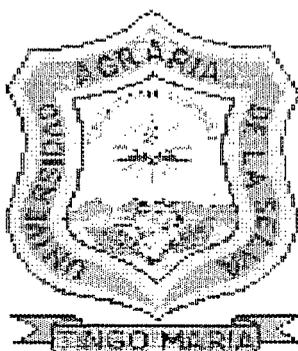


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Departamento académico de Ciencia, Tecnología e Ingeniería de alimentos



**" ESTABILIDAD DE LA CARNE MOLIDA FRESCA DE VACUNO, TRATADA
CON SALES ORGÁNICAS, EMPACADA A VACÍO Y REFRIGERADA"**

TESIS

Para optar el Título de :

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Presentado por:

SEGUNDO HIPÓLITO MAIZ MIRAVAL

Tingo Maria – Perú

2002



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público el 27 de abril del 2002, a horas 10.00 a.m., en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, para calificar la tesis presentado por el Bachiller en Ciencias Industrias Alimentarias: **Segundo Hipólito Maiz Miraval**.

**“ESTABILIDAD DE LA CARNE MOLIDA FRESCA DE VACUNO,
TRATADAS CON SALES ORGANICAS, EMPACADA A VACIO Y
REFRIGERADA”**

Después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran aprobado con el calificativo de **Bueno**, en consecuencia el Bachiller: **Segundo Hipólito Maiz Miraval**, queda apto para recibir el título de **Ingeniero en Industrias Alimentarias** del Consejo Universitario, de conformidad con el Art.22° de la Ley Universitaria 23733; los artículos 43° y 45° del Estatuto y los artículos 95° y 96° del Reglamento General de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, junio 10 del 2002


Blga. Margarita Alcedo Romero
Presidente




Ing. Luis Alberto Condezo Hoyos
Vocal


Ing. Elizabeth Ordóñez Gómez
Asesor

DEDICADO:

A Dios

Por brindarme la vida, e
iluminar mi camino

A CARMEN SOLEDAD

Por su incomparable cariño
y amor

A mis hermanos:

Daniel, Ana, Domingo, Yersinio,
Yesber; con mucho aprecio y por
el apoyo moral que me brindaron.

A mi madre y hermana:

ELADIA Y SARA

Por su paciencia, amor, y
sacrificio para alcanzar mi
mejor anhelo.

A PAULA GISELL

a quien quiero con todo mi
ser

A mi amigo y sobrina:

Julián y Azucena
quienes me dieron un estímulo
para mi superación.

AGRADECIMIENTO

A la Ing. ELIZABETH S. ORDÓÑEZ GÓMEZ, patrocinadora y al Ing. LAUREANO ZAVALITA de la CRUZ, copatrocinador del presente trabajo de investigación.

Al Dr. MANUEL SANDOVAL CHACON., por su apoyo incondicional para el desarrollo de este estudio.

AL CONSEJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA (CIUNAS), por el apoyo económico en la presente investigación.

Al Sr. Saúl Vásquez del Castillo, por el apoyo en la redacción del presente trabajo.

A los docentes de la Facultad de Industrias Alimentarias, quienes contribuyeron en mi formación profesional

INDICE

	Pag.
RESUMEN	
SUMMARY	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
A. GENERALIDADES DE LA CARNE	3
1. Definición del término carne.....	3
2. Composición de la carne.....	4
3. Microbiología de la carne	6
4. Carne como fuente de microorganismos.....	8
5. Acción enzimática de la carne después de la muerte del animal ..	8
6. Características generales de las bacterias.....	9
B. GENERALIDADES DE LA CARNE MOLIDA.....	10
1. Carne picada y/o triturada	10
2. Carne molida	11
3. Naturaleza física y química de los productos cárnicos picados...	11
4. Microbiología de productos picados.....	12
5. Elaboración de hamburguesas	13
C. GENERALIDADES SOBRE CONSERVACIÓN DE CARNE	15
1. Conservación de la carne	15
2. Métodos de conservación	16
3. Conservadores químicos	18

D. ADITIVOS	18
1. Definición	18
2. Aditivos Alimentarios.....	19
3. Clasificación.....	20
4. Uso	20
5. Rancidez oxidativa.....	22
6. Sales orgánicas como conservadores	22
7. Sinergismo entre sustancias conservadores.....	26
E. ALMACENAMIENTO DE CARNE	26
1. Empacado	26
2. Refrigeración	27
3. Atmósfera modificada	28
4. Atmósfera controlada.....	28
5. Envasado a vacío	29
6. Envasado a vacío o en atmósfera modificada.....	30
7. Envasado al vacío con película adherida.....	30
8. Características de las envolturas de material plástico.....	30
9. Elección de una película de embalaje.....	32
F. CONSERVACIÓN AL VACÍO.....	33
G. ALTERACIÓN MICROBIANA DE LA CARNE ALMACENADO A VACÍO.....	35
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	37
A. LUGAR Y FECHA DE EJECUCIÓN	37
B. MATERIA PRIMA.....	37

C. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS	37
1. Equipos.....	37
2. Materiales	39
3. Insumos, reactivos y soluciones.....	40
D. MÉTODOS DE ANÁLISIS	41
1. Caracterización de la materia prima.....	41
2. Evaluación de la actividad de las sales orgánicas.....	43
3. Evaluación del efecto de la mezcla de las sales orgánicas	44
4. Evaluación de la estabilidad de la carne molida fresca de vacuno, tratadas con sales orgánicas, empacada a vacío y refrigerada	45
E. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	45
1. Evaluación físico-química y microbiológica, de la materia prima.	45
2. Evaluación de la actividad de las sales orgánicas.....	46
3. Evaluación del efecto de la mezcla de las sales orgánicas	50
4. Evaluación de la estabilidad de la carne molida fresca de vacuno, tratadas con sales orgánicas, empacada a vacío y refrigerada	53
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	56
A. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE CARNE FRESCA MOLIDA DE VACUNO	56
B. EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LAS SALES ORGÁNICAS....	59
1. Análisis sensorial	59
2. Análisis microbiológico.....	67
C. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA MEZCLA DE SALES ORGANICAS	71

1. Análisis sensorial	71
2. Análisis microbiológico.....	73
D. EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LA CARNE MOLIDA FRESCA DE VACUNO, TRATADAS CON SALES ORGÁNICAS, EMPACADA A VACÍO Y REFRIGERADA.....	75
1. Características físico-químicas del tratamiento seleccionado	75
2. Análisis sensorial	81
3. Análisis microbiológico.....	83
V. CONCLUSIONES	85
VI. RECOMENDACIONES	86
VII. BIBLIOGRAFÍA	87
VIII. ANEXO	93

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en el período de agosto a diciembre del 2000, utilizándose como materia prima, carne fresca de vacuno, con el objetivo de evaluar la estabilidad de la carne molida fresca de vacuno, tratadas con sales orgánicas, empacada a vacío y refrigerada.

La metodología del estudio comprendió: evaluación físico-química y microbiológica de la carne molida fresca de vacuno, evaluación de la actividad de las sales orgánicas, evaluación del efecto de la mezcla de sales orgánicas y evaluación de la estabilidad de la carne molida fresca de vacuno, tratada con sales orgánicas, empacada a vacío y refrigerada.

Para la evaluación de la actividad de las sales orgánicas, se utilizaron cuatro tipos de sales orgánicas: lactato de sodio (3 y 4%), propionato de sodio (0,1 y 0,2%), acetato de sodio (0,1 y 0,2%) y citrato de sodio (0,1 y 0,2). Paralelamente se instaló un control (sin adición de sal orgánica); se acondicionó 35g de carne molida en envase flexible (película plástica con barrera) y se empacó a vacío a 35 milibar de presión, con un tiempo de sellado de la bolsa de 2,1 segundos; luego se evaluaron los atributos: color, apariencia general y sabor básico (cada 7 días durante 28 días de almacenamiento), y el recuento total de microorganismos aerobios viables (al inicio, a 21 días y al final).

Para la evaluación del efecto de la mezcla, se utilizaron dos sales orgánicas: lactato de sodio y propionato de sodio, instaladas en cuatro tratamientos: T_A (3% lactato de sodio más 0,1% propionato de sodio), T_B (3% lactato de sodio más 0,2% propionato de sodio), T_C (4% lactato de sodio más 0,1% propionato de sodio) y T_D (4% lactato de sodio más 0,2% propionato de sodio); se acondicionó 35 g de carne molida en envase flexible y se empacó a vacío a 35 milibar de presión, con un tiempo de sellado de la bolsa de 2,1 segundos. Durante 33 días de almacenamiento se evaluó sensorialmente los atributos: color, apariencia general y sabor básico; y el análisis microbiológico (recuento total de microorganismos aerobios viables). En promedio la carne presentó microorganismos aerobios viables inicial (día 0) de $1,37 \times 10^4$ ufc/g y final (día 33) $2,42 \times 10^4$ ufc/g. Las sales evaluadas en la mezcla, tuvieron un buen comportamiento tanto sensorial como microbiológicamente.

Para la evaluación de la estabilidad se utilizó 4% lactato de sodio y 0,2% de propionato de sodio (tratamiento seleccionado), realizándose los análisis físico- químico (humedad, pH y TBA), sensorial (color, apariencia general y sabor básico) y, microbiológico (recuento total de microorganismos aerobios viables). No se observó cambios significativos en todas las muestras en 42 días de almacenamiento a temperatura de refrigeración (4 a 8°C).

SUMMARY

The present research was made in the university: Universidad Nacional Agraria de la Selva, in the period of August to December of the 2000, using as raw material, fresh meat of bovine, with the objective of evaluating the stability of the fresh milled meat of bovine, treated with organic, packed with organic salts and refrigerated.

The methodology of the study understood: evaluation physical-chemistry and microbiology of the fresh milled meat of bovine, evaluation of the activity of the organic salts, evaluation of the effect of the mixture of organic salts and evaluation of the stability of the fresh milled meat of bovine, treated with organic salts, vacuum packed and refrigerated.

For the evaluation of the activity of the organic salts, four types of organic salts are used: sodium lactate (3 and 4%), propionate of sodium (0,1 and 0,2%), acetate of sodium (0,1 and 0,2%) and citrate of sodium (0,1 and 0,2). Parallely it settling a control (without addition of organic salt); 35g of meat milled in flexible container was conditioned (plastic movie with barrier) and it was vacuum packed to 35 milibar of pressure, with a time of having sealed of the bag of 2,1 seconds; and then the attributes were evaluated: color, general appearance and basic flavor (every 7 days during 28 days of storage), and total recount of viable aerobic microorganisms (to the beginning, to 21 days and the end).

For the evaluation of the effect of the mixture, two organic salts were used: lactate sodium and propionate of sodium, installed in four treatments TA (3% lactate of sodium but 0,1% propionate of sodium), TB (3% lactate of sodium but 0,2%propionato of sodium), TC (4 %lactate of sodium 0,1% propionate of sodium) and TD (4 % lactate of sodium but 0,2% propionate of sodium); 35g of meat milled in flexible container was conditioned and you vacuum packs to 35 milibar of pressure, with a time of having sealed of the bag of 2,1 seconds. During 33 days of storage it was evaluated the attributes sensorial: color, general appearance and basic flavor; and the microbiology analysis (total recount of viable aerobic microorganisms). on the average the meat presented microorganisms aerobic viable initial (day 0) of $1,37 \times 10^4$ ufc/g and final (day 33) $2,42 \times 10^4$ ufc/g. The salts evaluated in the mixture, had a good behavior so much sensorial as microbiology.

For the evaluation of the stability it was used 4 % lactate of sodium and 0,2% of propionate of sodium (selected treatment), being carried out the physical-chemical analyses (humidity, PH and TBA), sensorial (color, general appearance and basic flavor) and microbiology (total recount of viable aerobic microorganisms). it was not observed significant changes in all the samples in 42 days of storage to refrigeration temperature (4 at 8°C).

I. INTRODUCCIÓN

La carne, como material biológico es delicada, tanto por su valor nutritivo como por su valor sensorial, es el alimento básico para cubrir las necesidades de proteína de alta calidad.

Es un hecho bien conocido que la actividad del agua en un alimento influye en la multiplicación y actividad metabólica de los microorganismos. La carne de res tiene una actividad de agua de 0,98 - 0,99 y la carne picada posee un número de microorganismo más elevado que las carnes no desmenuzadas.

Los fosfolípidos de las membranas celulares o mitocondriales de la carne de vaca son muy oxidables, pues contiene ácidos grasos insaturados. En la carne fresca, la oxidación no limita su conservación en frío; sin embargo, en la carne molida el enranciamiento aparece a los dos o tres días de conservación a 5°C.

Por otro lado, la ciudad de Tingo María, esta ubicado en una zona tropical, con una temperatura promedio anual de 24°C. Estos dos factores fundamentales, del medio ambiente y de la materia prima, influyen a que la carne se deteriore con mucha facilidad. Además, se conoce que, en América Latina, aproximadamente un 40 % de los productos alimenticios se pierden antes de llegar a ser consumidos, debido a sistemas inadecuados de conservación, almacenamiento y distribución, ésta es una situación que urge remediar. Por lo tanto se plantea el siguiente objetivo:

Evaluar la estabilidad de las características químicas, sensoriales y microbiológicas de la carne molida fresca de vacuno, utilizando sales orgánicas, empacada a vacío y refrigerada.

El trabajo se desarrolló durante los meses de agosto a diciembre del año 2000.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. GENERALIDADES DE LA CARNE

1. Definición del término carne

Prandl *et al.* (1994) mencionan , que el término carne es una expresión muy amplia, ya que comprende todas las porciones de la canal que sirve para consumo humano, y frecuentemente, también son alimentos elaborados a partir de las mismas.

Fennema (1993) define, la carne como aquel músculo del animal que ha sido beneficiado y sufrido ciertos cambios químicos y bioquímicos.

Según Forrest *et al.* (1979), la carne se define como aquellos tejidos animales que pueden emplearse como alimentos. Todos los productos procesados o manufacturados, que se prepara a partir de los tejidos se incluyen en esta definición.

Tellez (1978) define la carne como el componente más importante para hacer diversos productos. La carne en el concepto científico es una reunión de tejidos, de naturaleza orgánica con una composición química muy rica y compleja y que por lo mismo constituye un valioso alimento para el hombre.

2. Composición de la carne

Price y Schweißert (1994), mencionan que el conocimiento de la estructura del músculo es esencial para entender las relaciones entre las propiedades del músculo y su empleo como carne, además, es útil conocer como sus constituyentes, tales como la grasa, la proteína y el agua, se sitúan en el músculo; además, cuando se estudia el procesado de la carne, es necesario conocer cómo influye la estructura en la extracción o usos de varios de sus componentes.

Cuadro 1. Composición química de carne en tres especies animales (en porcentaje).

Componentes químicos	Bovino adulto		Ternera	Porcino		Ovino	
	Gordo	Magro		Gordo	Magro	Gordo	Magro
Agua	54,0	73,0	75,3	52,0	71,0	51,0	72,0
Grasa	27,0	4,5	4,0	32,0	8,0	30,0	7,0
Sales minerales	1,0	1,1	0,9	0,8	1,0	0,7	0,8
Proteínas	18,0	21,4	19,8	15,0	19,6	15,2	20,0
Carbohidratos	0,1	0,3	0,3	0,2	0,4	0,1	0,2

Fuente: Weinling (1973).

La composición química de la carne es muy variable, entre los principales factores que influyen en la cuantía de los componentes químicos, se tiene: especie animal, edad, nivel de alimentación, nivel

de crianza. Además, no todos los músculos en un mismo animal, tienen la misma composición (Weinling, 1973).

Cuadro 2. Composición de la carne magra de algunos animales.

	Agua (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Sustancias minerales (%)
Carne de vacuno				
Chuleta	74,6	22,0	2,2	1,2
Pierna	76,4	21,8	0,7	1,2
Carne de ternera				
Chuleta	72,4	21,2	0,5	1,3
Pierna	76,4	21,5	0,6	1,3
Carne de cerdo				
Chuleta	72,4	21,9	4,5	1,1
Pierna	75,0	21,9	1,9	1,2
Carne de lanar				
Chuleta	74,4	20,3	4,1	1,1
Pierna	75,2	19,4	4,3	1,1

Fuente: Carballo y López (1991).

Las diferencias de la región anatómica se explican según la función que desarrolla las regiones, los músculos más activos tienen mayor proporción de agua (Carballo y López, 1991).

Varnam y Sutherland (1998) mencionan que la composición de la carne magra es relativamente constante en una amplia diversidad de

animales. Las variaciones más importantes se presentan en el contenido de lípidos, lo que se refleja en distintos grados de veteado.

3. Microbiología de la carne

Price y Schweigert (1994) mencionan que antes del sacrificio, los tejidos comestibles de un animal sano se pueden considerar estériles. Se encuentra protegidos de la contaminación por la piel que funciona como una cubierta casi perfecta. Tras el sacrificio, estos mecanismos quedan bloqueados, y los tejidos expuestos se hacen altamente perecederos. La superficie externa de la piel o el cuero está intensamente contaminada por una amplia variedad de microorganismos. Ocurre alguna contaminación durante la operación de degüello, y es posible que algunos de estos microorganismos puedan llegar a los tejidos musculares por el torrente circulatorio inmediatamente antes de la muerte. El despiezado y el recorte permiten a un gran número de microorganismos contaminar las superficies.

Frazier y Westhoff (1993) indican que la contaminación importante se debe a causas externas durante las operaciones de sangría, manipulación y preparación de la canal. Los microorganismos proceden principalmente del exterior del animal (piel, pezuñas y pelo) y del tubo intestinal de éste. Los mohos de muchos géneros pueden llegar a la superficie de las carnes y crecer allí. Tienen especial importancia las

especies de los géneros *clodosporium*, *sporotrichum*, *Geotrichum*, *Thamnidium*, *Mucor*, *Penicillium*, *Alternaria* y *Monilia*. En la carne se suelen encontrar levaduras, principalmente asporógenas. Se han encontrado bacterias pertenecientes a muy distintos géneros, siendo los más importantes *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Moraxella*, *alcaligenes*, *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Sarcina*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Proteus*, *Flavobacterium*, *Bacillus*, *clostridium*, *Escherichia*, *campylobacter*, *Salmonella* y *Streptomyces*.

Cuadro 3. Promedio de microorganismos que contaminan la carne de vaca en la nave de sacrificio de un matadero industrial.

Muestra	Bacterias	Levaduras	Mohos
Canal de vacuno preparada sobre el suelo	6,4x10 ³ – 8,3x10 ⁵ /cm		
Tierra(seca) procedentes de los animales	1,1x10 ⁵ /g	5,0x10 ⁴ /g	1,2x10 ⁵ /g
Heces (recientes) de los animales	9,0x10 ⁷ /g	2,0x10 ⁵ /g	6,0x10 ⁴ /g
Contenido de la panza	2,0x10 ⁹ /g	1,8x10 ⁵ /g	1,6x10 ³ /g
Aire de la nave	1,4x10 ² /cm ²		2/cm ²
Agua de lavado de la canal	20 – 1,0x10 ⁴ /ml		
Agua de lavado del suelo	1,0x10 ³ – 1,6x10 ⁴ /ml		

Fuente: Frazier y Westhoff (1993).

4. Carne como fuente de microorganismos

Frazier y Westhoff (1993) mencionan que para muchos microorganismos, la carne es un medio de cultivo ideal ya que su porcentaje de humedad es elevado, contiene gran cantidad de nutrientes nitrogenados de diversos grados de complejidad y está provista de abundantes sales minerales y factores del crecimiento. Además, suele contener algún hidrato de carbono fermentescible (glucógeno) y su pH es apropiado para que en ella se multipliquen la mayoría de los microorganismos.

Jay (1994) indica que las carnes frescas de vaca y carnes preparadas tienen valores de pH dentro de los límites de crecimiento de la mayoría de los microorganismos. Su contenido de humedad y elementos nutritivos son adecuados para el crecimiento de los microorganismos.

5. Acción enzimática de la carne después de la muerte del animal

Carballo y López (1991) indican que cuando el animal muere ocurre una liberación de sus propias enzimas. Así, por ejemplo, las proteinasas comienzan la digestión de las proteínas de la carne, fragmentándolas, lo que se traduce en un ablandamiento lento. El ablandamiento de la carne se debe a la actuación enzimática. Este se explica por el inicio de una proteólisis, de la que se encargan los lisosomas. Las enzimas lisosómicas se activan en pH ácidos, degradan la membrana lisosómica y pasan al líquido sarcoplásmico,

degradando las proteínas musculares. Estas enzimas son las catepsinas BH, L y D de los lisosomas, la tripsina y las calpaínas (situadas en la parte interna del sarcolema), entre otras.

6. Características generales de las bacterias

Price y Schweigert (1994) mencionan que cada grupo taxonómico de los microorganismos, tiene su propio umbral máximo, óptimo y mínimo de crecimiento, de modo que los intervalos son sólo generalizaciones.

El grupo de microorganismos más importante es el de los psicrótrofo. La mayoría de los productos cárnicos, bien sean frescas, curados, se mantienen bajo refrigeración. Los microorganismos que alteran las carnes son: *pseudomonas* (que crecen en las superficies de la carne en refrigeración), este grupo de bacteria crece abundantemente a 0°C. Los psicrófilos son un estudio difícil, los procedimientos convencionales de laboratorio generalmente son letales para estos microorganismos a causa de la alta temperatura ambiente. Las bacterias psicrófilas tienen un estrecho rango de temperatura de crecimiento, y aunque tal medio ambiente existe en los locales de procesado de la carne, no parece que tengan importancia como agentes alterantes.

Cuadro 4. Clasificación de las bacterias según sus temperaturas de crecimiento.

	Temperaturas de crecimiento (°C)		
	Mínimo	Óptimo	Máximo
Termófilos	38 – 45	55 – 80	60 – 90
Mesófilos	5 – 10	30 – 40	40 – 50
Psicrótrofos	-5 ± 5	25 – 30	30 – 35
Psicrófilos	-5 ± 5	10 – 15	15 - 20

Fuente: Price y Schweigert (1994).

B. GENERALIDADES DE LA CARNE MOLIDA

1. Carne picada y/o triturada

Jay (1994), menciona que las carnes desmenuzadas, como es la carne de vaca picada, contienen un número de microorganismos más elevados que la carne no desmenuzadas; siendo varias las causas: excesivo manipuleo, mayor extensión superficial, contaminación en picadoras de carne, cuchillos que se emplean para cortarla y utensilios que se emplean en su conservación.

Las carnes picadas a menudo tienen una carga inicial de microorganismos elevada. Los productos cárnicos picados crudos están representados por la omnipresente hamburguesa y las salchichas británicas frescas. (Varnam y Sutherland, 1998).

Price y Schweigert (1994), indican que el picado de la carne generalmente disminuye el tiempo de vida media, ya que durante el mezclado asociado al picado aumenta la superficie a la que los microorganismos pueden acceder y se incorpora oxígeno. En este caso también, la decoloración es el primer síntoma de deterioro.

2. Carne molida

Varnam y Sutherland (1998) mencionan que el molido es un proceso similar al picado, la principal diferencia es la ausencia de un tornillo y la elevada velocidad de funcionamiento. El equipamiento es de configuración vertical, cayendo la carne por su propio peso hasta la cuchilla y las placas. El material es troceado más finamente que mediante el picado, pero se producen algunos desgarros al pasar a través de la placa fija perforada. La operación es mucho más rápida que el picado y se adapta mejor a las operaciones con alto rendimiento de producto.

3. Naturaleza física y química de los productos cárnicos picados

Varnam y Sutherland (1998) indican que las propiedades funcionales de las proteínas miofibrilares de la carne son importantes principalmente en los productos cárnicos picados elaborados convencionalmente. Están involucrados tres tipos de interacción: proteína: proteína (ligazón de la carne), proteína: agua (retención o unión de agua) y proteína: grasa (unión de la grasa). La importancia

relativa de estas interacciones varía de acuerdo con la naturaleza del producto. Durante el picado hay una considerable ruptura física del tejido muscular por daño al sarcolema, endomisio e integridad de las fibras musculares. El picado causa hinchamiento y despolimerización de la miosina y extracción de miofibrillas de las fibras musculares. Las proteínas dentro de las fibras hinchadas y la miosina monomérica solubilizada tiene una capacidad de retención de agua mucho mayor que la miosina nativa agregada y muy ordenada.

El hinchamiento de la fibra muscular y la solubilización de la miosina actúan para aumentar la viscosidad de la matriz de proteína en el exudado. El exudado proporciona suficiente ligazón para que el producto mantenga una estructura en estado crudo y gelifica con el cocinado para formar una estructura sólida.

4. Microbiología de productos picados

Price y Schweigert (1994) indican que el desmenuzamiento de la carne para preparar carne picada, masas de embutir, carne de hamburguesa, etc., proporciona una mayor superficie susceptible a contaminación. Jay (1994) menciona, la carne picada o las hamburguesas de vaca sólo son alteradas por bacterias pertenecientes a los géneros siguientes: *Pseudomonas*, *alcaligenes*, *Acinetobacter*, *Moraxella* y *aeromonas*. Son *Pseudomonas*, *Acinetobacter* y *Moraxella spp.* la causa principal de las alteraciones.

Prandl *et al.* (1994) mencionan que el picado aumenta el riesgo microbiológico, principalmente por la destrucción que lleva consigo de barreras naturales (fascias, aponeurosis), y en segundo lugar por que entran en contacto con el oxígeno atmosférico los tejidos más profundos. Por último, la operación de picado dispersa los acúmulos de gérmenes distribuidos frecuentemente en la superficie de la carne formando "nidos".

5. Elaboración de hamburguesas

Varnam y Sutherland (1998) indican que los embutidos hamburguesa todavía se hacen, pero el término ahora se aplica más comúnmente a un producto de propiedades organolépticas similares elaborado como lonchas planas. En la elaboración de hamburguesas, el picado es demasiado fino para una buena calidad del producto final. Por esta razón, el picado, molido son más comunes.

a. Ingredientes

Los ingredientes básicos de las hamburguesas son los mismos que los de las salchichas pero el contenido de la carne es mayor: 80 % - 100 %. El contenido de grasa es más bajo; las reglamentaciones en Reino Unido permiten que un 40 % del contenido cárnico sea grasa, este nivel es raro en la práctica (Varnam y sutherland, 1998).

b. Moldeado

El método más simple de moldeado de las hamburguesas es la prensa manual. Este método es lento y sólo es adecuado para la elaboración a pequeña escala. Los procesos de extrusión son más ampliamente usados a gran escala. Existen principalmente dos tipos: la extrusión en el molde y la extrusión y loncheado (Varnam y sutherland, 1998).

c. Envasado

El envasado de las hamburguesas es simple. Las hamburguesas refrigeradas se colocan en bandejas de poliestireno, separadas por papel para evitar la adhesión, y se envuelven con una película permeable al aire (Varnam y sutherland, 1998).

d. Hamburguesas por microondas

Las hamburguesas "por microondas" habitualmente están diseñadas para ser cocinados por completo en un horno microondas. Se usa un envasado especial para asegurar una distribución del calor completamente eficaz y homogéneo. El calentamiento en microondas no induce tostado y las hamburguesas cocinadas de esta forma tienen apariencia anémica a menos que se tomen precauciones especiales. Un método es chamuscar la superficie con una llama para producir la apariencia de asado a la parrilla (Varnam y sutherland, 1998).

C. GENERALIDADES SOBRE CONSERVACIÓN DE CARNE

1. Conservación de la carne

Price y Schweigert (1994), manifiestan que las medidas de conservación han de aplicarse justo tras el beneficio, con el objetivo de retrasar o prevenir ciertos cambios que hacen a la carne inadecuada para el consumo o degradan alguna característica de calidad. Los modos de alteración son múltiples y pueden ser clasificados en físicos, químicos o microbiológicas.

Weinling (1973), menciona que la carne experimenta continuamente modificaciones que pueden ocasionar hasta su completa descomposición. En especial la acción del aire, agua, luz, calor, enzima, vestigios metálicos y microbios provocan una merma en la calidad de las carnes que se aprecia en la alteración del color, olor y sabor de éstas.

Luck (1981), indica que la conservación de los alimentos en su sentido más amplio comprende el conjunto de todas las medidas para evitar su descomposición. En el sentido más estricto se designa como conservación de alimentos a los procedimientos que se dirigen contra el ataque por los microorganismos.

Weinling (1973), menciona que en la conservación de la carne resulta esencial atenuar la acción de las enzimas y microbios, a los cuales se les matará o se crearán unas condiciones de vida disgenésicas.

Frazier y westhoff (1993) mencionan, la conservación de las carnes, lo mismo que la mayoría de los alimentos perecederos, se pueden conseguir, mediante una combinación de distintos sistemas de conservación.

2. Métodos de conservación

Weinling (1973), indica que el requisito previo de cualquier método de conservación es el mantenimiento de la calidad en el sentido nutritivo y organoléptico, no se trata, por consiguiente, de conservar tan sólo los elementos nutritivos propiamente dichos y microponderables de la carne y su producto, sino también la frescura original de los mismos.

El mismo autor menciona que para conservar la carne y los productos cárnicos se emplea métodos físicos y químicos. En algunos casos se combinan estos procedimientos.

a. Métodos físicos

Price y Schweigert (1994), mencionan que la refrigeración es el método más ampliamente difundido para la conservación de la carne. Las bajas temperaturas retardan el crecimiento microbiano y las reacciones químicas y enzimáticas que causan su alteración. La

velocidad de tales cambios es más o menos proporcional a la temperatura de la carne.

Weinling (1973), indica que entre los métodos físicos de conservación se cuentan la refrigeración y congelación, esterilización y pasteurización, desecación, acción de radiaciones ultravioletas e infrarrojas, así como el calentamiento por alta frecuencia.

b. Métodos químicos

Luck (1981), menciona que el fundamento es la adición de una sustancia química más o menos concreta, que frena el desarrollo de los microorganismos o que destruyen en casos ideales, a estas sustancias se les da el nombre de conservadores.

Weinling (1973), indica que entre los procedimientos químicos se encuentran la salazón, curado, ahumado, inmersión en líquidos conservadores azucarados y acidificación por fermentado y adición de sustancia comestibles conservadores o agentes conservadores químicos.

Según Frazier y Westhoff (1993), los conservadores químicos, tanto si se emplean sólo como si se emplean junto con otros sistemas de conservación, tienen por objeto mantener el estado original de los alimentos y evitar las pérdidas excesivas debida a su alteración.

Según Weinling (1973), en virtud de las acciones químicas se atenúan o anulan por completo los procesos microbianos y bioquímicos. Sin embargo, en muchos casos las medidas puestas en práctica para prolongar la vida útil de los alimentos sólo resultan de limitada eficacia por ello se recomienda la combinación de diversos procedimientos.

3. Conservadores químicos

Price y Schweigert (1994), indican que un conservante debe no sólo prolongar la vida útil del alimento, sino también cumplir ciertas condiciones adicionales. No debe proporcionar sabores, aromas o colores indeseables y no ha de alterar la textura. La concentración usadas, debe ser inocuo para el consumidor, pese a que se ingiera en grandes cantidades o durante largos períodos de tiempo. Su objetivo principal es prevenir o retardar el crecimiento de los microorganismos alterantes.

D. ADITIVOS

1. Definición

Mazza (2000) señala que los aditivos son definidos como una gran variedad de sustancias químicas que tienen el objetivo de mantener la calidad de los alimentos, mejorar su valor nutritivo, proporcionarles un aspecto mejor y también mejorar las propiedades naturales del producto.

2. Aditivos Alimentarios

Multon y Lapatre (1988) señalan que se entiende por “aditivo alimentario” toda sustancia que no se consume normalmente, aunque tenga carácter alimenticio y que no sea usada normalmente como ingrediente característico de un alimento; tenga o no tenga valor nutritivo se añade intencionalmente a un alimento con un fin tecnológico u organoléptico, en cualquier fase de la fabricación, de la transformación, tratamiento térmico, acondicionamiento, envasado, del transporte o almacenamiento del alimento. La expresión no se aplica ni a los contaminantes ni a las sustancias añadidas a los alimentos con el objeto de mantener o mejorar sus propiedades nutritivas.

Madrid (1992) define como “aditivo alimentario” cualquier sustancia que, normalmente no se consume como alimento en sí. El aditivo es toda sustancia que se añaden intencionadamente a los alimentos, sin propósito de cambiar su valor nutritivo, con la finalidad de modificar sus caracteres, técnicas de elaboración, conservación y/o para mejorar su adaptación al uso que se destinen.

Industria Alimenticia (1998) manifiesta que se consideran legalmente como aditivos alimentarios a aquellas sustancias añadidas intencionadamente a los alimentos para mejorar sus propiedades físicas, sabor, conservación, etc., pero no a aquellas añadidas con el objetivo de aumentar su valor nutritivo.

3. Clasificación

Multon y Lapatre (1988), indican la clasificación de categorías establecidas según los decretos de Francia como:

- Colorantes.
- Conservadores.
- Antioxidantes.
- Emulgentes, estabilizantes, espesantes, gelificantes.
- Agentes antiaglomerantes.
- Agentes de textura.
- Agentes de sapidez.
- Agentes de aromatización.
- Agentes de fabricación.

Madrid (1992) señala que los aditivos alimentarios pueden ser clasificados según la función de su acción, ya que existen productos que sin tener una acción concreta por sí solos, refuerzan la acción de otros. Por ejemplo, hay sustancias tales como el ácido láctico, lactato sódico, ácido cítrico, ácido tartárico, etc., que refuerzan la acción antioxidante de otras sustancias.

4. Uso

Desrosier (1982) señala que los aditivos pueden contribuir sustancialmente en la conservación de alimentos. En las regiones tropicales donde las altas temperaturas y humedades favorecen el

ataque microbiano y aumentan la velocidad de desarrollo de la rancidez oxidativa, puede ser justificado un mayor uso de agentes antimicrobianos y antioxidantes que en aquellos países de climas más templados.

Madrid (1992) indica que los aditivos se utilizan en el alimento por varias razones:

- Disponer de alimentos sanos, que no perjudiquen a la salud del consumidor y que mantengan sus cualidades organolépticas y microbiológicas hasta el momento de su consumo.
- Disponer de alimentos más baratos. Es posible conseguir alimentos de menor costo y mantener su sabor, color, etc., basándose en aditivos autorizados.

Desrosier (1982) señala el uso de aditivos alimenticios por los siguientes propósitos:

- El mantenimiento de la calidad nutritiva de un alimento.
- El aumento del mantenimiento de la calidad o estabilidad dando como resultado una reducción en las pérdidas de alimentos.
- Hacer atractivos los alimentos al consumidor de tal forma que no lleve al engaño.
- Proporcionar ayudas esenciales en el procesado de alimentos.

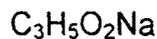
5. Rancidez oxidativa

Alimentos Procesados (1996), menciona que la oxidación de los productos alimenticios es un fenómeno de gran complejidad. Los resultados típicos varían desde la rancidez (debido a la autooxidación de las grasas) hasta la reversión de sabores en las grasas de alta saturación. Estas reacciones comienzan cuando una molécula de ácido graso pierde un ión de hidrógeno para convertirse en un ácido graso en un ácido graso de radical libre (AGRL) con un electrón extra. Los iones de hierro o cobre actúan como los catalizadores de las reacciones de oxidación.

6. Sales orgánicas como conservadores

a. Propionato sódico

Es una sal, de fórmula global:



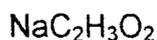
- **Propiedades:** Cristales o gránulos transparentes, casi incoloro, soluble en agua y alcohol, etc.
- **Usos:** para evitar la multiplicación de los hongos y conservador de alimentos (Irving *et al.*, 1992).

Badui (1994) menciona que los propionatos más empleados son el de sodio, con solubilidad de 1g /ml; actúa bien hasta un pH de 6.0 contra los hongos en quesos y en frutas deshidratadas, y

específicamente evitan el crecimiento del *Bacillus mesentericus* causante de la alteración glutinosa que da origen al pan hilante; la concentración usada (0.3% en peso) no causa ningún problema en el hombre ya que lo metaboliza como cualquier ácido graso.

b. Acetato Sódico

Es una sal, de fórmula global:



- **Propiedades:** cristales incoloros, inodoros, solubles en agua, etc.
- **Usos:** productos intermedios, colorantes, conservadores de carnes, deshidratantes; tampón en alimentos, reactivo de laboratorio, etc. (Irving *et al.*, 1992).

Luck (1981) señala que los acetatos de sodio, se emplean en diversos productos, la función que desempeñan es evitar el crecimiento de hongos y específicamente el desarrollo del *Bacillus mesentericus* (en pan) (Badui, 1994).

c. Citrato sódico

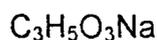
Es una sal, de fórmula global:



- **Propiedades:** cristales blancos o polvo granular, inodoro, agradable sabor ácido, soluble en agua, etc.
- **Usos:** bebidas refrescantes, postres helados, productos cárnicos, quesos especiales, secuestrantes y tampón, etc.

d. Lactato sódico

Es una sal, de fórmula global:



- **Propiedades:** líquido siruposo, incoloro o amarillento, muy higroscópico, sustituto del glicerol, etc.
- **Usos:** Productos cárnicos, conservadores de carne, reguladores de pH (buffer), para mantener el color en la carnes (Irving *et al.*, 1992).

Los lactatos (sal del ácido láctico) se obtienen neutralizando el ácido láctico con carbonatos o hidróxidos por doble descomposición.

Todos son solubles en agua. Su fórmula es: $\text{CH}_3\text{CHOHCOOM}$, siendo **M** un metal o un radical monovalente (Barcelo, 1976).

El lactato sódico es un buen depresor de la actividad de agua, casi tan eficaz como el NaCl. Tienen, además, efectos favorables sobre la suavidad de la textura (Multon y Lapatre, 1988).

El lactato de sodio neutro (la sal de sodio de ácido láctico L (+)) producido por la fermentación natural de azúcares y neutralizado con hidróxido de sodio es un líquido viscoso transparente a ligeramente amarillo, casi sin olor, y con un sabor suavemente salino. El lactato de sodio se usa como un aditivo en alimentos, especialmente en la industria frigorífica para embutidos y todo tipo de carnes porque posee barrera efectiva contra el crecimiento de la flora contaminante y patógenos; además para realzar sabores, mantener el color y prolongar la vida útil del producto terminado (Langman, 1999).

El mismo autor menciona que el lactato de sodio es un preservante que aplicado a altos niveles, muestra gran actividad antimicrobiana inhibiendo el crecimiento de diversos microorganismos, incluyendo, *L. Monocytógene*, *C. Butulinun*, *Salmonella*, *E. Coli* y *S. Aureus*. Esta sustancia ha sido aprobada para ser utilizada en el procesamiento de carne roja y de aves.

Por esto el lactato es generalmente reconocido como ingrediente que prolonga la vida útil, controla los patógenos y aumenta el sabor del producto sin afectar las otras características de manera adversa (Industria Alimenticia, 1999).

7. Sinergismo entre sustancias conservadores

Luck (1981) señala que de su empleo (de los aditivos alimentarios) en la técnica de los alimentos se esperan en general las siguientes ventajas: adición, sinergismo y antagonismo.

- **Adición**, significa que se suman las actividades de los componentes por separado.
- **Sinergismo**, quiere decir que se necesita una concentración menor del combinado para inhibir a los microorganismos, que cada uno de los componentes por separado.
- **Antagonismo**, es el efecto contrario, es decir, es necesario emplear mayor concentración de la mezcla que de los componentes por aislados.

Ranken (1993) señala que el término sinergismo se refiere a la acción cooperativa de dos o más sustancias, que refuerzan cada una los efectos de la otra. En el campo de las grasas este término se aplica generalmente al comportamiento de mezclas de antioxidantes.

E. ALMACENAMIENTO DE CARNE

1. Empacado

Price y Schweigert (1994) señalan que el envasado es la principal arma comercial para alcanzar al consumidor desde la planta de producción. Con un alimento perecedero como es la carne, el

envasado favorece el mantenimiento de la frescura del producto largos períodos de tiempo.

2. Refrigeración

Bourgeois *et al.* (1994) indican que el descenso de la temperatura de las carnes resulta necesario, por un lado, para evitar alteraciones, principalmente la putrefacción, que se produce con cierta rapidez a temperatura ambiente en canales recién obtenidas y, por otro, para eliminar los riesgos producidas por el desarrollo de gérmenes patógenos responsables de intoxicaciones alimentarias. Además, la temperatura controla la velocidad con que aparecen las características organolépticas post mortem de la carne (terneza, aroma, color, jugosidad, humedad).

Frazier y Westhoff (1993) mencionan que cuanto antes se realiza y cuanto más rápido es el enfriamiento de la carne, tanto menor será la posibilidad de que en ella se multipliquen microorganismos mesófilos. La carne se conserva bajo refrigeración a temperaturas comprendidas entre -1.4 y 2.2°C . El tiempo máximo para guardar refrigerada la carne de vacuno mayor es de aproximadamente 30 días, dependiendo de la cantidad de microorganismos.

3. Atmósfera modificada

Brody (1996) menciona que la atmósfera modificada consiste en cambiar inicialmente la atmósfera gaseosa en el entorno del producto, permitiendo que las actividades del producto envasado ocasionen una variación del entorno gaseoso en las inmediaciones. Dichas actividades consumen oxígeno presente en el aire produciendo dióxido de carbono y vapor de agua que cambian la atmósfera.

Alimentos Procesados (1991), indica que la atmósfera modificada (MAP) se logra mediante la introducción de un gas distinto, modificando así la atmósfera dentro del paquete en un solo paso.

4. Atmósfera controlada

En Alimentos Procesados (1991) se menciona que atmósfera controlada (CAP) normalmente significa una disminución de la cantidad de oxígeno (O_2) y un aumento de la cantidad del gas carbónico (CO_2), controlando así la atmósfera que se encuentra alrededor del producto.

Varnam y sutherland (1998) indican que el envasado en atmósfera modificada (MAP) permite un aumento importante de la vida útil en términos de apariencia y también retrasa considerablemente la alteración. El envasado en atmósferas modificadas (que también se denominan envasado en atmósfera controlada (CAP)) consiste en el

envasado de las piezas o filetes de carne en una atmósfera que contiene CO₂ para inhibir el crecimiento microbiano y O₂ para mantener el color deseado de la carne.

5. Envasado a vacío

Brody (1996) indica, el envasado a vacío consiste en la eliminación total del aire del interior del envase sin que sea reemplazado por otro gas. En el envasado a vacío, existe una diferencia de presión entre el exterior y el interior del envase, por tanto, cuando el envase es rígido, como un envase metálico o de vidrio, el efecto de la diferencia de presión podría acarrear el ingreso de aire o microorganismos. En el caso de envases semirígidos, la diferencia de presión puede causar el colapso del envase y el subsiguiente daño al producto al contactar con él, así como la aparición de fugas. Los alimentos metabólicamente activos envasados a vacío, como las carnes o ensaladas mixtas, continúan con sus actividades respiratorias, consumiendo así la pequeña cantidad de oxígeno presente en los tejidos del producto, con lo que aumenta el vacío y se produce dióxido de carbono y vapor de agua. Desde el punto de vista práctico, el envasado a vacío de un producto metabólicamente activo, se transforma, en un envasado en atmósfera modificada.

6. Envasado a vacío o en atmósfera modificada

Brody (1996) menciona que el envasado en atmósferas modificadas consiste en mantener la carne en un ambiente donde la disponibilidad de oxígeno sea distinta de la que existe en el aire. Esto se logra habitualmente eliminando el aire (oxígeno) mediante vacío o evacuando el aire y sustituyéndolo por dióxido de carbono, nitrógeno o una combinación de ambos. Este proceso se lleva a cabo con el empleo de una película plástica flexible que impide el paso de oxígeno o un material de envase semirrígido.

7. Envasado al vacío con película adherida

Brody (1996) indica que en este tipo de envasado, el producto se envasa para que no exista espacio de cabeza en el interior del envase, es decir, el envase está en íntimo contacto con el producto independientemente de la forma del mismo.

Noskowa (1975) indica, que envasado así la carne, se impide la contaminación por los microorganismos del medio ambiente. Cuando el envase se adhiere estrechamente al producto, y sobre todo si se practica el vacío cambia la humedad, la composición gaseosa y el potencial de oxidación – reducción de la mercancía.

8. Características de las envolturas de material plástico

Effemberger y Schotte (1972) indican las siguientes características:

a. Inocuidad fisiológica

Las envolturas para productos alimenticios no deben transferir al contenido ninguna sustancia extraña, excepto las que sean técnicamente inevitables, que no impliquen daño para la salud ni influyan sobre el sabor y el olor. Los materiales deben considerarse inofensivos desde el punto de vista fisiológico.

b. Permeabilidad a los gases, el vapor de agua y los aromas

Effemberger y Schotte (1972) mencionan, que las hojas de material plástico tienen una permeabilidad variable para los gases y el vapor de agua, según su composición química. La permeabilidad depende en gran medida, del grosor de los plásticos, de la temperatura, de la diferencia de presión entre ambas caras y, tratándose de celofán, de la humedad relativa también. La permeabilidad para los gases aumenta en todo los plásticos desde el nitrógeno (N_2) al anhídrido carbónico (CO_2), pasando por el oxígeno (O_2). Las hojas de PE y de PVDC, así como el celofán barnizado con cloruro de polivinilideno, son muy poco permeables al vapor de agua, mientras que el celofán sin barnizar lo es gran medida. La permeabilidad al vapor de agua viene determinada por la cantidad ponderal de éste que pasa por una superficie de un metro cuadrado a 24 horas, en un ambiente de humedad y temperatura definidas.

c. Condiciones mecánicas

Effemberger y Schotte (1972) manifiestan, que las condiciones mecánicas de las hojas de material plástico se distinguen por dos características siguientes: dilatabilidad, resistencia a la rotura y a los desgarros, ya sean inicial o consecutiva a un corte, y en las hojas compuestas, la adherencia entre las distintas capas.

9. Elección de una película de embalaje

Bureau y Multon (1995) mencionan que es indispensable tener siempre presente que es el producto, el que nos permite determinar las características del material a utilizar. Por tanto, tenemos que operar de una forma lógica:

- Definir lo que queremos proteger y contra quien;
- Definir un tiempo de conservación óptimo.
- Definir las propiedades exigibles del material en las condiciones reales de empleo (incluyendo tanto la tecnología de estabilización como el paso por las máquinas de embalaje).
- Acondicionar y controlar la duración del producto, bien mediante un protocolo acelerado o tiempo real.
- Comprobar a escala real, en la máquina de embalaje, la calidad de la soldadura, la resistencia mecánica y la ruptura por doblado.

Price y Schweigert (1994) señalan que la selección de un sistema de envasado específico está determinada por:

- El volumen de producción requerido,
- La naturaleza del producto,
- La necesidad de un equipo versátil que sea capaz de envasar productos diferentes,
- El tamaño y la forma del producto,
- El costo.

Dicho autor también menciona que los materiales flexibles de envasado se agrupan generalmente teniendo en cuenta la función que desempeñan en una estructura multicapa.

F. CONSERVACIÓN AL VACÍO

Sanz y Ajenjo (1967) señalan que actualmente, se aplica para evitar los ataques microbianos y las acciones desecantes del aire sobre los embutidos o carnes frescas: en el vacío, sin aire no pueden vivir los microorganismos aerobios y tampoco se desarrollan procesos físico-químicos, en cambio el embutido o carne fresca se conservan muy bien.

Ranken (1993) menciona que la eliminación del oxígeno de un envase de carne fresca asegura una conservación mucho más prolongada frente a la alteración microbiana que el envase con acceso al oxígeno, aunque la carne adquiere un color más oscuro y purpúreo. Al abrir el envase, el oxígeno vuelve a tomar contacto con la superficie de la carne que adquiere el color rojo cereza de la oximioglobina.

Jay (1994) menciona que el envasado al vacío se consigue introduciendo las carnes en bolsas de plástico, seguida de la eliminación del aire (envasado al vacío) y del cierre de la bolsa mediante un soldador térmico. Si bien antes del cierre del envase no todo el O_2 es eliminado, parte del que queda es consumido por la flora aerobia y por la propia carne, lo que da como resultado un aumento de la concentración de CO_2 , que es inhibidor de la flora microbiana existente en la carne. La vida útil de la carne de vaca envasada al vacío es inversamente proporcional a la permeabilidad de la película que recubre la carne, habiéndose conseguido la vida útil más prolongada (>15 semanas) con una película de permeabilidad "cero" al O_2 y la más corta (2 – 4 semanas) con una película muy permeable ($920cc$ de $O_2/m^2/24h/atm$ a $25^\circ C$, y humedad relativa (R.H) del 100 %).

En Alimentos Procesados (1999) se menciona que el empaquetado al vacío logra: la eliminación de los gases que puedan deteriorar al producto y la prolongación de su vida útil. La presencia de oxígeno dentro de un paquete acelera la oxidación y crecimiento microbiológico, causando el deterioro del producto. Este método de empaquetado se basa en los mismos conceptos de atmósfera modificado/controlada (MAP/CAP). Sin embargo, la ausencia del oxígeno bajo este sistema no lo hace adecuado para las carnes frescas.

Price y Schweigert (1994) señalan, que con una barrera apropiada contra el oxígeno, excluye el aire y el oxígeno del envase, inhibiendo consecuentemente el crecimiento de algunos organismos alterantes, y extendiendo la vida útil del producto. Las pruebas realizadas indican que es necesario un mínimo de 610 mmHg de vacío en el envase para obtener la protección suficiente del producto.

G. ALTERACIÓN MICROBIANA DE LA CARNE ALMACENADO A VACÍO

Varnam y Sutherland (1998) señalan que los grandes envases a vacío contienen aproximadamente 1% de O₂ que, teóricamente, permite el crecimiento de una población relativamente alta de *Pseudomonaceas*. La respiración continua de la carne agota el O₂ y aumenta la concentración de CO₂ hasta aproximadamente 20 %. Las *Pseudomonas* habitualmente son incapaces de crecer bajo estas condiciones, aunque puede haber recuentos tan altos como 1,0x10⁶/cm² en las piezas de la carne. Las bacterias lácticas son capaces de crecer rápidamente a bajas temperaturas y bajas tensiones de O₂ y están también fuertemente favorecidas por su tolerancia al CO₂. Son capaces de competir eficazmente con otros microorganismos capaces de crecer rápidamente bajo estas condiciones.

Asimismo los autores mencionan que "*Shewanella putrefaciens*" es incapaz de crecer a pH inferior a 6.0 durante el almacenamiento a bajas temperaturas, mientras *B. Thermosphacta* es incapaz de crecer a pH

inferior a 5,8 en carne envasada en películas plásticas con baja permeabilidad al O₂. En caso de "*S. Putrefaciens*" esto parece ser un efecto directo del pH, pero la inhibición de *B. Thermosphacta* se debe principalmente al efecto de ácido láctico a bajos valores de pH. La baja tensión de O₂ juega un papel secundario.

Cuadro 5. Principales bacterias lácticas aisladas de la carne almacenada a bajas temperaturas en envases a vacío.

<u>Lactobacillus</u>	<u>Leuconostoc</u>
bavaricus	carosum
curvatus	gelidium
sake	mesenteroides sub sp
	mesenteroides
<u>Carnobacterium</u>	<u>Lactococcus</u>
divergens	raffinolyticus
piscicola	lactis

Fuente: Varnam y Sutherland (1998).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LUGAR Y FECHA DE EJECUCIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en los laboratorios de: Tecnología de Carnes, Análisis de Alimentos, Análisis Sensorial, Microbiología de los Alimentos, Química, Nutrición Animal y Espectrofometría de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, que está ubicado en el distrito de Rupa Rupa, Provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco que se encuentra a una altitud de 660 msnm, con una temperatura que varía de 18°C – 30°C, con un promedio anual de 25°C y con una humedad relativa promedio de 80 %. El trabajo se desarrolló durante los meses de agosto a diciembre del año 2000.

B. MATERIA PRIMA

En el presente trabajo de investigación se utilizó carne fresca de vacuno parte "lomo fino", adquirida del camal de la ciudad de Tingo María. Obtenida la carcasa, la carne se depositó en bolsas estériles y fue llevada rápidamente al laboratorio para su análisis y posterior almacenamiento.

C. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS

1. Equipos

a. De laboratorio

- Potenciómetro, rango de pH 0 –14, marca schott, modelo cg – 840. EE.UU.

- Balanza analítica, sensibilidad 0.0001g, marca sortorius. EE.UU.
- Equipo extractor soxhlet.
- Estufa tipo LP 201/AL, con temperatura hasta 200°C.
- Mufra marca E sztewrgon, temperatura regulable de 0 a 1200°C.
- Estufa bacteriológica con termostato para temperatura regulable de 0 – 300°C, marca Lab – line. Instruments Inc. Melrose Park t11.
- Cocina digestora semi – microkjeldahl.
- Equipo de destilación y recolección semi – microkjeldahl.
- Cocina a gas, marca American (surge), con balón de 26lb.
- Espectrofotómetro de luz visible, modelo 20D (Milton Roy Company, New York USA).
- Cuenta colonias (Québec)
- Autoclave
- Esterilizador de materiales de laboratorio microbiológico

b. De proceso

- Balanza manual, marca Ohaus, EE.UU. Rango de 0 a 2610 g.
- Balanza de precisión, Galaxy Ohaus electronic, modelo 6160, capacidad 500 g. USA.
- Empacadora a vacío, modelo a 300/16, marca Multivac, Alemania.
- Refrigeradora comercial.

- Moledora de carne, marca Kohlbach, industria brasileira CGC 00249.247/0001 - 46
- Horno microonda.

2. Materiales

a. De laboratorio

- Balones de vidrio, capacidad 100, 500 y 1000 ml.
- Buretas, fiolas, pipetas, goteros, placas petri, tubos de ensayo y luna de reloj.
- Vasos de precipitación, capacidad 50, 100, 250, 500 y 1000 ml
- Campanas de desecación.
- Pesa filtros.
- Probetas, capacidad 50, 100, 500 y 1000 ml
- Papel filtro wathman número 42 y papel de filtración rápida.
- Crisoles de porcelana.
- Balones de digestión de proteína kjeldahl.
- Termómetro graduado de 0 – 100°C.
- Termómetro digital.
- Gradillas, espátula, mortero con pilón y pinzas.
- Refrigerante.

b. De Proceso

- Mesa.
- Cuchillos de acero inoxidable.

- Recipientes, tablas y bandejas plásticos.
- Bolsas flexibles:

Bolsas tipo flexible, flexible s y flexvac. Películas plásticas con barrera, medidas 13 cm x 19 cm x 70 μm ; permeabilidad al oxígeno: 1,18cc /m²/hora/atm a 23°C, 50 % de humedad relativa; permeabilidad al vapor de agua 0,49g/m²/hora /atm a 38°C y 100 % de humedad relativa (H.R).

3. Insumos, reactivos y soluciones

- Lactato de sodio, $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}_3\text{Na}$, peso molecular = 112.1.
- Propionato de sodio al 99 %, $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2\text{Na}$, peso molecular = 96,06
- Acetato de sodio, $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2 \cdot 3\text{HOH}$
- Citrato de sodio, $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7\text{Na}_3 \cdot 2\text{HOH}$
- Ácido bórico al 2 %.
- Catalizador para análisis de proteína: óxido de mercurio y sulfato de potasio.
- Indicador rojo de metilo más azul de metileno.
- Indicador de fenolftaleína.
- Hidróxido de sodio.
- Hexano.
- Ácido sulfúrico Q.P. 98,6 %.
- Ácido clorhídrico 4M.
- Ácido acético glacial al 99,8 % de pureza.

- Ácido acético glacial al 90 % de pureza.
- TBA (ácido 2 – tiobarbitúrico)
- Agar Plate Count.
- Agua destilada.
- Peptona.

D. MÉTODOS DE ANÁLISIS

1. Caracterización de la materia prima

a. Humedad

Método 950,46 (AOAC, 1995).

b. Grasa

Método 991,36 (AOAC, 1995).

c. Proteína

Método 992,15 (AOAC, 1995).

d. Ceniza

Según el método (920,153) (AOAC, 1995).

e. Carbohidratos

Se determinó por diferencia, restándose de 100 los porcentajes de humedad, proteína, grasa y ceniza (AOAC, 1995).

f. Determinación de la oxidación de lípidos

Método de ácido tiobarbitúrico (TBA), citado por Pearson (1986). Su principio esta basado en la reacción de condensación entre dos moléculas de TBA y una de malonaldehído, que forma un compuesto cromógeno de color rojo (cuyo color es tanto más intenso cuanto más avanzado está el proceso de enranciamiento oxidante) cuya concentración se puede determinar espectroscópicamente a 538nm. (TBA). Para este análisis se tomó 10 g de carne molida fresca de vacuno y se mezcló en un mezclador con 50 ml de agua destilada, se trasvasó el contenido a un matraz de destilación (500 ml de capacidad) conteniendo 47,5 ml de agua destilada, se añadieron 2,5 ml de HCl a 4 M para llevar el pH a 1,5. Se adicionaron 3 gotas de antiespumante, unos gránulos de perla de vidrio para evitar una ebullición tumultuosa, se conectó el matraz al aparato de destilación. Se destiló hasta obtener 50 ml de destilado a los 10 minutos del inicio de la ebullición. Se pusieron 5 ml de destilado en un tubo de ensayo, se añadió 5 ml de reactivo de ácido tiobarbitúrico, se tapó el tubo, se agitó y se colocó en un baño de agua hirviendo durante 35 minutos, exactamente. Al mismo tiempo se preparó un blanco utilizando 5 ml de agua más 5 ml de reactivo. Se enfriaron los tubos en agua durante 10 minutos y se midió la densidad óptica contra el blanco a 538 nm en celdas de 1 cm.

Índice ácido tiobarbitúrico = $7,8 D$ (mg de malonaldehído/kg de muestra), donde:

D = Absorbancia o densidad óptica.

7,8 = Factor, obtenido por diferencia a una gráfica estándar que se prepara usando 1,1,3,3 – tetra – etoxipropano; que produce aldehído malónico por hidrólisis ácida (Kirk *et al.*, 1996).

g. Determinación de pH

Se utilizó el método citado por Maca *et al.* (1997).

h. Análisis microbiológico

Recuento total de microorganismos aerobios viables. Se utilizó el método de recuento estándar en placa (REP) descrita por APHA (1984), que consiste en hacer la siembra en un medio de Agar Plate Count (extracto de levadura: 2,5 g, tripteína: 5,0 g, glucosa: 10 g y agar: 15,0 g)). Incubar por 24 – 48 horas a $35 \pm 1^\circ\text{C}$. Cumplido el tiempo se realizó el recuento de las colonias.

2. Evaluación de la actividad de las sales orgánicas

a. Análisis sensorial

Se utilizó el diseño de bloque incompleto balanceado, con un tipo II diseños arreglados en grupos de repeticiones descrito por Cochran y Cox (1978) (A - II) la escala Hedónica fue de 5 puntos citado por Mackey *et al.* (1984), evaluándose el atributo color, apariencia general y sabor básico con 18 panelistas y 2 repeticiones. El

formato de la escala sensorial, se muestra en el formato de evaluación respectivo (A – I)

b. Análisis microbiológico

Recuento total de microorganismos aerobios viables. Método de recuento estándar en placa (APHA, 1984).

3. Evaluación del efecto de la mezcla de las sales orgánicas

a. Análisis sensorial

Se utilizó el diseño de bloque incompleto balanceado, tipo V experimentos pequeños citado por Cochran y Cox, (1978) (A - IV). Para probar la hipótesis se utilizó la prueba de Durbin como un análisis no paramétrico descrito por Ureña *et al.* (1999), con una Escala Hedónica modificada de 5 puntos, evaluándose el atributo color, apariencia general y sabor básico, con 6 panelistas y 2 repeticiones. La escala de evaluación sensorial, se muestran en el formato (A -I).

b. Análisis microbiológico

Recuento total de microorganismos aerobios viables (APHA, 1984).

4. Evaluación de la estabilidad de la carne molida fresca de vacuno, tratadas con sales orgánicas, empacada a vacío y refrigerada

a. Análisis físico-químico

- Humedad. Basado en el método 950.46 (AOAC, 1995).
- Determinación de la oxidación de lípidos. Basado en el método de ácido tiobarbitúrico (TBA), citado por Pearson (1986).
- Determinación de pH. Se determinó utilizando el método citado por Maca *et al.* (1997).

b. Análisis sensorial

Se utilizó el método de la Escala Hedónica de 5 puntos citado por Mackey *et al.* (1984). Evaluándose los atributo color, apariencia general y sabor básico con 8 panelistas y 2 repeticiones. La escala de evaluación sensorial, se muestra en el formato (A - I).

c. Análisis microbiológico

Recuento total de microorganismos aerobios viables (APHA, 1984).

E. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

El presente trabajo de investigación se realizó como sigue:

1. Evaluación físico-química y microbiológica de la materia prima

La materia prima empleada en el presente trabajo de investigación fue, carne de vacuno molida fresca, en ella se realizó los análisis físico-

químicos (humedad, grasa, proteína, ceniza, carbohidratos, pH, oxidación de lípidos) y microbiológico (recuento total de microorganismos aerobios viables).

2. Evaluación de la actividad de las sales orgánicas

La evaluación se realizó de acuerdo a los diagramas de la figura 1 y 2. Se transportó la carne con las mejores condiciones higiénicas; en el laboratorio, se realizó el molido, con un disco de diámetro 3 mm, luego se separó 9 porciones de 290 g c/u en platos de plástico. De cada uno de los platos se extrajo 10 g de carne molida fresca para realizar el análisis microbiológico, dicho análisis se realizó para conocer la carga microbiana inicial de la materia prima. En los 280 g de carne molida fresca restante, se adicionó la sal orgánica correspondiente y se mezcló para alcanzar buena homogeneidad, luego se procedió a separar en porciones de 35 g c/u y se colocó en envases flexibles, posteriormente fue empacado al vacío a 35 milibares de presión, tiempo de sellado 2,1 segundos y una distancia de la bolsa 12,8 cm.

El almacenamiento se realizó por un período de 28 días a temperatura de refrigeración (4°C – 8°C). Para evaluar la actividad de las sales orgánicas en la carne molida fresca de vacuno se hicieron los análisis sensorial y microbiológico.

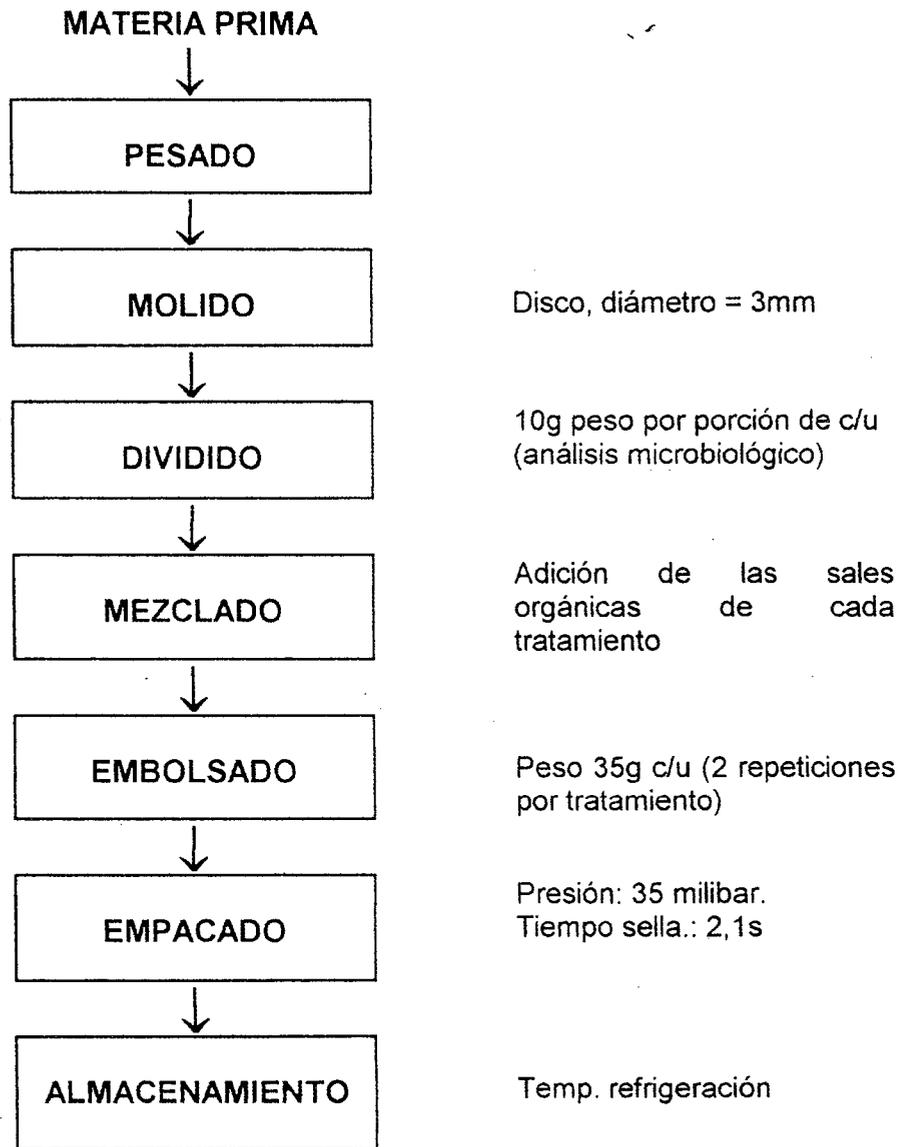
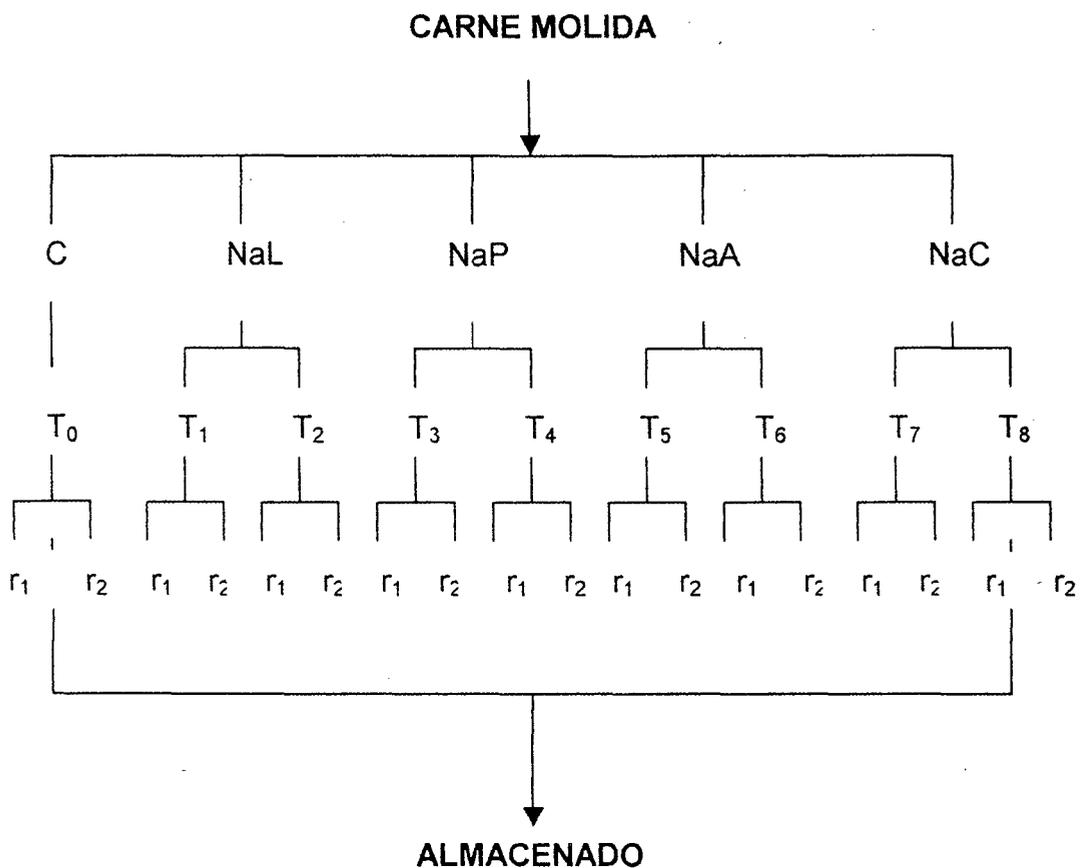


Figura 1. Flujo experimental de bloques para tratar la carne molida fresca de vacuno con sales orgánicas.



Donde:

C: Control 0% de sal

NaL = Lactato de sodio T₁: 3 % NaL T₂: 4 % NaL

NaP = Propionato de sodio T₃: 0,1 % NaP T₄: 0,2 % NaP

NaA = Acetato de sodio T₅: 0,1 % NaA T₆: 0,2 % NaA

NaC = Citrato de sodio T₇: 0,1 % NaC T₈: 0,2 % NaC.

r : Número de repeticiones.

Figura 2. Esquema experimental para la evaluación del efecto de las sales orgánicas.

a. Análisis sensorial

El análisis sensorial se realizó con panelistas semientrenados, cada panelista evaluó 4 muestras diferentes. Las muestras se sirvieron en platitos, se avaluaron entre 9:30 a 11:30 a.m. Los atributos evaluados fueron color y apariencia general en carne molida cruda y sabor básico en carne molida cocida (hamburguesa), para lo cual se uso una Escala Hedónica de calificación de 5 puntos para los tres atributos (A - I).

Los resultados fueron evaluados mediante el diseño bloque incompleto balanceado (tipo II) diseños arreglados en grupos de repeticiones reportado por Cochran y Cox (1978) (A - II y A - III), se trabajó con 9 tratamientos, los parámetros fueron: t = número de tratamientos o muestras, k = número de unidades por bloques o número de muestras que aparecen en cada bloque ($k < t$), b = número de bloques o jueces, c = número de grupos o jueces por tratamientos, λ = número de veces que aparece juntos dos tratamientos en el mismo bloque, donde existe diferencia estadísticas se realizó la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

La evaluación sensorial se realizó cada 7 días por un período de 28 días.

b. Análisis microbiológico

El recuento total de microorganismos aerobios viables se realizó al inicio, a los 21 días y al final del almacenamiento. Se hizo el análisis microbiológico a los 21 días porque los tratamientos T₇ (0,1% citrato de sodio), T₈ (0,2% citrato de sodio) y el control presentaron alteraciones en sus características organolépticas: olor, tacto, aspecto y color.

Las diluciones fueron; 10⁻¹, 10⁻², 10⁻³ y 10⁻⁴, los resultados fueron analizados estadísticamente con el DCA (A – IX), para el tratamiento donde existió diferencia estadística se empleó la prueba de Tukey p < 0,05.

3. Evaluación del efecto de la mezcla de las sales orgánicas

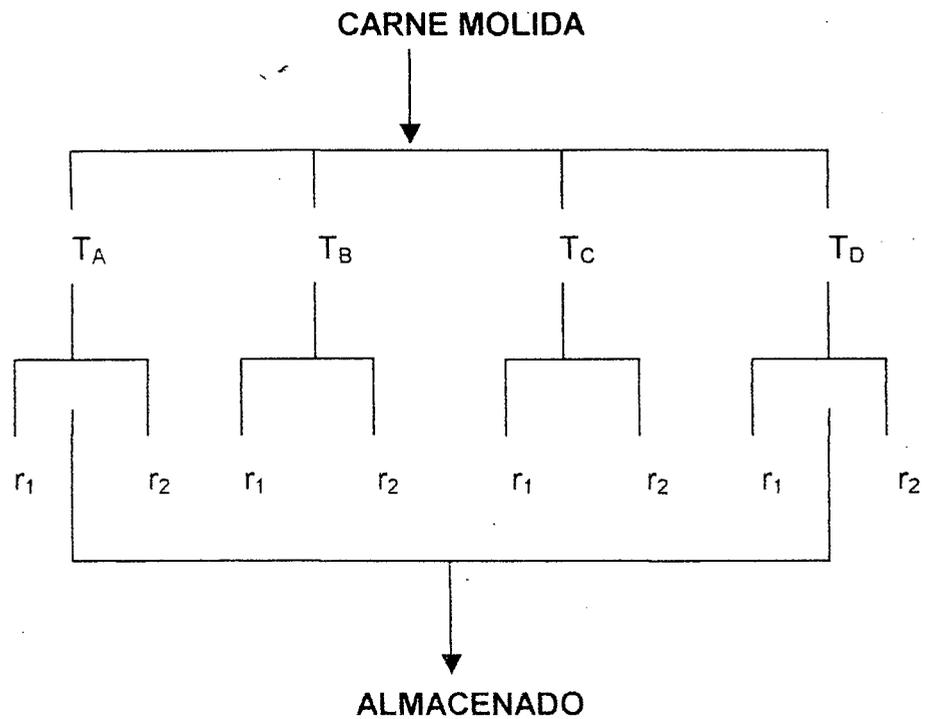
Para evaluar el efecto de la mezcla, se trabajó con dos sales orgánicas; lactato de sodio (3 y 4 %) y propionato de sodio (0,1 y 0,2%) los que dieron mejores resultados en la primera parte (evaluación del efecto de las sales orgánicas) Los parámetros a evaluar fueron: análisis sensorial (color, apariencia general y sabor básico) y microbiológico (recuento total de microorganismos aerobios viables), se siguió la secuencia de las figuras 1 y 3.

El almacenamiento se realizó por un período de 33 días a temperatura de refrigeración (4°C – 8°C).

a. Análisis sensorial

El análisis sensorial se realizó con panelistas semientrenados, cada panelista evaluó 2 muestras diferentes. Las muestras se sirvieron en platitos, se evaluaron entre las 9:30 a 11:00 a.m. Los atributos evaluados fueron color y apariencia general en carne molida cruda y sabor básico en carne molida cocida (hamburguesa), para lo cual se uso una Escala Hedónica de calificación de 5 puntos para los tres atributos (A – I). Los resultados fueron evaluados mediante el diseño bloque incompleto balanceado, con un tipo V (Cochran y Cox, 1978). Para la prueba de hipótesis se aplicó Durbin (prueba estadística) como análisis no paramétrico reportado por Ureña *et al.* (1999).

Los parámetros fueron: t = número de tratamientos (4 muestras), k = número de unidades por bloques (2) ($k < t$), b = número de jueces (6), r = número de repeticiones o jueces por tratamientos, λ = número de veces que aparecen juntos dos tratamientos en el mismo bloque. Los atributos a evaluar fueron: color, apariencia general y sabor básico.



Donde:

T_A: 3 % lactato de sodio + 0,1 % propionato de sodio (sal orgánica óptima)

T_B: 3 % lactato de sodio + 0,2 % propionato de sodio (sal orgánica óptima)

T_C: 4 % lactato de sodio + 0,1 % propionato de sodio (sal orgánica óptima)

T_D: 4 % lactato de sodio + 0,2 % propionato de sodio (sal orgánica óptima)

r : Número de repeticiones.

Figura 3. Esquema experimental para la evaluación del efecto de las sales orgánicas en la mezcla.

b. Análisis microbiológico

Para el recuento total de microorganismos aerobios viables se siguió el mismo procedimiento realizado en la primera etapa del trabajo.

4. Evaluación de la estabilidad de la carne molida fresca de vacuno, tratadas con sales orgánicas, empacada a vacío y refrigerada

De la evaluación de las sales orgánicas sometidas a sinergismo, se seleccionó al mejor tratamiento en función a los resultados de la evaluación sensorial y microbiológica. Para la evaluación de dicho tratamiento se siguió la secuencia indicada en la figura 4. Se molió 500 g de carne y se separó 340 g en un plato. De dicho plato se extrajo 10 g de carne molida para realizar el análisis microbiológico (este análisis se realizó para conocer la carga microbiana inicial de la materia prima), 10 g para determinar la oxidación de lípidos (TBA), 13 g para la humedad y 7 g para medir el pH.

En los 300 g de carne molida fresca restante, se adicionó las sales orgánicas correspondiente y se mezcló; luego se procedió a separar en porciones de 50 g c/u de carne molida fresca para ser llenado en empaques flexibles y empacados al vacío a 45 milibares de presión, tiempo de sellado 2,1 segundos y una distancia de la bolsa 14,7 cm:

El almacenamiento se realizó por un tiempo de 42 días a temperatura de refrigeración ($4^{\circ}\text{C} - 8^{\circ}\text{C}$), donde se determinaron:

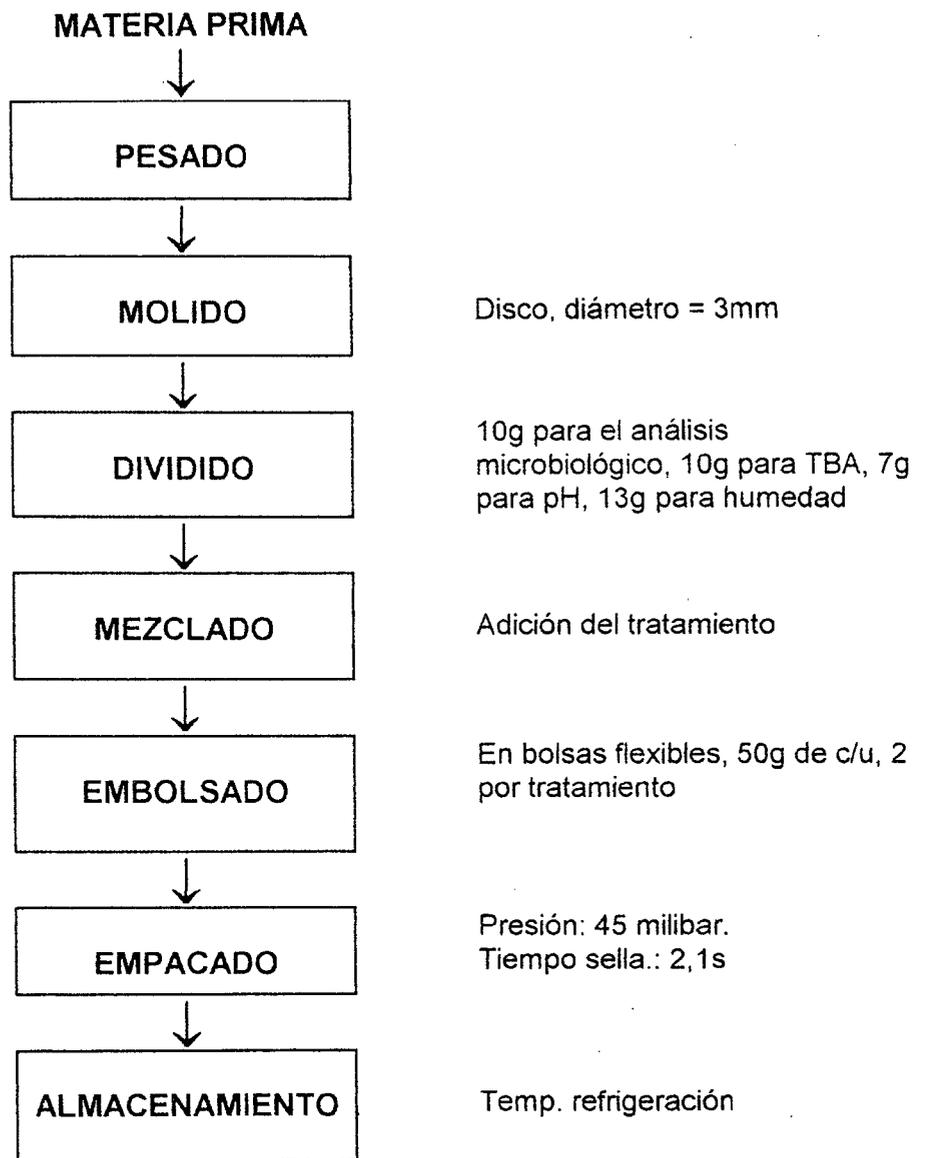


Figura 4. Flujo experimental de bloques para tratar la carne molida fresca de vacuno con la sal orgánica seleccionada.

- **Características físico - químicas**

Humedad, pH y la oxidación de lípidos (método de ácido tiobarbitúrico (TBA)). La evaluación se realizó cada 7 días por un periodo de 42 días de almacenamiento.

- **Análisis sensorial**

Se evaluaron los atributos de color, apariencia general y sabor básico, utilizando el método de la Escala Hedónica. Las evaluaciones se llevaron a cabo cada 7 días hasta los 42 días de almacenamiento.

- **Análisis microbiológico**

Se realizó el recuento total de microorganismos aerobios viables. Las evaluaciones se hicieron cada 7 días por un lapso de 42 días.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

A. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE CARNE FRESCA MOLIDA DE VACUNO

Los resultados del análisis físico-químico y microbiológico de la carne molida fresco de vacuno se presentan en el cuadro 6.

El contenido de humedad fue 75,042 %. Egan (1993) reporta 74 % de humedad para carne de res. Asimismo Weinling (1973) indica 74,6 % de humedad para carne de res y 75,3 % de humedad en carne de ternera. El mismo autor, menciona que estas diferencias se explican según la función que desarrollan, los músculos más activos tienen mayor proporción de agua, del mismo modo, los animales más jóvenes en general tienen mayor proporción de agua. Carballo y López (1991) mencionan que la carne magra de vacuno parte chuleta y pierna contienen 74,6 y 76,4 % de agua.

En cuanto al contenido de proteína obtenido (parte "lomo fino" de vacuno) fue 21,175 %. Egan (1993), reporta 20,30 % de proteína en la parte magra. Weinling (1973), 21,40 % de proteína en carne de ternera. Según Carballo y López (1991), 21,80 % de proteína en carne magra de vacuno en la parte chuleta y pierna. Derosier (1997), reporta 20 % de proteína en tejido muscular de carne de res. Comparado los datos bibliográficos con el resultado experimental, la variación puede atribuirse a la especie y tipo

de ganado, el sistema de alimentación, condiciones ambientales: clima, suelo, agua, etc. (Weinling, 1973).

Con respecto al contenido de grasa, este fue 2,442 %. Weinling (1973), reporta 4,5 % en bovino adulto parte magra y 4,0 % en ternera. Carballo y López (1991), reportan 2,2 y 0,7 % en chuleta y pierna de carne magra de vacuno. Desrosier (1997), reporta 2 % de grasa en tejido muscular de carne de res. Según estos reportes, la cantidad de grasa que se obtuvo (parte "lomo fino" de vacuno) se encuentra dentro de los límites. Además, la cantidad de tejido adiposo depende también, de la especie animal, región anatómica, edad, sexo, raza y alimentación, tal como indica la bibliografía.

Cuadro 6. Análisis físico-químico y microbiológico de la carne molido fresco de vacuno (medias \pm SEM¹).

Análisis	Contenido
Humedad	75,042 % \pm 0,12
Proteína	21,175 % \pm 0,06
Grasa (parte magra)	2,442% \pm 0,02
Ceniza	1,010 % \pm 0,01
Carbohidratos	0,280 %
pH	5,700 \pm 0,04
TBA (mg de aldehído malónico /kg de muestra)	0,911 \pm 0,01
RTMAV ²	1,0x10 ⁴ ufc/g

¹ SEM = Error estándar de las medias.

² Recuento total de microorganismos aerobios viables.

El contenido de ceniza fue 1,010 %; según Egan (1993), la carne muscular fresca contiene aproximadamente 1 % de ceniza. Desrosier (1997), reporta 1 % de ceniza en tejido muscular de carne de res. Kirk *et al.* (1996), indican que la ceniza obtenida no tiene necesariamente la misma composición que la materia orgánica del alimento original, ya que puede haber pérdidas por volatilización o alguna interacción entre los componentes. En consecuencia, el contenido de ceniza analizado en la materia prima se encuentra dentro de lo aceptable.

El contenido de carbohidratos fue 0,28 %. Weinling (1973), reporta 0,3 % de carbohidratos en carne magra de bovino adulto y en ternera. Desrosier (1997), reporta 1 % de carbohidratos (principalmente como ácido láctico). Egan (1993), menciona que la carne muscular fresca no contiene prácticamente nada de carbohidratos.

El pH obtenido fue 5,70. Según Prändl *et al.* (1994), el valor final del pH influye en la conservación y en las propiedades tecnológicas de la carne, además, una adecuada acidificación de la carne supone valores de pH entre 5,4 y 5,8. Kirk *et al.* (1996), indican que la medición del pH es importante para conocer la eficacia de los conservadores y vigilar al alimento.

Con respecto al índice de ácido 2- tiobarbitúrico (TBA) éste fue 0,911 mg de aldehído malónico/kg muestra, el cual se encontraría dentro de lo

aceptable debido a que Athogwong (1999), reporta 0,15 a 2,396 mg de aldehído malónico/kg de muestra. Pearson (1986) menciona que muestras frescas de carne de vacuno dan valores bastante variables, debido a la variabilidad de las muestras frescas de carne de vacuno.

En cuanto al análisis microbiológico, el recuento total de microorganismos aerobios viables (RTMAV) se encuentra dentro de los límites aceptables. Según Noskowa (1975), menciona que si el sacrificio fue higiénico, en la superficie de la carne fresca hay de $1,0 \times 10^3$ a $1,0 \times 10^4$ ufc/cm². Brody (1996), indica que la carne de vacuno de picado grueso o fino deben contener una población bacteriana inicial inferior a $1,0 \times 10^5$ /g. Los resultados también coinciden con lo reportado por Jay (1994).

B. EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LAS SALES ORGÁNICAS

1. Análisis sensorial

a. Atributo color

Los resultados de este atributo fueron evaluados estadísticamente, (A – VI) y se encontró diferencia estadística altamente significativa, en los tratamientos, donde existió diferencia estadística se aplicó la prueba de Tukey ($p < 0,05$) Los resultados de la evaluación de cada semana se presentan en el cuadro 7.

Cuadro 7. Resultados del atributo color en carne molida fresca de vacuno empacada a vacío y refrigerada.

Tratamiento	Días de almacenamiento				
	0	7	14	21	28
Control (T ₀)	5,00	2,56 ^a	3,09 ^{abc}	3,64 ^{abc}	2,25 ^{abcd}
3%NaL (T ₁)	5,00	3,68 ^{ab}	3,41 ^{ab}	3,74 ^{ab}	3,14 ^a
4%NaL (T ₂)	5,00	4,16 ^a	4,02 ^a	3,77 ^a	2,81 ^{ab}
0,1%NaP (T ₃)	5,00	2,63 ^{ab}	1,34 ^d	1,98 ^{def}	1,48 ^d
0,2%NaP (T ₄)	5,00	2,59 ^{ab}	1,85 ^{cd}	1,00 ^{ef}	1,79 ^{bcd}
0,1%NaA (T ₅)	5,00	2,61 ^{ab}	2,60 ^{abcd}	1,62 ^{def}	1,55 ^d
0,2%NaA (T ₆)	5,00	2,66 ^{ab}	2,53 ^{bcd}	1,15 ^{ef}	1,60 ^{cd}
0,1%NaC (T ₇)	5,00	2,32 ^b	1,97 ^{bcd}	2,87 ^{abcd}	1,95 ^{abcd}
0,2%NaC (T ₈)	5,00	2,55 ^b	2,43 ^{bcd}	2,36 ^{cde}	2,67 ^{abc}

NaL=lactato de sodio; NaP=propionato de sodio; NaA=acetato de sodio; NaC=citrato de sodio.

Los datos son medias ajustadas de dos repeticiones por tratamiento del atributo color seguidos de letras diferentes minúsculas en líneas y columnas difieren entre sí, por la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

En el cuadro 7 se puede observar que los tratamientos T₂ (4 %NaL) y T₁ (3 %NaL) son significativamente diferentes a los otros tratamientos durante las cuatro semanas. Maca *et al.* (1997), reportan que con adición de 3 ó 4 % de lactato de sodio se logra mejorar el color en carne de vacuno empacada al vacío, sometidos a almacenamiento porque es un aditivo que se usa para mantener el

color de la carne. Ranken (1993), menciona que carnes curadas envasados al vacío no tienen problemas con el color, en realidad, la ausencia de oxígeno resulta beneficiosa para la conservación del color en carnes cocinadas o sin cocer. El lactato de sodio se utiliza como un aditivo para mantener el color, en alimentos, especialmente en la industria frigorífica para todo tipo de carnes (Industria alimenticia, 1998).

En el mismo cuadro, se observa que el control (T_0) sin adición de sales, mantiene el atributo color durante el almacenamiento. Ranken (1993), menciona, que la carne fresca envasada al vacío adquiere un color más oscuro y purpúreo, que al abrir el envase, el oxígeno vuelve a tomar contacto con la superficie de la carne que adquiere el color rojo cereza de la oximioglobina. Los tratamientos: T_3 (0,1% NaP), T_4 (0,2% NaP), T_5 (0,1% NaA), T_6 (0,2% NaA), T_7 (0,1% NaC) y T_8 (0,2% NaC), reportan efectos desfavorables al atributo color durante las tres últimas semanas de almacenamiento. Además, Multon y Lepatre (1988), manifiestan que estas sustancias son destinadas principalmente a otros usos que pueden tener efectos conservadores y reforzantes de la acción antioxidantes de otras sustancias.

b. Atributo apariencia general

Los resultados de la evaluación sensorial fueron analizados estadísticamente (A – VII) se encontró diferencia altamente significativa, para dichos tratamientos se aplicó la prueba de Tukey ($p < 0,05$) Los resultados se presentan en el cuadro 8. Se observa que el T₂ (4 % NaL) se comporta estable durante el tiempo de almacenamiento, al T₁ (3 % NaL). Maca *et al.* (1997), manifiestan, que las empanadas de carne de vacuno empacado al vacío que contenían 2 %, 3 % y 4 % de lactato de sodio (NaL) presentaron buena apariencia durante el almacenamiento por un tiempo mayor a 21 días reportando un color rojo cereza brillante. El mismo autor menciona que el color de carne magro de vacuno empacada al vacío fue más rojo que carne de res empacada en bolsa permeable al oxígeno y la decoloración no cambió por encima de los 21 días de almacenamiento.

Al respecto Manu - Tawiah *et al.* (1991) manifiestan que la apariencia está íntimamente relacionada con el color, en la carne es uno de los factores más importante ya que compromete la aceptación al consumidor; el consumidor prefiere el color rojo brillante en carne fresca de res. La visión es el primer sentido que interviene en la evaluación de un alimento, captando todos los atributos que se relacionan con la apariencia: aspecto, tamaño, color, forma, defectos; como indica la bibliografía. Cuando el color o

apariciencia se desvía demasiado de lo esperado, el consumidor lo rechaza (Mackey *et al*; 1984). Los demás tratamientos presentaron una apariciencia general inferior.

Cuadro 8. Resultados del atributo apariciencia general en carne molida fresca de vacuno empacada a vacío y refrigerada.

Tratamiento	Días de almacenamiento				
	0	7	14	21	28
Control (T ₀)	5,00	2,54 ^{bc}	3,10 ^{abc}	2,88 ^{abc}	2,63 ^{abcd}
3%NaL (T ₁)	5,00	3,41 ^{ab}	3,47 ^{ab}	3,37 ^{ab}	2,79 ^{abc}
4%NaL (T ₂)	5,00	3,76 ^a	4,08 ^a	3,49 ^a	3,49 ^a
0,1%NaP (T ₃)	5,00	2,85 ^{abc}	1,68 ^d	1,87 ^c	1,54 ^d
0,2%NaP (T ₄)	5,00	1,71 ^c	2,09 ^{bcd}	2,50 ^{abc}	1,62 ^{cd}
0,1%NaA (T ₅)	5,00	2,61 ^{abc}	2,76 ^{abcd}	2,00 ^{bc}	1,99 ^{cd}
0,2%NaA (T ₆)	5,00	1,97 ^c	2,45 ^{bcd}	2,14 ^{abc}	1,43 ^d
0,1%NaC (T ₇)	5,00	2,48 ^{bc}	1,97 ^{bcd}	2,51 ^{abc}	2,11 ^{bcd}
0,2%NaC (T ₈)	5,00	2,68 ^{abc}	2,35 ^{bcd}	2,50 ^{abc}	3,28 ^{ab}

NaL=lactato de sodio; NaP=propionato de sodio; NaA=acetato de sodio; NaC=citrato de sodio.

Los datos son medias ajustadas de dos repeticiones por tratamiento del atributo apariciencia general seguidos de letras diferentes minúsculas en líneas y columnas difieren entre sí, por la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

c. Atributo sabor básico

Los resultados del atributo sabor básico de la carne molida fresca de vacuno, adicionado sales orgánicas fueron evaluados estadísticamente. Para las tres primeras semanas se aplicó el diseño tipo II y la última semana el tipo I (A – VIII); en las dos primeras semanas se encontró diferencia estadística significativa entre los tratamientos y se aplicó la prueba de significancia Tukey ($p < 0,05$) y las dos últimas semanas no presentaron diferencia estadística.

En el cuadro 9 se presenta los resultados y se observa que el tratamiento T_2 (4 % NaL), difiere significativamente de los otros. En el día 21 y 28, estadísticamente los tratamientos presentan un sabor similar; además, en dicho cuadro se observa que a los 28 días ya no han sido evaluados los tratamientos T_7 (0,1 % NaC), T_8 (0,2 % NaC) y el control; ello fue debido a que presentaron una carga microbiana del orden de 10^5 microorganismos/g, también sus características organolépticas: olor, tacto, aspecto y color; se encontraban alterada.

Cuadro 9. Resultados del atributo sabor básico en carne molida fresca de vacuno empacada a vacío y refrigerada.

Tratamiento	Días de almacenamiento				
	0	7	14	21	28
Control (T ₀)	5,00	2,74 ^b	3,37 ^{ab}	2,73 ^a	
3%NaL (T ₁)	5,00	3,58 ^{ab}	3,51 ^{ab}	3,21 ^a	3,52 ^a
4%NaL (T ₂)	5,00	4,10 ^a	3,75 ^a	3,73 ^a	3,52 ^a
0,1%NaP (T ₃)	5,00	3,43 ^{ab}	3,00 ^{ab}	2,66 ^a	3,11 ^a
0,2%NaP (T ₄)	5,00	2,87 ^{ab}	2,88 ^{ab}	3,28 ^a	3,90 ^a
0,1%NaA (T ₅)	5,00	2,98 ^{ab}	3,12 ^{ab}	3,18 ^a	3,09 ^a
0,2%NaA (T ₆)	5,00	3,53 ^{ab}	3,13 ^{ab}	2,62 ^a	3,47 ^a
0,1%NaC (T ₇)	5,00	3,52 ^{ab}	2,63 ^{ab}	2,85 ^a	
0,2%NaC (T ₈)	5,00	3,00 ^{ab}	2,62 ^b	2,62 ^a	

NaL=lactato de sodio; NaP=propionato de sodio; NaA=acetato de sodio; NaC=citrato de sodio.

Los datos son medias ajustadas de dos repeticiones por tratamiento del atributo sabor básico seguidos de letras diferentes minúsculas en líneas y columnas difieren entre sí, por la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Jay (1994), indica que en el intervalo de 10^5 - 10^6 microorganismos/g algunos alimentos empiezan a mostrar signos de alteración, además, las carnes envasadas al vacío con frecuencia tienen olor desagradable y es posible que se deterioren.

Las medias ajustadas de T₁ (3% NaL) y T₂ (4% NaL) en el día 28, fueron de 3,52 puntos, la cual pertenece a un "sabor un poco agradable y/o agradable". (Maca *et al.*; 1997) reporta que la carne de res molida y en forma de empanadas adicionada 3 ó 4 % de lactato de sodio (NaL) empacado al vacío, después de cocinado dio un sabor aceptable superior que el control. Para poder elaborar un producto con bajo contenido de sodio sin afectar el sabor, los procesadores están aprovechando los lactatos de sodio (NaL); con estos insumos, se pueden producir productos con bajo contenido de sodio de buen sabor (Industria Alimenticia, 1999). En el mismo cuadro se observa que el tratamiento T₃ (0,1 % NaP) y T₄ (0,2 % NaP) en el día 28 presentaron una media ajustada de 3,11 y 3,90 puntos; los cuales pertenecen a un sabor básico, "un poco agradable y/o agradable". Tratamiento T₅ (0,1 % NaA) y T₆ (0,2 % NaA), dieron una media ajustada de 3,09 y 3,47 puntos, que corresponde a un sabor "un poco agradable y/o agradable". Esta sal orgánica transmite un olor fuerte a la carne, además, según los cuadros 7 y 8 este tratamiento reportó atributos bajos en color y apariencia general.

Maca *et al.* (1997) reporta que las empanadas de carne de vacuno, empacado al vacío, tanto el control como los tratados con citrato de sodio (NaC) o acetato de sodio (NaA) tienen inferior sabor y/o gusto, dando un aroma agrio (ácido) y amargo.

2. Análisis microbiológico

Los resultados del recuento total de microorganismos aerobios viables evaluados estadísticamente se presentan en el A – IX y se encontró diferencia altamente significativa. Realizada la prueba de la Amplitud Estudiantizada de Tukey ($p < 0,05$); los resultados se presentan en el cuadro 10 donde en el tiempo 0 (inicial) el T₆ (0,2 % NaA) empezó con la menor carga microbiana, en la cual, el recuento total de microorganismos aerobios viables fue $4,90 \times 10^3$ ufc/g, comparado al resto y el tratamiento T₃ (0,1% NaP) empezó con $1,72 \times 10^4$ ufc/g.

A los 21 días se encontró que T₂ (4 % NaL) alcanzó un recuento total de microorganismos aerobios viables de $9,90 \times 10^3$ ufc/g y fue estadísticamente diferente a los demás, la mayor carga microbiana se encontró en el T₇ (0,1% NaC) reportando un recuento total de microorganismos aerobios viables de $1,96 \times 10^5$ ufc/g.

Después de 28 días nuevamente el T₂ (4 % NaL) alcanzó un recuento de $3,05 \times 10^4$ ufc / g siendo diferente a los demás tratamientos y el que tuvo mayor carga microbiana fue T₀ (control) donde el recuento total de microorganismos aerobios viables fue $1,25 \times 10^6$ ufc/g. Por ello podemos decir que en general todas las sales orgánicas utilizadas con las siguientes dosis: 3 % y 4 % lactato de sodio, 0,1 % y 0,2 % propionato de sodio, 0,1 % y 0,2 % acetato de sodio; 0,1 % y 0,2 % citrato de sodio, tienen efectos conservadores.

En promedio la carne tuvo microorganismos aerobios viables inicial (día 0) de $1,04 \times 10^4$ ufc/g, a los 21 días $4,09 \times 10^4$ ufc/g y los 28 días fue $2,39 \times 10^5$ ufc/g.

Cuadro 10. Resultados del Recuento total de microorganismos aerobios viables (ufc/g) durante el almacenamiento.

Tratamiento	Día 0 (inicial)	Día 21	Día 28 (final)
Control(T ₀)	$1,01 \times 10^4$ ^{cd}	$1,08 \times 10^5$ ^c	$1,25 \times 10^6$ ^a
3%NaL(T ₁)	$1,25 \times 10^4$ ^{bc}	$2,61 \times 10^4$ ^e	$8,40 \times 10^4$ ^e
4%NaL(T ₂)	$8,05 \times 10^3$ ^e	$9,90 \times 10^3$ ^h	$3,05 \times 10^4$ ^f
0,1%NaP(T ₃)	$1,72 \times 10^4$ ^a	$1,73 \times 10^4$ ^f	$1,80 \times 10^5$ ^{cd}
0,2%NaP(T ₄)	$1,36 \times 10^4$ ^b	$6,10 \times 10^4$ ^d	$1,69 \times 10^5$ ^d
0,1%NaA(T ₅)	$1,69 \times 10^4$ ^a	$2,78 \times 10^4$ ^e	$9,85 \times 10^4$ ^e
0,2%NaA(T ₆)	$4,90 \times 10^3$ ^f	$1,41 \times 10^4$ ^g	$2,10 \times 10^5$ ^c
0,1%NaC(T ₇)	$1,01 \times 10^4$ ^{cd}	$1,96 \times 10^5$ ^a	$1,06 \times 10^6$ ^b
0,2%NaC(T ₈)	$8,65 \times 10^3$ ^{de}	$1,49 \times 10^5$ ^b	$1,10 \times 10^6$ ^b

NaL = lactato de sodio; NaP = propionato de sodio; NaA = acetato de sodio; NaC = citrato de sodio.

Los datos son promedio de dos repeticiones por tratamiento del crecimiento microbiano seguidos de letras diferentes minúsculas en líneas y columnas difieren entre sí, por la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Estas cantidades pueden deberse a algunas razones como indica Rafaiz (1981), que la flora superficial de las canales de reses recién beneficiadas suelen contener unas 10^3 bacterias/pulg². Si el sacrificio fue higiénico, en la superficie de la carne fresca hay de 10^3 a 10^4

bacterias/cm² (Noskova, 1975), además, Effenberger (1972), menciona que la multiplicación de los gérmenes comienza en la superficie y prosigue después hacia el interior de la carne. Indica, que es importante que la carne, posea un contenido germinal escaso en el momento de su empaquetado. Brody (1996) manifiesta, que la estabilidad de la carne de vacuno picada es significativamente más corta que la de piezas cárnicas porque, el producto tiene mayor contaminación microbiana. La estabilidad depende en gran medida de que se prepare con una higiene adecuada, se utilice carne fresca con un nivel bajo de contaminación microbiana, se controle rigurosamente la temperatura y se elimine el aire al máximo. También indica, que la carne de vacuno de picado grueso o fino debe contener una población bacteriana inicial inferior a $1,0 \times 10^5$ /g. Jay (1994), manifiesta que si se utiliza una envoltura impermeable al O₂, como consecuencia del aumento de la concentración de CO₂ y de la disminución del potencial de oxido-reducción (Eh), resulta favorecido el crecimiento de las bacterias ácido lácticas y a veces, el de *Brochothrix termosphaeta*; estos microorganismos provocan un descenso de pH y crean un medio desfavorable para la mayoría de los patógenos procedentes de los alimentos y para las bacterias gramnegativas.

Se determinó como el mejor tratamiento al T₂ (4% NaL) y T₁ (3% NaL) en función a la menor carga microbiana por que no existe diferencia estadística dentro de los 28 días de almacenaje. Además, el lactato de

sodio (NaL) es un preservante que aplicado a altos niveles muestra gran actividad antimicrobiana contra diversos microorganismos. Esta sustancia ha sido aprobada para ser utilizado en procesamiento de carne roja y de aves, usualmente el procesador combina el lactato de sodio con nitrito (Industria Alimenticia, 1999). Maca *et al.* (1997), mencionan que aumentando el contenido de lactato de sodio (NaL) en empanadas de carne de res empacado al vacío se decrece el recuento total de microorganismos aerobios viables y es muy efectivo contra las bacterias ácido lácticas.

De las sales orgánicas evaluadas, el propionato de sodio (0,1 % y 0,2 %) conservó mejor el sabor básico; así mismo retardó el crecimiento microbiano. Anzaldúa (1994), menciona que, cuando se utiliza algún aditivo alimentario debe ser para evitar la pérdida de los gustos (sabor básico) deseables durante las operaciones de procesamiento, tratamiento térmico, transporte y almacenamiento; así mismo para prevenir el desarrollo de sabores desagradables ya sea por rancidez oxidativa, por acción de la luz o por reacciones en los empaques. Luck (1981) manifiesta que el propionato de sodio actúa bien hasta un pH 6 contra hongos y bacterias; la concentración usada 0,3 % en peso no causa ningún problema en el hombre ya que lo metaboliza como cualquier ácido graso. Por eso se define como la mejor sal orgánica para realizar el sinergismo en combinación con lactato de sodio.

C. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA MEZCLA DE SALES ORGANICAS

1. Análisis sensorial

a. Atributo color

Los resultados del atributo color fueron evaluados estadísticamente (A – XI), aplicada la prueba de Hipótesis por Durbin en una categorización cualitativa no se encontró diferencia significativa; los resultados se reportan en el cuadro 11. De todos los resultados se puede decir que la carne fresca molida de vacuno, en el día 7 tuvo un color rojo y terminó en un color rojo claro y/o rojo tendiendo a blanco.

Cuadro 11. Resultados del atributo color de las sales orgánicas en la mezcla.

Tratamiento	Días de almacenamiento				
	0	7	14	21	33
3%NaL+ 0,1%NaP(T _A)	5,00	4,33 ^a	4,67 ^a	3,67 ^a	3,67 ^a
3%NaL+ 0,2%NaP(T _B)	5,00	4,00 ^a	3,67 ^a	4,00 ^a	2,67 ^a
4%NaL+ 0,1%NaP(T _C)	5,00	4,00 ^a	4,00 ^a	4,00 ^a	3,33 ^a
4%NaL+ 0,2%NaP(T _D)	5,00	4,67 ^a	4,00 ^a	4,33 ^a	2,67 ^a

NaL=lactato de sodio; NaP=propionato de sodio.

Los datos son promedio de dos repeticiones por tratamiento del atributo color, iguales superíndices en una misma columna ($p < 0,05$).

b. Atributo apariencia general

Los resultados del atributo apariencia general fueron analizados estadísticamente (A – XII). La Hipótesis fue realizada por Durbin como prueba no paramétrica y no se llegó a obtener diferencias significativas, los resultados se reportan en el cuadro 12. De los resultados en el almacenamiento se puede decir que la carne fresca molida de vacuno tuvo una apariencia general en el día 7 de muy bueno y terminó con una apariencia general de bueno y/o regular.

Cuadro 12. Resultado del atributo apariencia general de las sales orgánicas en la mezcla.

Tratamiento	Días de almacenamiento				
	0	7	14	21	33
3%NaL+ 0,1%NaP (T _A)	5,00	4,00 ^a	2,33 ^a	3,67 ^a	3,00 ^a
3%NaL+ 0,2%NaP (T _B)	5,00	4,33 ^a	3,00 ^a	2,67 ^a	2,67 ^a
4%NaL+ 0,1%NaP (T _C)	5,00	4,00 ^a	3,00 ^a	4,00 ^a	3,00 ^a
4%NaL+ 0,2%NaP (T _D)	5,00	4,00 ^a	3,67 ^a	3,33 ^a	3,33 ^a

NaL=lactato de sodio; NaP=propionato de sodio.

Los datos son promedio de dos repeticiones por tratamiento del atributo apariencia general, iguales superíndices en una misma columna ($p < 0,05$).

c. Atributo sabor básico

Los resultados del atributo sabor básico de la carne molida fresca de vacuno tratadas con sales orgánicas fueron evaluados estadísticamente (A - XIII). La Hipótesis fue probada por Durbin y no presentó diferencia significativa, los resultados de las medias del presente atributo se presentan en el cuadro 13. El sabor básico promedio en el día siete fue agradable y terminó en poco agradable.

Cuadro 13. Resultado del atributo sabor básico de las sales orgánicas en la mezcla.

Tratamiento	Días de almacenamiento				
	0	7	14	21	33
3%NaL+ 0,1%NaP (T _A)	5,00	4,00 ^a	3,33 ^a	4,33 ^a	3,00 ^a
3%NaL+ 0,2%NaP (T _B)	5,00	4,00 ^a	3,33 ^a	4,00 ^a	3,00 ^a
4%NaL+ 0,1%NaP (T _C)	5,00	3,67 ^a	3,33 ^a	3,67 ^a	4,00 ^a
4%NaL+ 0,2%NaP (T _D)	5,00	4,67 ^a	4,33 ^a	4,33 ^a	3,67 ^a

NaL=lactato de sodio; NaP=proionato de sodio.

Los datos son promedio de dos repeticiones por tratamiento del atributo sabor básico, iguales superíndices en una misma columna ($p < 0,05$).

2. Análisis microbiológico

Los resultados del recuento total de microorganismos aerobios viables en carne molida fresca de vacuno tratadas con sales orgánicas en sinergismo se presentan en el cuadro 14.

Realizado el análisis estadístico (A – XIII) a 0 y 33 días se encontró diferencia altamente significativa. Efectuado la prueba de Tukey ($p < 0,05$) inicio (día 0), el T_B (3 % NaL+ 0,2 % NaP) y T_C (4 % NaL+0,1 % NaP) iniciaron con la menor carga microbiana, en la cual el recuento total de microorganismos aerobios viables fue $1,02 \times 10^4$ ufc/g y $1,09 \times 10^4$ ufc /g comparados con los demás.

Cuadro 14. Resultado del recuento total de microorganismos aerobios viables (ufc/g) y efecto de las sales orgánicas en sinergismo.

Tratamiento	Día 0 (inicial)	Día 33 (final)
3%NaL+ 0,1%NaP(T _A)	$1,99 \times 10^4$ ^a	$3,09 \times 10^4$ ^a
3%NaL+ 0,2%NaP(T _B)	$1,02 \times 10^4$ ^c	$2,95 \times 10^4$ ^a
4%NaL+ 0,1%NaP(T _C)	$1,09 \times 10^4$ ^c	$1,99 \times 10^4$ ^b
4%NaL+ 0,2%NaP(T _D)	$1,51 \times 10^4$ ^b	$1,90 \times 10^4$ ^b

NaL=lactato de sodio; NaP=propionato de sodio.

Los datos son promedio de dos repeticiones por tratamiento del crecimiento microbiano seguidos de letras diferentes minúsculas en líneas y columnas difieren entre sí, por la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

A los 33 días (final), ejecutada la prueba de la Amplitud Estudiantizada de Tukey ($p < 0,05$) se encontró que el T_C (4 % NaL + 0,1 % NaP) y T_D (4 % NaL + 0,2 % NaP) alcanzó un recuento total de microorganismos aerobios viables de $1,99 \times 10^4$ ufc/g y $1,90 \times 10^4$ ufc/g y fue estadísticamente diferente a los demás. El contenido de la carga microbiana de todos los tratamientos al final del almacenamiento se

encuentran dentro de los límites permisibles, es decir, la carne, microbiológicamente esta muy buena.

Las sales orgánicas evaluadas en la mezcla, todas en general tuvieron un buen comportamiento, tanto sensorialmente (atributo: color, apariencia general y sabor básico) como microbilógicamente (recuento total de microorganismos aerobios viables). Sin embargo, el tratamiento seleccionado fue 4 % lactato de sodio más 0,2 % propionato de sodio.

D. EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LA CARNE MOLIDA FRESCA DE VACUNO, TRATADAS CON SALES ORGÁNICAS, EMPACADA A VACÍO Y REFRIGERADA

1. Características físico-químicas del tratamiento seleccionado

a. Con respecto a la humedad

En el cuadro 15 y en la figura 4, se observa el comportamiento de la humedad de la carne molida fresca de vacuno tratadas con 4 % lactato de sodio más 0,20 % propionato de sodio, empacada a vacío. La humedad obtenida en el día 0 (inicial) fue de 75,92 %, esto corresponde a la carne molida propiamente dicha (sin adición de la sal orgánica) y se encuentra dentro del rango, indicado por la bibliografía en carne magra de vacuno. Después de haber separado la muestra para el análisis de humedad se adicionó la sal orgánica.

La humedad desciende bruscamente del día 0 (cero) hasta el día 7, ello posiblemente se deba al mólido de la carne y a las sales orgánicas. El molido de la carne provoca pérdida de fluido (drip loss). Varnam y Stherinh (1998), señalan que la expulsión de agua de la carne molida es debido a la presión física. Multon y Lapatre (1988), mencionan que el lactato de sodio es un buen depresor de la actividad de agua, casi tan eficaz como el cloruro de sodio (NaCl). Otra de las condiciones puede deberse al sistema de empackado a vacío, ya que según Noskowa (1975), manifiesta, que cuando el envase se adhiere estrechamente al producto, y sobre todo si se practica el vacío cambia la humedad de la carne.

A partir del día 7, la humedad no presenta variaciones significativas durante los 42 días de almacenamiento, debido probablemente a la permeabilidad al vapor de agua del empaque. Effenberger y Schotte (1972), indican que, las bolsas sometidas al vacío son prácticamente impermeables al vapor de agua, es decir, sus paredes no permiten que éste escape al exterior (la carne contenida en estas bolsas no pueden deshidratarse). El comercio gana con el envasado al vacío, por que no hay mermas excesivas de la mercancía, y el público encuentra una carne siempre jugosa, tierno y grato al comer (Sanz y ajenjo, 1967).

Cuadro 15. Resultados del análisis físico-químico, sensorial y microbiológico durante el almacenamiento de la carne molida fresca de vacuno empacada a vacío y refrigerada

Tratamiento seleccionado: T _D (4 % lactato de sodio más 0,2 % propionato de sodio)							
Tiempo (Días)	Análisis físico – químico			Análisis sensorial			Análisis microbiológico
	Humedad Hbh (%)	TBA ¹ (b.s.)	pH	color (prom.)	apariciencia grl. (prom.)	sabor (prom.)	RTMAV ² (en ufc/g)
0	75,315 ± 0,310	3,532 ± 0,044	5,800 ± 0,009	5,00	5,00	5,00	2,33x10 ⁴
7	71,497 ± 0,250	2,034 ± 0,022	6,063 ± 0,020	4,75	4,12	4,50	1,80x10 ⁴
14	70,855 ± 0,259	2,003 ± 0,003	6,117 ± 0,008	4,50	3,75	4,25	1,75x10 ⁴
21	71,655 ± 0,123	1,446 ± 0,005	6,112 ± 0,006	4,38	3,50	4,00	1,87x10 ⁴
28	71,125 ± 0,300	1,803 ± 0,003	6,112 ± 0,006	4,12	3,38	3,50	2,13x10 ⁴
35	71,210 ± 0,106	1,730 ± 0,001	6,042 ± 0,019	4,12	3,00	3,38	2,26x10 ⁴
42	71,052 ± 0,079	1,804 ± 0,002	6,197 ± 0,011	4,00	3,00	3,38	2,49x10 ⁴

¹ Índice de ácido 2 – tiobarbitúrico (mg de malonaldehído /kg de muestra).

² Recuento total de microorganismos aerobios viables.

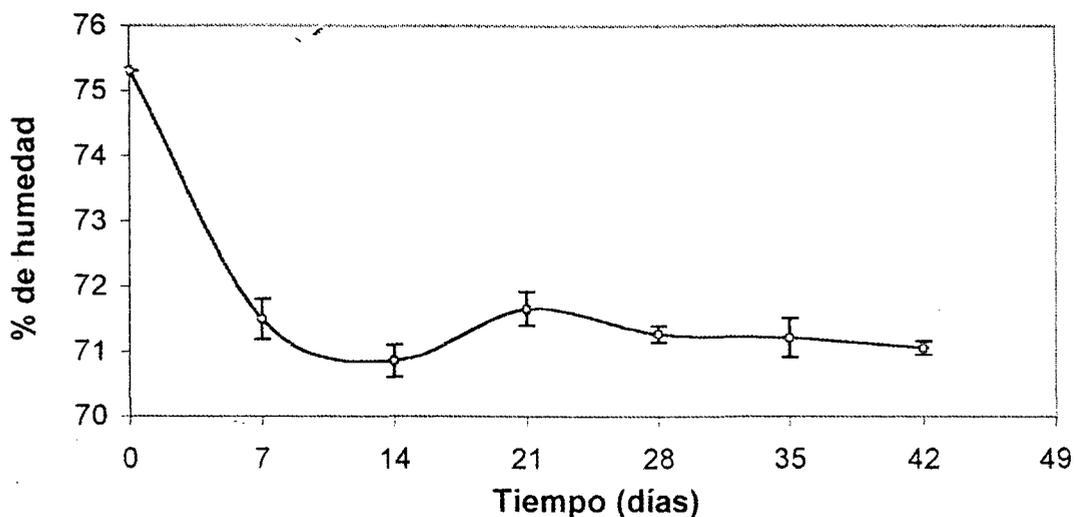


Figura 4. Comportamiento de la humedad en carne molida fresca de vacuno, en función del tiempo de almacenamiento (humedad en el día 0, sin adición de las sales orgánicas) de 4 a 8°C.

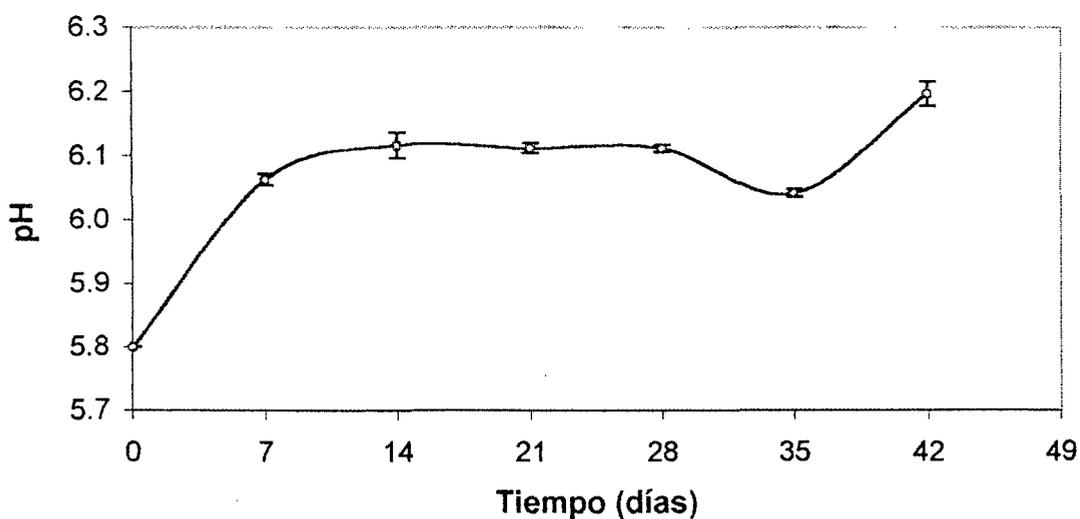


Figura 5. Comportamiento del pH de la carne molida fresca de vacuno, en función del tiempo de almacenamiento (pH en el día 0, sin adición de las sales orgánicas) de 4 a 8°C.

b. Con respecto al pH

En el cuadro 15 y en la figura 5, se observa el comportamiento del pH de la carne molida fresca de vacuno tratada con 4 % lactato de sodio más 0,2 % propionato de sodio empacada a vacío. En el día 0 (cero) se observa un pH 5,8, medido antes de adicionar el tratamiento seleccionado (T_D). A partir del día 7, el pH aumenta, luego presenta poca variación durante el almacenamiento, ello posiblemente se deba a la influencia de la sal orgánica. Maca *et al.* (1997) señalan que empanadas de carne molida de vacuno empacada al vacío y sometidas a bajas temperaturas conteniendo lactato de sodio con 0,2 % de propionato de sodio dan valores superiores de pH que el control, la empanada control dio un pH de 5,29; pero los tratados con lactato de sodio más 0,2 % propionato de sodio dio valores superiores a pH 6,03, a partir de 21 días de almacenamiento. El lactato de sodio es una sal neutra y es producido por la fermentación natural de azúcares y neutralizado con hidróxido de sodio, indica la bibliografía. Por otro lado se le puede atribuir a la baja temperatura a que fue almacenada la carne molida. Price *et al.* (1994) indican que la velocidad de caída del pH se relaciona estrechamente con la temperatura del músculo poco después del sacrificio, acelerándose ésta a temperaturas altas y frenándose a las bajas temperaturas. Si la temperatura es de 7°C la caída del pH es lenta y para llegar a un pH de 6 transcurrirán 20 días aproximadamente.

c. Con respecto al índice de ácido 2-tiobarbitúrico (TBA)

Según el cuadro 15 y la figura 6, se observa la variación de la medida del índice de ácido 2 - tiobarbitúrico (TBA). En el día 0 (inicio), sin adicionar la sal orgánica, el índice de ácido 2 - tiobarbitúrico (TBA) es alto; posiblemente se deba a la autooxidación de la grasa. Los fosfolípidos de la membrana del tejido muscular son los más sensibles a los cambios oxidativas post mortem. La oxidación lipídica en las carnes es catalizada por la mioglobina, citocromos, hierro no - heme (Fe^{+2}) y otros metales pesados de transición (en especial metales divalentes) como Cu^{+2} , Zn^{+2} , Co^{+2} y Ni^{+2} ; este proceso es particularmente activo luego que los fosfolípidos son expuestos al oxígeno por los procesos de desmenuzado y trozado de la carne, indica la bibliografía. Effenberger y schotte (1972) mencionan que, si las grasas que forma parte de la composición de la carne de vacuno experimentan la acción simultánea de la luz y del oxígeno sufren modificaciones oxidativas, como esta reacción se produce espontáneamente, se le llama autooxidación de la grasa. Alimentos Procesados (1996) indica, que las reacciones de la autooxidación comienza cuando una molécula de ácido graso pierde un ión de hidrógeno para convertirse en un ácido graso de radical libre (AGRL) con un electrón extra, las cuales son inestables y reaccionan posteriormente en una variedad de sustancias como: cetonas, aldehídos saturados e insaturados, alcoholes e hidrocarburos. Luego de adicionar la sal (4 % lactato de

sodio más 0,2 % propionato de sodio) baja el índice del TBA, posteriormente desciende gradualmente.

Durante el almacenamiento el TBA permanece por debajo de 2 mg de molonaldehído /kg de muestra (BS). En base seca, es debido a que la muestra pierde el contenido de agua durante el almacenamiento. El descenso del TBA, posiblemente se deba a la acción sinérgica de dichas sales orgánicas. Además, las sales orgánicas poseen efectos antioxidantes. Irving *et al.* (1992) mencionan que el lactato de sodio posee actividad antioxidante además de otras acciones en conservación.

2. Análisis sensorial

En el cuadro 15 y en la figura 7, se observa, que los atributos de color y sabor básico, presentan un buen comportamiento durante los 42 días de almacenamiento. Con respecto al atributo apariencia general tuvo una pérdida ligeramente menor al atributo sabor básico, ello puede deberse a la acción de la sal orgánica (4 % lactato de sodio más 0.2 % propionato de sodio) ya que según Multon y Lepatre (1988) señalan que el lactato de sodio, a pesar de ser buen depresor de la actividad de agua, tiene, además, efectos favorables sobre la suavidad de la textura.

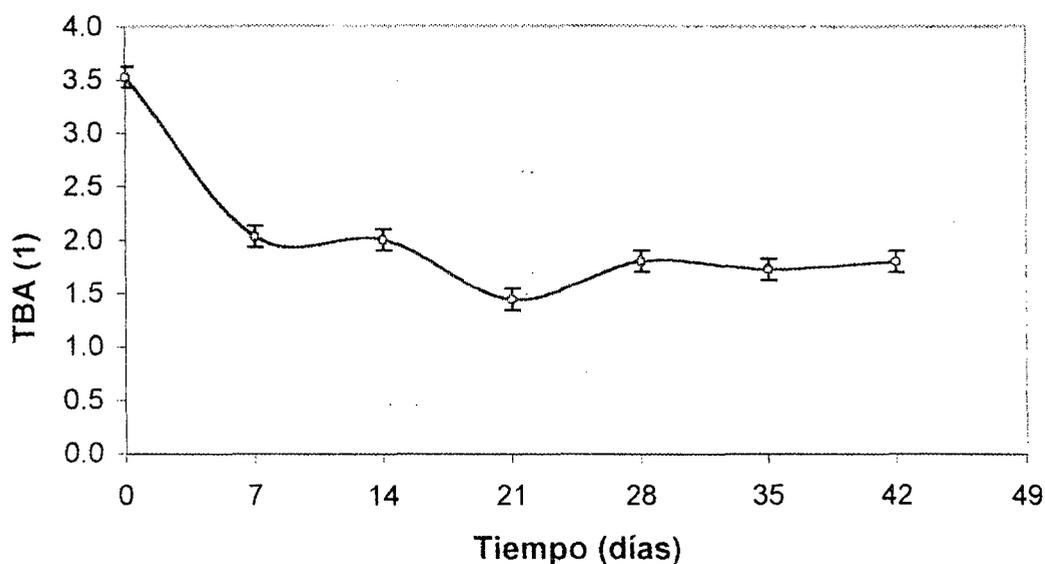


Figura 6. Evolución del TBA en la carne molida fresca de vacuno, en función del tiempo de almacenamiento (TBA en el día 0, sin adición de la sal orgánica) de 4 a 8°C.

¹ en mg de malonaldehído /kg de muestra.

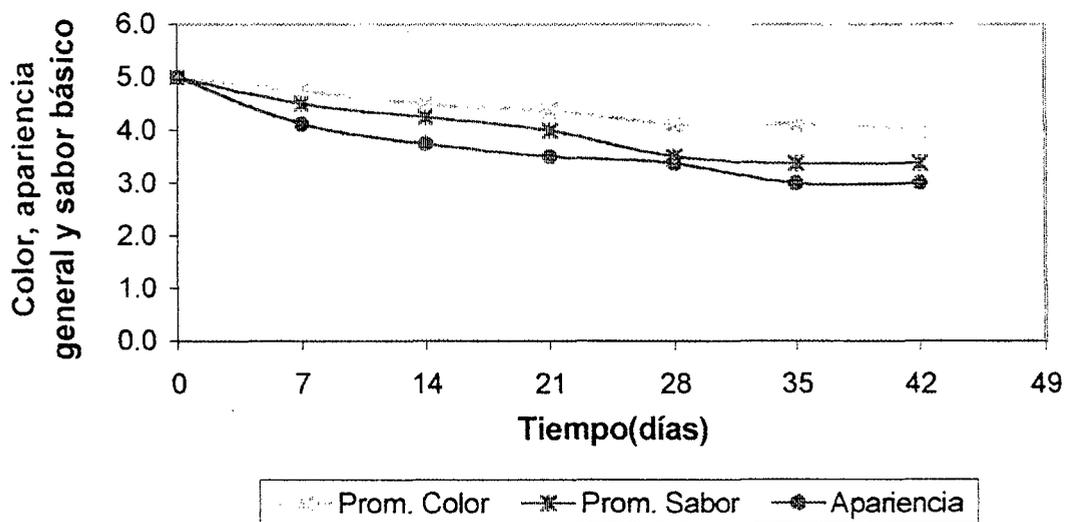


Figura 7. Comportamiento de Atributo sensorial de la carne molida fresca de vacuno, en función del tiempo de almacenamiento a temperatura de refrigeración (de 4°C a 8°C).

En Industria Alimenticia (1999) se menciona que el lactato de sodio es generalmente reconocido como ingrediente que prolonga la vida útil, contra los patógenos y aumenta el sabor del producto sin afectar las otras características de manera adversa.

3. Análisis microbiológico

En el cuadro 15 y la figura 8 se observa, el comportamiento del recuento total de microorganismos aerobios viables en carne molida fresca de vacuno tratadas con 4 % lactato de sodio más 0,2 % propionato de sodio, empacada a vacío; presenta un buen comportamiento durante los 42 días de almacenamiento.

En la figura, se observa que la carne molida fresca de vacuno en el día 0 (inicio) sin adición de la sal orgánica (4 % lactato de sodio más 0,2 % propionato de sodio), inició con una carga microbiana de $2,33 \times 10^4$ ufc/g, lo cual esta dentro del rango según lo indicado por la bibliografía en carne molida fresca de vacuno. En el día 7, la carga microbiana fue de $1,80 \times 10^4$ ufc/g y se observa que presentó una ligera disminución, posiblemente se deba a la acción de la sal orgánica, según Industria Alimenticia (1999) señala que estas sales poseen actividad antimicrobiana contra diversos microorganismos. A partir del día 14, la carga microbiana se incrementa muy lentamente. Dicho comportamiento probablemente se deba a la acción sinérgica de las sales orgánicas, Luck (1981) menciona que en el sinergismo se

necesita una concentración menor del combinado para inhibir a los microorganismos que cada uno de los componentes por separado. Maca *et al.* (1997) indican que con adición de lactato de sodio, en empanadas de carne de vacuno empacado al vacío, se logra aumentar la vida en anaquel por disminución del crecimiento microbiano.

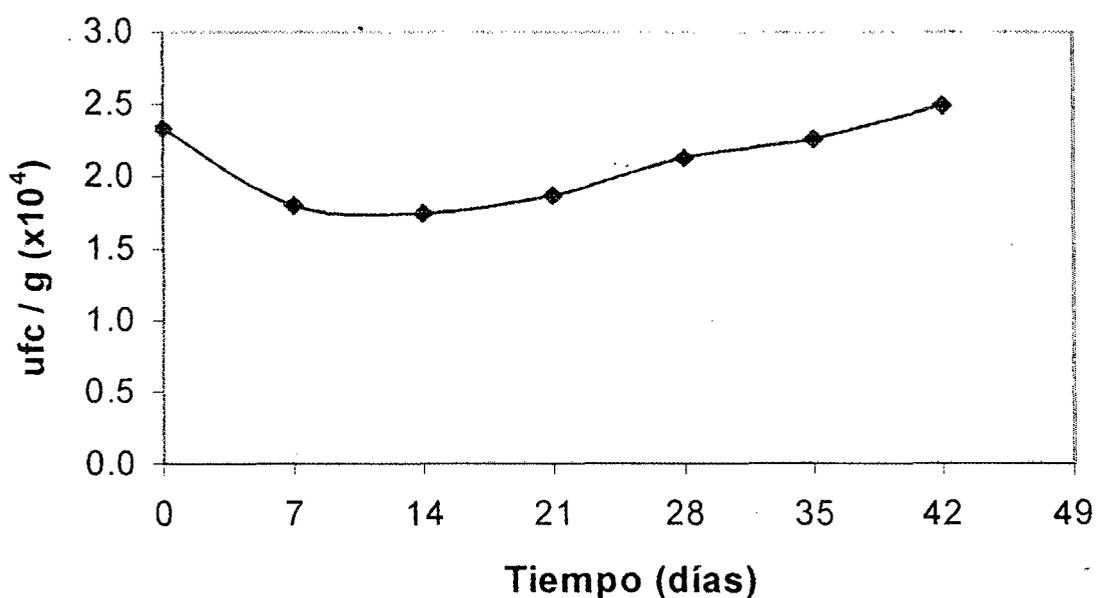


Figura 8. Curva de crecimiento de microorganismos aerobios viables en carne molida fresca de vacuno, en función del tiempo de almacenamiento (microorganismos en el día 0, sin adición de la sal orgánica) de 4 a 8°C.

V. CONCLUSIONES

Las conclusiones del trabajo fuerón:

- El lactato de sodio (3 y 4 %) y el propionato de sodio (0,1 y 0,2 %) conservaron mejor durante 28 días, la estabilidad de los atributos color, apariencia general, sabor básico y retardaron el crecimiento de microorganismos aerobios viables en carne molida fresca de vacuno empacada a vacío y refrigerada.
- Las mezclas de las sales orgánicas (lactato de sodio 4 % y propionato de sodio 0,2 %) mantuvieron mejor la estabilidad durante 33 días de los atributos: color, apariencia general, sabor básico y retardaron el crecimiento de microorganismos aerobios viables.
- Durante el almacenamiento (evaluación de la estabilidad) de la carne molida fresca de vacuno tratadas con sales orgánicas empacada a vacío y sometida a temperatura de refrigeración (4 a 8°C), el atributo sensorial que presentó mayor pérdida durante 42 días de almacenamiento fue la apariencia general.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda lo siguiente:

- Utilizar las sales orgánicas para almacenar carne molida para consumo humano, como carne fresca o procesada.
- Investigar la utilización de sales orgánicas en el almacenamiento de carne blanca (pescado, pollo, etc).

VII. BIBLIOGRAFÍA

- ALIMENTOS PROCESADOS. 1991. Extensión de la vida útil. Varias maneras de eliminar el oxígeno del paquete. Vol: 10 – 9, 38, 40.
- ALIMENTOS PROCESADOS. 1996. Una rancidez completamente natural. Vol: 15 – 3, 44, 45, 48
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. 1984. Compendium of methods for microbiological examination of foods. Second edition. Editor Marvin L. Speck. Washington DC. USA.
- ANZALDÚA, M.A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica. Editorial Acribia. Zaragoza. España. pp 20 – 23, 113 – 117, 187 – 189.
- AOAC. 1995. Official methods of AOAC international agricultural chemicals, contaminamts. 16 ed. 3 revition. Washington DC, AOAC International. Vol. I.
- AOAC. 1995. Official methods of AOAC international agricultural chemicals, contaminamts. 16 ed. 3 revition. Washington DC, AOAC International. Vol. II.
- BADUI, S.D. 1994. Química de los alimentos. Editorial Alhambra Mexicana. México. pp 464 – 465.
- BARCELO, R.J. 1976. Diccionario terminológico de química. Editorial Alhambra. Madrid. España. p 442.
- BELITZ, D.H., GROSCH, W. 1988. Química de los alimentos. Editorial Acribia Zaragoza. España. pp 186, 641, 485.

- BOURGEOIS, M.C; MESCLE, F.J; ZUCCA, J. 1994. Microbiología alimetaria. Aspectos microbiológicos de la seguridad y calidad alimentaria. Vol I. Editorial Acribia. Zaragoza. España. p 385.
- BRODY, L.A. 1996. Envasado de alimentos en atmósferas controladas, modificadas y a vacío. Editorial Acribia. Zaragoza. España. pp 3 - 5, 32 - 33.
- BUREU, G., MULTON, J. 1995. Embalaje de los alimentos de gran consumo. Editorial Acribia. Zaragoza. España. pp 288 – 289, 293 – 294.
- CARBALLO, G., LOPEZ DE TORRE, G. 1991. Manual de bioquímica y tecnología de la carne. Editorial A. Madrid Vicente ediciones. España. p 62.
- COCHRAN, G.W., COX, M.G. 1978. Diseños experimentales. Editorial Trillas. México. pp 489, 490, 492 – 494.
- DESROSIER, W.N. 1997. Elementos de tecnología de alimentos. Editorial Continental. México. p 322.
- EFFENBERGER, G., SCHOTTE, K. 1972. Empaquetado de la carne y productos cárnicos. Editorial Acribia. Zaragoza. España. pp 37 – 41, 50 – 51, 60, 49
- EGAN, H., KIRK., S., SAWYER, R. 1993. Análisis químico de alimentos de Pearson. Editorial continental. México. pp 20 – 27, 394.
- FENNEMA, O.R. 1982. Introducción a la ciencia de los alimentos. Volumen 2. Editorial Reverté. España. p 675.

- FENNEMA, O.R. 1993. Química de los alimentos. Editorial Reverté. Zaragoza. España. pp 209 – 219, 1025 – 1051.
- FORREST, J.C., ABERLE, D.E., HEDRICK, B.H., JUDGE, D.M., MARKEL, A.R. 1979. Fundamento de la ciencia de la carne. Editorial Acribia. Zaragoza. España. p 3.
- FRAZIER, C.W., WESTHOFF, D.C. 1993. Microbiología de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza. España. pp 196, 197.
- INDUSTRIA ALIMENTICIA. 1997. Métodos para determinar la oxidación. Vol: 8 – 10, 35, 61.
- INDUSTRIA ALIMENTICIA. 1999. Lactato de sodio y lactato de potasio. Prolongan la frescura y la seguridad de los productos con menor contenido de sal y grasa. Vol: 10 – 2, 50 – 51.
- IRVING, S.N., RICHARD, J., LEWIS, S.R. 1992. Diccionario de química y de productos químicos. Editorial Omega. Barcelona. España. pp 898, 902, 909, 914.
- JAY, M.J. 1994. Microbiología moderna de los alimentos. Tercera edición. Editorial Acribia. Zaragoza. España. pp 76 – 84, 85 – 89, 242.
- KIRK, S.R., SAMYER, R., EGAN, H. Composición y análisis de alimentos de Pearson. Segunda Edición. Editorial Continental. México. pp 14 – 15, 710
- LANGMAN, B. 1997. Procesamiento de la carne. La revista para empresarios y profesionales en la industria cárnica en Latinoamérica. pp 8 –13.

- LARRAÑAGA, I., CARBALLO, J., RODRIGUEZ, M., FERNANDEZ, J. 1999. Control e higiene de los alimentos. Editorial McGraw – Hill. Madrid. España.
- LÜCK, E. 1981. Conservación química de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza. España. pp 26, 45 – 53, 130 – 135.
- MACA, V.J., MILLER, K.R., ACUFF, R.G. 1997. Microbiological, sensory and chemical characteristics of vacuum – packaged ground patties treated with salts of organic acids. Journal of Food Science. Vol: 62 – 3, 591 – 595.
- MACKEY, C.A., FLORES, M.I., SOSA, G.M. 1984. Evaluación sensorial de los alimentos. Ediciones Ciepe. San Felipe. Venezuela. pp 8, 82.
- MADRID, A. 1992. Los Aditivos en los alimentos. Editorial Mundi – Prensa. Madrid. España. pp 11, 13.
- MANU – TAWIAH, W., AMMANN, L.L., SEBRANER., MOLINS, A.R. 1991. Extending the color stability and shelf life of fresh meat. Food Technology. Vol: Vol: 45 – 3, 94 – 102.
- MAZZA, G. 2000. Alimentos funcionales aspectos bioquímicos y de procesado. Editorial Acribia. Zaragoza. España. p386.
- MULTON, L.J., LEPATRE, F. 1988. Aditivos auxiliares de fabricación en la industrias agroalimentarias. Editorial Acribia. Zaragoza. España. pp 5, 7 – 9, 15 – 19, 202.
- NOSKOWA, G.L. 1975. Microbiología de las carnes conservadas por el frío. Editorial Acribia. Zaragoza. España. p 13.

- PEARSON, D. 1986. Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza. España. pp 185 – 186.
- PEDRERO, F.L.D., PANGBORN, M.R. 1989. Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos. Editorial Alhambra. México. pp 133 – 137.
- PRÄNDL, O., FISCHER, A., SCHMIDHOFER, T., SINELL, J.H. 1994. Tecnología e higiene de la carne. Editorial Acribia. Zaragoza. España. pp 5, 111, 122.
- PRICE, F.J., SCHWEIGERT, S.B. 1994. Ciencia de la carne y de los productos cárnicos. Segunda edición. Editorial Acribia Zaragoza. España. pp 11 – 12, 98 – 99, 337 – 338, 341, 363 – 364, 368 – 369, 441 – 442, 450.
- RAFAIZ, M.K. 1981. Manual para el control de calidad de los alimentos. 4. Análisis microbiológico. FAO. p C – 7.
- RANKEN, D.M. 1993. Manual de industrias de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza España. pp 13 – 14, 30 – 31, 32, 230, 241.
- SÁNZ, E.C., AGENJO, C.C. 1967. Enciclopedia de la carne. Editorial Espasa – Calpe. pp 616 – 617.
- SCHMIDT, H.H. 1990. Avances en aditivos alimentarios y la reglamentación de los alimentos. Aplicaciones y comentarios de orden químico y tecnológico. Editorial Fundación Chile. Santiago. Chile. p 10.
- TELLEZ, V.G.J. 1992. Tecnología e industrias cárnicas. Tomo II. Editorial Artes Gráficas Espino. Lima. Perú. p 322.

- THONGWONG, A; FERNANDO, N.L; GRÜN, U.I; CLARKE, D.A. 1999. Reduction of warned – over – flavor volatil from freeze – drid loan beef by supercritical CO2 extration. Journal of food Science. Vol: 64 – 3, 387 - 389.
- UREÑA, P.M., D'ARRIGO, H.M., GIRON, M.O. 1999. Evaluación sensorial de los alimentos: aplicación didáctica. Editorial Agraria. Lima. Perú. pp 17, 31, 32, 35, 123 – 125.
- VARNAM, H.A; SUTHERLAND, P.J. 1998. Carne y productos cátnicos. Tecnología, química y microbiología. Editorial Acribia. Zaragoza. España. pp 6, 66, 103 - 104, 118, 120, 133 - 134, 144.
- WEINLING, H. 1973. Tecnología práctica de la carne. Editorial Acribia. Zaragoza. España. pp 38 – 47, 73 – 79, 109, 115.

VIII. ANEXO

A – I. FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL PARA EL EFECTO DE LAS SALES ORGÁNICAS

Nombre: Fecha..... Hora.....
 Producto:

Evalúe cada muestra marcando con una X, según la escala que cree conveniente para el **COLOR**:

Código de las muestras

Rojo intenso				
Rojo				
Rojo claro				
Rojo tendiendo a blanco				
Rojo tendiendo a marrón				

Observaciones:

Evalúe cada muestra marcando con una X, según la escala que cree conveniente para la **APARIENCIA GENERAL**:

Código de las muestras

Excelente				
Muy bueno				
Bueno				
Regular				
Malo				

Observaciones:

Evalúe cada muestra marcando con una X, según la escala que cree conveniente para el **SABOR BÁSICO**:

Código de las muestras

Muy agradable				
Agradable				
Un poco agradable				
Sabor a ácido				
Muy ácido				

Observaciones:

A – II: Distribución de las muestras para la evaluación sensorial por los panelistas con nueve tratamientos.

Panelistas	TRATAMIENTOS								
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈
1	X			X		X	X		
2		X				X		X	X
3	X		X					X	X
4	X	X	X	X					
5	X				X		X	X	
6				X	X	X			X
7		X	X			X	X		
8		X		X	X			X	
9			X		X		X		X
10	X	X			X		X		
11		X	X		X	X			
12			X	X			X		X
13	X	X		X					X
14	X				X	X			X
15	X		X			X		X	
16				X		X	X	X	
17			X	X	X			X	
18		X					X	x	X

t = 9 k = 4 c = 8 b = 18 λ = 3 Tipo II.

ANVA.

Fuente de variabilidad	G.L	S.C	C.M	Fc	sig
Grupos	(c-1)				
Trata. No Ajust.	(t-1)				
Bloque Ajustado	(b-c)			Eb	
Error Intrabloque	(t*c-t-b+1)			Ee	
TOTAL	(T*C-1)				
Tratamiento ajustado					
Error intrabloque					

A - III: Distribución de las muestras para la evaluación sensorial por los panelistas con seis tratamientos.

Panelistas	TRATAMIENTOS					
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
1	X	X				
2			X	X		
3					X	X
4	X		X			
5		X			X	
6				X		X
7	X			X		
8		X				X
9			X		X	
10	X				X	
11		X		X		
12			X			X
13	X					X
14		X	X			
15				X	X	

T = 6 k = 2 r = 5 b = 15 λ = 1 Tipo I

ANVA.

Fuente de variabilidad	G.L	S.C	C.M	Fc	sig
------------------------	-----	-----	-----	----	-----

Repeticiones	(r-1)				
Trata. No Ajust.	(t-1)				
Bloque Ajustado	(b-1)			Eb	
Error Intrabloque	(t*r-t-b+1)			Ee	
TOTAL	(T*r-1)				

Tratamiento ajustado
Error intrabloque

A - IV. Distribución de las muestras para la evaluación sensorial en la mezcla por los panelistas.

Panelistas	TRATAMIENTO			
	T _A	T _B	T _C	T _D
1	X	X		
2			X	X
3	X		X	
4		X		X
5	X			X
6		X	X	

t = 4 k = 2 r = 3 b = 6 λ = 1 Tipo V

Procedimiento.

I. Planteamiento de Hipótesis:

H_p: Los tratamientos tienen igual efectos.

H_a: Al menos uno de los tratamientos tiene efectos diferentes.

II. Elección del nivel de significación: 0,05.

III. Tipos de prueba de Hipótesis: Durbin.

IV. Suposiciones:

- Los datos siguen una distribución estadística.
- Los datos son extraídos al azar.

V. Criterios de decisión:

- Se aceptará la H_p: sí el $T_3 \leq X^2(\alpha, t - 1)$
- Se rechazará la H_p: sí el $T_3 > X^2(\alpha, t - 1)$

A – V. Resultados promedios del atributo color de la carne molida fresca de vacuno empacada a vacío y refrigerada, tratada con sales orgánicas. Primera semana.

Producto: Carne de res									
Atributo : Color, primera semana									
Panelistas	TRATAMIENTOS								
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈
1	2			3		3	3		
2		4				3		3	1
3	1		4					3	2
4	1	2	3	1					
5	2				4		3	4	
6				4	3	3			2
7		3	4			3	3		
8		4		3	5			1	
9			4		3		3		3
10	4	5			1		3		
11		3	4		1	2			
12			5	1			2		4
13	3	4		3					3
14	4				2	1			3
15	3		4			2		1	
16									
17			3	2	2			1	
18		4					3	3	3
Total	20	29	31	21	21	21	23	19	21
Pro. Ajust.	2,558	3,675	4,160	2,633	2,591	2,612	2,658	2,315	2,550

T₀ = Control T₃ = 0,1% de NaP T₆ = 0,2% de NaA
T₁ = 3% de NaL T₄ = 0,2% de NaP T₇ = 0,1% de NaC
T₂ = 4% de NaL T₅ = 0,1% de NaA T₈ = 0,2% de NaC

Análisis de varianza de la evaluación sensorial (primera semana).

Fuente de variabilidad	G.L	S.C	C.M	Fc	sig
Grupos (c-1)	7	4,611		3,194	
Trata. No Ajust. (t-1)	8	17,611			
Bloque Ajustado (b-1)	10	20,407	2,0407CMEb		
Error Intrabloque (t*c-t-b+1)	46	39,982	0,8692CMEe		
TOTAL (T*C- 1)	71				
Tratamiento ajustado			3,066CM		
Error intrabloque			0,960CMe		a

$$F_c = CM/CMe = 3,066/0,960 = 3,194$$

$$F_{tab} = 46, 10 \begin{cases} 5\% = 2,04 \\ 1\% = 2,73 \end{cases}$$

a = significativo.

Segunda semana.

Producto: Carne de res									
Atributo : Color, segunda semana									
Panelistas	TRATAMIENTOS								
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈
1	4			1		1	3		
2		4				3		3	3
3	4		4					1	4
4	1	3	4	1					
5	3				3		3	1	
6				3	3	4			3
7		3	4			3	2		
8		4		1	3			2	
9			4		1		1		3
10	3	3			2		1		
11		3	4		1	4			
12			4	2			4		3
13	3	4		2					2
14	4				1	2			2
15	1		3			1		1	
16				1		3	3	3	
17			4	1	1			3	
18		4					3	2	1
Total	23	27	31	12	15	21	20	16	21
Pro. Ajust.	3,092	3,414	4,021	1,339	1,854	2,598	2,530	1,970	2,432

T₀ = Control T₃ = 0,1% de NaP T₆ = 0,2% de NaA
 T₁ = 3% de NaL T₄ = 0,2% de NaP T₇ = 0,1% de NaC
 T₂ = 4% de NaL T₅ = 0,1% de NaA T₈ = 0,2% de NaC

Fuente de variabilidad	G.L	S.C	C.M	Fc	sig
Grupos (c-1)	7	3,500		6,947	
Trata. No Ajust. (t-1)	8	35,250			
Bloque Ajustado (b-1)	10	20,231	2,0231CMEb		
Error intrabloque (t*c-t-b+1)	46	32,519	0,7070CMEe		
TOTAL (T*C-1)	71				
Tratamiento ajustado			5,495CM		
Error intrabloque			0,791CMe		aa

$$F_c = CM/CMe = 5,495/0,791 = 6,947$$

$$F_{tab} = 46, 10 \begin{cases} 5\% = 2,04 \\ 1\% = 2,73 \end{cases}$$

aa = altamente significativo.

Tercera semana.

Producto: Carne de res		Atributo : Color, tercera semana							
Panelistas	TRATAMIENTOS								
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈
1	4			4		1	1		
2		3				3		3	4
3	4		4					3	1
4	4	3	5	1					
5	3				1		1	1	
6				1	1	2			3
7		2	3			1	1		
8		4		3	1			3	
9			3		1		1		1
10	3	4			1		1		
11		4	4		1	2			
12			4	2			1		3
13	3	5		1					2
14	4				1	2			3
15	4		3			1		3	
16				1		1	2	3	
17			4	3	1			3	
18		5					1	4	2
Total	29	30	30	16	8	13	9	23	19
Pro. Ajust.	3,636	3,742	3,768	1,984	1,002	1,619	1,147	2,865	2,363

T₀ = Control T₃ = 0,1% de NaP T₆ = 0,2% de NaA
 T₁ = 3% de NaL T₄ = 0,2% de NaP T₇ = 0,1% de NaC
 T₂ = 4% de NaL T₅ = 0,1% de NaA T₈ = 0,2% de NaC

Fuente de variabilidad	G.L	S.C	C.M	Fc	sig
Grupos (c-1)	7	4,542		15,197	
Trata. No Ajust. (t-1)	8	77,500			
Bloque Ajustado (b-1)	10	7,120	0,712CMEb		
Error intrabloque (t*c-t-b+1)	46	28,713	0,624CMEe		
TOTAL (T*C-1)	71				
Tratamiento ajustado			9,696CM		
Error intrabloque			0,638CMe		aa

$$F_c = CM/CMe = 9,696/0,638 = 15,197$$

$$F_{tab} = 46, 10 \begin{cases} \rightarrow 5\% = 2,04 \\ \rightarrow 1\% = 2,73 \end{cases}$$

aa = altamente significativo.

Cuarta semana.

Producto: Carne de res									
Atributo : Color, cuarta semana									
Panelistas	TRATAMIENTOS								
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈
1	3			1		1	2		
2		2				2		1	3
3	4		3					1	2
4	1	2	4	2					
5	3				4		1	1	
6				1	1	3			3
7		3	4			2	1		
8		4		3	1			2	
9			3		2		2		1
10	3	3			2		1		
11		3	4		2	1			
12			3	1			1		3
13	2	3		1					4
14	1				1	2			3
15	1		2			1		4	
16				2		1	1	3	
17			3	1	1			1	
18		2					1	2	5
Total	18	22	26	12	14	13	10	15	24
Pro. Ajust.	2,250	3,144	2,812	1,478	1,794	1,548	1,600	1,952	2,671

T₀ = Control
 T₁ = 3% de NaL
 T₂ = 4% de NaL
 T₃ = 0,1% de NaP
 T₄ = 0,2% de NaP
 T₅ = 0,1% de NaA
 T₆ = 0,2% de NaA
 T₇ = 0,1% de NaC
 T₈ = 0,2% de NaC

Fuente de variabilidad	G.L	S.C	C.M	Fc	sig
Grupos (c-1)	7	4,833		5,464	
Trata. No Ajust. (t-1)	8	32,361			
Bloque Ajustado (b-1)	10	2,639	0,2639CMEb		
Error intrabloque (t*c-t-b+1)	46	44,778	0,9734CMEe		
TOTAL (T*C-1)	71				
Tratamiento ajustado			2,989CM		
Error intrabloque			0,547CMe		aa

$$F_c = CM/CMe = 2,989/0,547 = 5,464$$

$$F_{tab} = 46; 10 \begin{cases} 5\% = 2,04 \\ 1\% = 2,73 \end{cases}$$

aa = altamente significativo.

A – VI. Resultados promedios del atributo apariencia general de la carne molida fresca de vacuno empacada al vacío y refrigerada, tratada con sales orgánicas. Primera semana.

Producto: Carne de res									
Atributo : Apariencia, primera semana									
Panelistas	TRATAMIENTOS								
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈
1	2			4		3	2		
2		4				3		3	2
3	2		4					3	3
4	1	3	4	2					
5	3				2		3	4	
6				4	2	3			3
7		2	4			3	2		
8		2		3	2			1	
9			3		2		2		2
10	3	5			1		2		
11		3	4		1	2			
12			3	2			1		3
13	3	4		2					3
14	4				2	2			3
15	3		4			2		2	
16				2		3	1	2	
17			3	3	2			2	
18		4					3	3	3
Total	21	27	29	22	14	21	16	20	22
Pro. Ajust.	2,542	3,407	3,762	2,847	1,712	2,610	1,966	2,475	2,678

T₀ = Control
T₁ = 3% de NaL
T₂ = 4% de NaL
T₃ = 0,1% de NaP
T₄ = 0,2% de NaP
T₅ = 0,1% de NaA
T₆ = 0,2% de NaA
T₇ = 0,1% de NaC
T₈ = 0,2% de NaC

Análisis de varianza de la evaluación sensorial (primera semana).

Fuente de variabilidad	G.L	S.C	C.M	Fc	sig
Grupos (c-1)	7	4,444		6,123	
Trata. No Ajust. (t-1)	8	22,000			
Bloque Ajustado (b-1)	10	9,130	0,913CMEb		
Error intrabloque (t*c-t-b+1)	46	22,426	0,488CMEe		
TOTAL (T*C-1)	71				
Tratamiento ajustado			3,239CM		
Error intrabloque			0,529CMe		aa

$$F_c = CM/CMe = 3,239/0,529 = 6,123$$

$$F_{tab} = 46; 10 \begin{cases} 5\% = 2,04 \\ 1\% = 2,73 \end{cases}$$

aa = altamente significativo.

Segunda semana.

Producto: Carne de res									
Atributo : Apariencia, segunda semana									
Panelistas	TRATAMIENTOS								
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈
1	3			1		1	3		
2		3				3		2	2
3	3		5					3	3
4	3	3	4	2					
5	4				4		5	2	
6				2	2	5			3
7		3	4			2	1		
8		4		1	2			3	
9			4		2		3		2
10	4	3			3		3		
11		3	5		1	2			
12			4	2			2		3
13	3	3		2					3
14	3				2	2			2
15	2		3			2		2	
16				1		3	3	3	
17			3	3	2			4	
18		5					2	1	1
Total	25	27	32	14	18	20	22	20	19
Pro. Ajust.	3,095	3,471	4,078	1,682	2,092	2,648	2,762	2,447	2,350

T₀ = Control
 T₁ = 3% de NaL
 T₂ = 4% de NaL
 T₃ = 0,1% de NaP
 T₄ = 0,2% de NaP
 T₅ = 0,1% de NaA
 T₆ = 0,2% de NaA
 T₇ = 0,1% de NaC
 T₈ = 0,2% de NaC

Fuente de variabilidad	G.L	S.C	C.M	Fc	sig
Grupo (c-1)	7	3,316		5,738	
Trata. No Ajust. (t-1)	8	28,861			
Bloque Ajustado (b-1)	10	14,966	1,497CMEb		
Error intrabloque (t*c-t-b+1)	46	30,843	0,671CMEe		
TOTAL (T*C-1)	71				
Tratamiento ajustado			4,235CM		
Error intrabloque			0,738CMe		aa

$$F_c = CM/CMe = 4,235/0,738 = 5,738$$

$$F_{tab} = 46, 10 \begin{cases} 5\% = 2,04 \\ 1\% = 2,73 \end{cases}$$

aa = altamente significativo.

Tercera semana.

Producto: Carne de res									
Atributo : Apariencia, tercera semana									
Panelistas	TRATAMIENTOS								
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈
1	3			3		2	2		
2		4				3		2	3
3	3		4					2	2
4	2	4	5	1					
5	4				4		3	2	
6				2	1	2			3
7		3	4			1	1		
8		4		3	2			3	
9			3		5		4		2
10	2	2			4		3		
11		3	3		2	2			
12			3	2			1		3
13	2	3		1					2
14	3				1	2			3
15	4		3			1		2	
16				2		3	2	4	
17			3	1	1			2	
18		4					1	3	2
Total	23	27	28	15	20	16	17	20	20
Pro. Ajust.	2,875	3,371	3,492	1,872	2,502	1,999	2,135	2,506	2,498

T₀ = Control T₃ = 0,1% de NaP T₆ = 0,2% de NaA
 T₁ = 3% de NaL T₄ = 0,2% de NaP T₇ = 0,1% de NaC
 T₂ = 4% de NaL T₅ = 0,1% de NaA T₈ = 0,2% de NaC

Fuente de variabilidad	G.L	S.C	C.M	Fc	sig
Grupo (c-1)	7	8,389		3,159	
Trata. No Ajust. (t-1)	8	21,000			
Bloque Ajustado (b-1)	10	7,963	0,7963CMEb		
Error intrabloque (t*c-t-b+1)	46	38,148	0,8293CMEe		
TOTAL (T*C-1)	71				
Tratamiento ajustado			2,600CM		
Error intrabloque			0,823CMe		a

$$F_c = CM/CMe = 2,600/0,823 = 3,159$$

$$F_{tab} = 46, 10 \begin{cases} \rightarrow 5\% = 2,04 \\ \rightarrow 1\% = 2,73 \end{cases}$$

a = significativo.

Cuarta semana.

Producto: Carne de res									
Atributo : Apariencia, cuarta semana									
Panelistas	TRATAMIENTOS								
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈
1	3			1		2	1		
2		3				3		4	4
3	4		3					1	2
4	1	3	3	2					
5	2				1		1	3	
6				2	2	3			4
7		3	4			2	1		
8		3		2	3			2	
9			5		2		2		3
10	2	2			1		1		
11		3	4		2	2			
12			3	1			1		2
13	2	3		1					5
14	3				1	2			3
15	3		3			2		2	
16				2		1	3	2	
17			2	1	1			1	
18		3					1	2	4
Total	20	23	27	12	13	17	11	117	27
Pro. Ajust.	2,626	2,792	3,488	1,544	1,620	1,986	1,427	2,110	3,282

T₀ = Control T₃ = 0,1% de NaP T₆ = 0,2% de NaA
T₁ = 3% de NaL T₄ = 0,2% de NaP T₇ = 0,1% de NaC
T₂ = 4% de NaL T₅ = 0,1% de NaA T₈ = 0,2% de NaC

Fuente de variabilidad	G.L	S.C	C.M	Fc	sig
Grupo (c-1)	7	4,320		8,138	
Trata. No Ajust. (t-1)	8	37,528			
Bloque Ajustado (b-1)	10	11,944	1,1944CMEb		
Error intrabloque (t*c-t-b+1)	46	23,861	0,5187CMEe		
TOTAL (T*C-1)	71				
Tratamiento ajustado			4,655CM		
Error intrabloque			0,572CMe		aa

$$F_c = CM/CMe = 4,655/0,572 = 8,138$$

$$F_{tab} = 46, 10 \begin{cases} \rightarrow 5\% = 2,04 \\ \rightarrow 1\% = 2,73 \end{cases}$$

aa = altamente significativo.

A - VII. Resultados promedios del atributo sabor básico de la carne molida fresca de vacuno empacada al vacío y refrigerada, tratada con sales orgánicas. Primera semana.

Producto: Carne de res									
Atributo : Sabor, primera semana									
Panelistas	TRATAMIENTOS								
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈
1	2			3		3	3		
2		4				4		3	4
3	3		4					3	3
4	3	4	5	3					
5	3				4		4	5	
6				4	1	3			1
7		2	4			3	3		
8		4		4	3			3	
9			4		3		3		3
10	2	5			4		3		
11		4	3		2	2			
12			3	3			4		2
13	4	3		4					4
14	4				3	3			3
15	2		5			3		4	
16				3		2	4	4	
17			4	3	3			4	
18		3					4	3	4
Total	23	29	32	27	23	23	28	29	24
Pro. Ajust.	2,740	3,577	4,096	3,432	2,868	2,978	3,532	3,522	3,004

T₀ = Control T₃ = 0,1% de NaP T₆ = 0,2% de NaA
 T₁ = 3% de NaL T₄ = 0,2% de NaP T₇ = 0,1% de NaC
 T₂ = 4% de NaL T₅ = 0,1% de NaA T₈ = 0,2% de NaC

Análisis de varianza de la evaluación sensorial (primera semana).

Fuente de variabilidad	G.L	S.C	C.M	Fc	sig
Grupos (c-1)	7	2,167		2,425	
Trata. No Ajust. (t-1)	8	11,028			
Bloque Ajustado (b-1)	10	11,620	1,162CMEb		
Error intrabloque (t*c-t-b+1)	46	26,463	0,575CMEe		
TOTAL (T*C-1)	71				
Tratamiento ajustado			1,523CM		
Error intrabloque			0,628CMe		a

$$F_c = CM/CMe = 1,523/0,628 = 2,425$$

$$F_{tab} = 46,10 \begin{cases} 5\% = 2,04 \\ 1\% = 2,73 \end{cases}$$

a = significativo.

Segunda semana.

Producto: Carne de res									
Atributo : Sabor, segunda semana									
Panelistas	TRATAMIENTOS								
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈
1	3			3		3	4		
2		4				4		3	2
3	4		4					4	3
4	4	4	4	3					
5	3				3		4	2	
6				3	3	4			3
7		3	3			3	4		
8		4		1	2			3	
9			4		3		2		2
10	3	3			4		4		
11		3	3		2	2			
12			4	3			3		2
13	3	3		4					3
14	4				3	3			3
15	3		4			3		3	
16				4		3	3	2	
17			4	3	3			2	
18		4					1	2	3
Total	27	28	30	24	23	25	25	21	21
Pro. Ajust.	3,365	3,505	3,752	2,999	2,880	3,124	3,129	2,625	2,621

T₀ = Control

T₁ = 3% de NaL

T₂ = 4% de NaL

T₃ = 0,1% de NaP

T₄ = 0,2% de NaP

T₅ = 0,1% de NaA

T₆ = 0,2% de NaA

T₇ = 0,1% de NaC

T₈ = 0,2% de NaC

Fuente de variabilidad	G.L	S.C	C.M	Fc	sig
Grupos (c-1)	7	4,667		2,431	
Trata. No Ajust. (t-1)	8	9,361			
Bloque Ajustado (b-1)	10	4,990	0,499CMEb		
Error intrabloque (t*c-t-b+1)	46	22,093	0,480CMEe		
TOTAL (T*C-1)	71				
Tratamiento ajustado			1,174CM		
Error intrabloque			0,483CMe		a

$$F_c = CM/CMe = 1,174/0,483 = 2,431$$

$$F_{tab} = 46, 10 \begin{cases} 5\% = 2,04 \\ 1\% = 2,73 \end{cases}$$

a = significativo.

Tercera semana.

Producto: Carne de res									
Atributo : Sabor, tercera semana									
Panelistas	TRATAMIENTOS								
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈
1	4			3		4	4		
2		3				3		3	2
3	3		4					2	1
4	1	4	3	2					
5	4				4		3	2	
6				4	4	4			2
7		3	4			2	2		
8		4		2	3			4	
9			3		3		1		2
10	1	2			3		3		
11		3	4		3	2			
12			4	3			2		4
13	2	3		4					3
14	3				2	4			4
15	4		4			3		3	
16				3		4	3	2	
17			3	1	4			4	
18		3					3	3	3
Total	25	25	29	22	26	26	21	23	21
Pro. Ajust.	2,728	3,211	3,732	2,659	3,276	3,180	2,622	2,848	2,622

T₀ = Control T₃ = 0,1% de NaP T₈ = 0,2% de NaA
 T₁ = 3% de NaL T₄ = 0,2% de NaP T₇ = 0,1% de NaC
 T₂ = 4% de NaL T₅ = 0,1% de NaA T₈ = 0,2% de NaC

Fuente de variabilidad	G.L	S.C	C.M	Fc	sig
Grupos (c-1)	7	4,097		1,459	
Trata. No Ajust. (t-1)	8	7,611			
Bloque Ajustado (b-1)	10	12,269	1,227CMEb		
Error intrabloque (t*c-t-b+1)	46	35,009	0,761CMEe		
TOTAL (T*C-1)	71				
Tratamiento ajustado			1,186CM		
Error intrabloque			0,813CMe		n.s

$$F_c = CM/CMe = 1,186/0,813 = 1,459$$

$$F_{tab} = 46, 10 \begin{cases} \rightarrow 5\% = 2,04 \\ \rightarrow 1\% = 2,73 \end{cases}$$

n.s = no significativo.

Cuarta semana.

Producto: Carne de res						
Atributo : Sabor, cuarta semana						
Panelistas	TRATAMIENTOS					
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
1	4	3				
2			3	4		
3					3	4
4	4		4			
5		3			4	
6				4		4
7	3			4		
8		4				2
9			2		3	
10	3				2	
11		4		3		
12			3			4
13	4					3
14		4	3			
15				4	4	
TOTAL	18	18	15	19	16	17
Prom. Ajust.	3,519	3,519	3,114	3,898	3,086	3,465

T₁ = 3%NaL
T₂ = 4%NaL

T₃ = 0,1%NaP
T₄ = 0,2%NaP

T₅ = 0,1%NaA
T₆ = 0,2%NaA

Fuente de variabilidad	G.L	S.C	C.M	Fc	sig
Repeticiones	(r-1)	4	2,867		1,335
Trata. No Ajust.	(t-1)	5	2,167		
Bloque Ajustado	(b-1)	10	3,000	0,3000CMEb	
Error intrabloque	(t*r-t-b+1)	10	5,333	0,5333CMEe	
TOTAL	(T*r-1)	29			
Tratamiento ajustado			0,454CM		
Error intrabloque			0,340CMe		n.s

$$F_c = CM/CMe = 0,454/0,340 = 1,335$$

$$F_{tab} = 10 ; 10 \begin{cases} \rightarrow 5\% = 2,97 \\ \rightarrow 1\% = 2,85 \end{cases}$$

n.s = no significativo.

A – VIII. Análisis de varianza del recuento total de microorganismos aerobios viables en el día 0 (inicial).

Fuente de Variabilidad	D.F	S.C	C.M	Fcal.	Ftab.	Sig.
Tratamiento	8	0,50980	0,06372	86,90	3,23	
Error	9	0,00660	0,00073			
Total	17	0,51640				aa

R.S	C.V	RMSE	Media
0,98720	0,67364	0,02708	4,020

Día 21.

Fuente de Variabilidad	D.F	S.C	C.M	Fcal.	Ftab.	Sig.
Tratamiento	8	3,60971	0,45121	6768,21	3,23	
Error	9	0,00060	0,00007			
Total	17	3,61031				aa

R.S	C.V	RMSE	Media
0,99834	0,17703	0,00817	4,612

Día 28 (final).

Fuente de Variabilidad	D.F	S.C	C.M	Fcal.	Ftab.	Sig.
Tratamiento	8	5,31470	0,66434	1048,95	3,23	
Error	9	0,00570	0,00063			
Total	17	5,32040				aa

R.S	C.V	RMSE	Media
0,99893	0,49777	0,02516	5,380

aa = altamente significativo.

A - IX. Resultados promedios y rangos del atributo color de la carne molida fresca de vacuno empacada a vacío y refrigerada, tratada con sales orgánicas. Primera semana.

Producto : Carne de res				
Atributo : Color, primera semana				
Panelista	TRATAMIENTOS			
	T _A	T _B	T _C	T _D
1	4(1,5)	4(1,5)		
2			4(1)	5(2)
3	5(2)		4(1)	
4		4(1)		5(2)
5	4(1,5)			4(1,5)
6		4(1,5)	4(1,5)	
Rango	5,000	4,000	3,500	5,500
Promedio	4,333	4,000	4,000	4,667

$$T_A = 3\%NaL + 0,1\%NaP$$

$$T_B = 3\%NaL + 0,2\%NaP$$

$$T_C = 4\%NaL + 0,1\%NaP$$

$$T_D = 4\%NaL + 0,2\%NaP$$

$$T_3 = 2,5$$

$$\text{Como } T_3 < X^2(0,95, 3 \text{ g.l}) = 7,81$$

Por lo tanto se acepta la H_p, es decir, los cuatro tratamientos presentan un color similar.

Segunda semana.

Producto : Carne de res				
Atributo : Color, segunda semana				
Panelista	TRATAMIENTOS			
	T _A	T _B	T _C	T _D
1	5(2)	4(1)		
2			4(1,5)	4(1,5)
3	4(2)		3(1)	
4		3(1)		4(2)
5	5(2)			4(1)
6		4(1)	5(2)	
Rango	6,000	3,000	4,500	4,500
Promedio	4,667	3,667	4,000	4,000

$$T_A = 3\%NaL + 0,1\%NaP$$

$$T_B = 3\%NaL + 0,2\%NaP$$

$$T_C = 4\%NaL + 0,1\%NaP$$

$$T_D = 4\%NaL + 0,2\%NaP$$

$$T_3 = 4,5$$

$$\text{Como } T_3 < X^2(0,95, 3 \text{ g.l}) = 7,81$$

Por lo tanto se acepta la H_p, es decir, los cuatro tratamientos presentan un color similar.

Tercera semana.

Producto : Carne de res				
Atributo : Color, tercera semana				
Panelista	TRATAMIENTOS			
	T _A	T _B	T _C	T _D
1	3(1)	4(2)		
2			4(1,5)	4(1,5)
3	4(1,5)		4(1,5)	
4		5(1,5)		5(1,5)
5	4(1,5)			4(1,5)
6		3(1)	4(2)	
Rango	4,000	4,500	5,000	4,500
Promedio	3,667	4,000	4,000	4,333

$$T_A = 3\%NaL + 0,1\%NaP$$

$$T_B = 3\%NaL + 0,2\%NaP$$

$$T_C = 4\%NaL + 0,1\%NaP$$

$$T_D = 4\%NaL + 0,2\%NaP$$

$$T_3 = 0,5$$

$$\text{Como } T_3 < X^2(0,95., 3 \text{ g.l}) = 7,81$$

Por lo tanto se acepta la Hp, es decir, los cuatro tratamientos presentan un color similar.

Cuarta semana.

Producto : Carne de res				
Atributo : Color, cuarta semana				
Panelista	TRATAMIENTOS			
	T _A	T _B	T _C	T _D
1	3(2)	1(1)		
2			3(2)	1(1)
3	5(2)		4(1)	
4		4(1,5)		4(1,5)
5	3(1,5)			3(1,5)
6		3(1,5)	3(1,5)	
Rango	5,500	4,000	4,500	4,000
Promedio	3,667	2,667	3,333	2,667

$$T_A = 3\%NaL + 0,1\%NaP$$

$$T_B = 3\%NaL + 0,2\%NaP$$

$$T_C = 4\%NaL + 0,1\%NaP$$

$$T_D = 4\%NaL + 0,2\%NaP$$

$$T_3 = 1,5$$

$$\text{Como } T_3 < X^2(0,95., 3 \text{ g.l}) = 7,81$$

Por lo tanto se acepta la Hp, es decir, los cuatro tratamientos presentan un color similar.

A – X. Resultados promedios y rangos del atributo apariencia general de la carne molida fresca de vacuno empacada a vacío y refrigerada, tratada con sales orgánicas. Primera semana.

Producto : Carne de res				
Atributo : Apariencia, primera semana				
Panelista	TRATAMIENTOS			
	T _A	T _B	T _C	T _D
1	4(1)	5(2)		
2			4(1,5)	4(1,5)
3	5(2)		4(1)	
4		4(1,5)		4(1,5)
5	3(1)			4(2)
6		4(1,5)	4(1,5)	
Rango	4,000	5,000	4,000	5,000
Promedio	4,000	4,333	4,000	4,000

$$T_A = 3\%NaL + 0,1\%NaP$$

$$T_B = 3\%NaL + 0,2\%NaP$$

$$T_C = 4\%NaL + 0,1\%NaP$$

$$T_D = 4\%NaL + 0,2\%NaP$$

$$T_3 = 1$$

$$\text{Como } T_3 < X^2(0,95, 3 \text{ g.l}) = 7,81$$

Por lo tanto se acepta la H_p, es decir, los cuatro tratamientos presentan una apariencia similar.

Segunda semana.

Producto : Carne de res				
Atributo : Apariencia, segunda semana				
Panelista	TRATAMIENTOS			
	T _A	T _B	T _C	T _D
1	2(1)	3(2)		
2			3(1,5)	3(1,5)
3	2(1)		3(2)	
4		2(1)		4(2)
5	3(1)			4(2)
6		4(2)	3(1)	
Rango	3,000	5,000	4,500	5,500
Promedio	2,333	3,000	3,000	3,667

$$T_A = 3\%NaL + 0,1\%NaP$$

$$T_B = 3\%NaL + 0,2\%NaP$$

$$T_C = 4\%NaL + 0,1\%NaP$$

$$T_D = 4\%NaL + 0,2\%NaP$$

$$T_3 = 3,5$$

$$\text{Como } T_3 < X^2(0,95, 3 \text{ g.l}) = 7,81$$

Por lo tanto se acepta la H_p, es decir, los cuatro tratamientos presentan una apariencia similar.

Tercera semana.

Producto : Carne de res				
Atributo : Apariencia, tercera semana				
Panelista	TRATAMIENTOS			
	T _A	T _B	T _C	T _D
1	3(2)	2(1)		
2			4(1,5)	4(1,5)
3	4(2)		3(1)	
4		3(1,5)		3(1,5)
5	4(2)			3(1)
6		3(1)	5(2)	
Rango	6,000	3,500	4,500	4,000
Promedio	3,667	2,667	4,000	3,333

$$T_A = 3\%NaL + 0,1\%NaP$$

$$T_B = 3\%NaL + 0,2\%NaP$$

$$T_C = 4\%NaL + 0,1\%NaP$$

$$T_D = 4\%NaL + 0,2\%NaP$$

$$T_3 = 3,5$$

$$\text{Como } T_3 < X^2(0,95.,3 \text{ g.l}) = 7,81$$

Por lo tanto se acepta la H_p, es decir, los cuatro tratamientos presentan una apariencia similar.

Cuarta semana.

Producto : Carne de res				
Atributo : Apariencia, cuarta semana				
Panelista	TRATAMIENTOS			
	T _A	T _B	T _C	T _D
1	3(2)	2(1)		
2			3(1,5)	3(1,5)
3	2(1)		3(2)	
4		3(1,5)		3(1,5)
5	4(1,5)			4(1,5)
6		3(1,5)	3(1,5)	
Rango	4,500	4,000	5,000	4,500
Promedio	3,000	2,667	3,000	3,333

$$T_A = 3\%NaL + 0,1\%NaP$$

$$T_B = 3\%NaL + 0,2\%NaP$$

$$T_C = 4\%NaL + 0,1\%NaP$$

$$T_D = 4\%NaL + 0,2\%NaP$$

$$T_3 = 0,5$$

$$\text{Como } T_3 < X^2(0,95.,3 \text{ g.l}) = 7,81$$

Por lo tanto se acepta la H_p, es decir, los cuatro tratamientos presentan una apariencia similar.

A – XI. Resultados promedios y rangos del atributo sabor básico de la carne molida fresca de vacuno empacada a vacío y refrigerada, tratada con sales orgánicas. Primera semana.

Producto : Carne de res				
Atributo : Sabor, primera semana				
	TRATAMIENTOS			
Panelista	T _A	T _B	T _C	T _D
1	5(2)	4(1)		
2			4(1)	5(2)
3	4(1,5)		4(1,5)	
4		4(1)		5(2)
5	3(1)			4(2)
6		4(2)	3(1)	
Rango	4,500	4,000	3,500	6,000
Promedio	4,000	4,000	3,667	4,667

$$T_A = 3\%NaL + 0,1\%NaP$$

$$T_B = 3\%NaL + 0,2\%NaP$$

$$T_C = 4\%NaL + 0,1\%NaP$$

$$T_D = 4\%NaL + 0,2\%NaP$$

$$T_3 = 3,5$$

$$\text{Como } T_3 < X^2(0,95., 3 \text{ g.l}) = 7,81$$

Por lo tanto se acepta la H_p, es decir, los cuatro tratamientos presentan un sabor similar.

Segunda semana.

Producto : Carne de res				
Atributo : Sabor, segunda semana				
	TRATAMIENTOS			
Panelista	T _A	T _B	T _C	T _D
1	3(1)	4(2)		
2			4(1,5)	4(1,5)
3	4(2)		3(1)	
4		4(1)		5(2)
5	3(1)			4(2)
6		2(1)	3(2)	
Rango	4,000	4,000	4,500	5,500
Promedio	3,333	3,333	3,333	4,333

$$T_A = 3\%NaL + 0,1\%NaP$$

$$T_B = 3\%NaL + 0,2\%NaP$$

$$T_C = 4\%NaL + 0,1\%NaP$$

$$T_D = 4\%NaL + 0,2\%NaP$$

$$T_3 = 1,5$$

$$\text{Como } T_3 < X^2(0,95., 3 \text{ g.l}) = 7,81$$

Por lo tanto se acepta la H_p, es decir, los cuatro tratamientos presentan un sabor similar.

Tercera semana.

Producto : Carne de res				
Atributo : Sabor, tercera semana				
Panelista	TRATAMIENTOS			
	T _A	T _B	T _C	T _D
1	5(2)	4(1)		
2			4(1,5)	4(1,5)
3	4(1,5)		4(1,5)	
4		4(1)		5(2)
5	4(1,5)			4(1,5)
6		4(2)	3(1)	
Rango	5,000	4,000	4,000	5,000
Promedio	4,333	4,000	3,667	4,333

$$T_A = 3\%NaL + 0,1\%NaP$$

$$T_B = 3\%NaL + 0,2\%NaP$$

$$T_C = 4\%NaL + 0,1\%NaP$$

$$T_D = 4\%NaL + 0,2\%NaP$$

$$T_3 = 1,0$$

$$\text{Como } T_3 < X^2(0,95, 3 \text{ g.l}) = 7,81$$

Por lo tanto se acepta la H_p, es decir, los cuatro tratamientos presentan un sabor similar.

Cuarta semana.

Producto : Carne de res				
Atributo : Sabor, cuarta semana				
Panelista	TRATAMIENTOS			
	T _A	T _B	T _C	T _D
1	3(2)	2(1)		
2			4(1,5)	4(1,5)
3	3(1)		4(2)	
4		4(2)		3(1)
5	3(1)			4(2)
6		3(1)	4(2)	
Rango	4,000	4,000	5,500	4,500
Promedio	3,000	3,000	4,000	3,667

$$T_A = 3\%NaL + 0,1\%NaP$$

$$T_B = 3\%NaL + 0,2\%NaP$$

$$T_C = 4\%NaL + 0,1\%NaP$$

$$T_D = 4\%NaL + 0,2\%NaP$$

$$T_3 = 1,5$$

$$\text{Como } T_3 < X^2(0,95, 3 \text{ g.l}) = 7,81$$

Por lo tanto se acepta la H_p, es decir, los cuatro tratamientos presentan un sabor similar.

A - XII. Análisis de varianza del recuento total de microorganismos aerobios viables en el día 0 (inicial) en la mezcla. Primera semana.

Fuente de Variabilidad	D.F	S.C	C.M	Fcal.	Ftab.	Sig.
Tratamiento	3	0,10594	0,03531	403,57	6,59	
Error	4	0,00035	0,00009			
Total	7	0,10629				aa

R.S	C.V	RMSE	Media
0,99671	0,22601	0,00935	4,139

Cuarta semana (día 33).

Fuente de Variabilidad	D.F	S.C	C.M	Fcal.	Ftab.	Sig.
Tratamiento	3	0,08080	0,02693	538,67	6,59	
Error	4	0,00020	0,00005			
Total	7	0,08100				aa

R.S	C.V	RMSE	Media
0,99753	0,16126	0,00707	4,385

aa = altamente significativo.