	Tratamiento	Pesado min	Embutido min	Empaque min	Total min
E	9.15A	40	18	35	35
T	9.15A	28	15	20	20
E	13.70A	40	25	34	34
T	13.70A	27	13	19	19
E	9.15P	35	25	30	30
T	9.15P	20	9	22	22
E	13.70P	30	23	33	33
T	13.70P	25	15	25	25

¹ E = Estudiantes, T = Trabajadores.

Niveles de desperdicios a través del proceso.

Operario ¹	Tratamiento	Molino kg	Masajeadora kg	Embutidora kg	Rebanado/ empaque kg	Total kg
E	9.15A	0,000	0,227	1,361	0,816	2,404
T	9.15A	0,227	0,454	1,134	0,816	2,630
E	13.70A	0,181	0,680	0,952	0,816	2,630
T	13.70A	0,113	0,454	0,227	0,816	1,610
E	9.15P	0,045	0,635	1,179	0,816	2,676
T	9.15P	0,045	0,522	0,113	0,816	1,497
E	13.70P	0,000	0,567	0,567	0,816	1,950
T	13.70P	0,113	0,340	0,454	0,816	1,723

¹ E = Estudiantes, T = Trabajadores.

Niveles de merma a través del proceso.

Operario	Tratamiento	Cocción kg	Refrigeración kg	Total kg
E	9.15A	0,340	0,567	0,907
T	9.15A	0,000	0,227	0,227
E	13.70A	0,567	0,454	1,020
T	13.70A	0,748	0,227	0,975
E	9.15P	0,340	0,499	0,839
T	9.15P	0,340	0,454	0,794
E	13.70P	0,000	0,567	0,567
T	13.70P	0,000	0,454	0,454

¹ E = Estudiantes, T = Trabajadores.

Valores del pH en las diferentes etapas del proceso.

Operario ¹	Tratamiento	Materia prima	Antes del masajeo	Después del masajeo	Producto final
E	9.15A	5,83	6,57	5,66	6,22
T	9.15A	6,01	6,45	5,94	6,17
E	13.70A	5,71	6,3	5,87	6,08
T	13.70A	5,6	5,31	5,91	6,05
E	9.15C	5,85	6,17	7,77	6,34
T	9.15C	5,87	6,44	5,97	6,01
E	13.70A	5,74	6,62	6,1	6,2
T	13.70A	5,64	6,04	6,02	6,13

¹ E = Estudiantes, T = Trabajadores.

Valores de la temperatura (°C) en diferentes etapas del proceso

Operario ¹	Tratamiento	Mat. Prima	Masajeado	Embutido	Refrigeración
E	9.15A	3,05	9,55	10	1,2
T	9.15A	5,05	6,05	11,38	1,4
E	13.70A	3,77	8,05	9,44	1
T	13.70A	6,88	7,38	9,16	1,3
E	9.15P	3,44	4,38	11,11	-0,7
T	9.15P	5,55	5,11	11,61	-1
E	13.70P	-1	7,11	10,55	-0,3
T	13.70P	1,55	8,44	11,66	-0,2

¹ E = Estudiantes, T = Trabajadores.