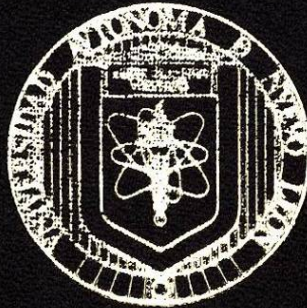


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



CONSERVACION DE CARNE DE RES POR
MEDIO DE BACTERIAS ACIDOLACTICAS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTA:

ERIKA SUSANA GONZALEZ RODRIGUEZ

MARIN, N. L.

MARZO DE 1997

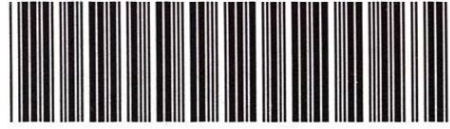
T

TP371

.44

G6

C.1



1080072033

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



CONSERVACION DE CARNE DE RES POR
MEDIO DE BACTERIAS ACIDOLACTICAS

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTA:

ERIKA SUSANA GONZALEZ RODRIGUEZ

MARIN, N. L.

MARZO DE 1997

12786

5337

BIBLIOTECA Agronomía U.A.N.L.

X
TP374
44
56

040.664
F72
1997
C5



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**CONSERVACION DE CARNE DE RES POR MEDIO DE BACTERIAS
ACIDOLACTICAS**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO
EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

PRESENTA

ERIKA SUSANA GONZALEZ RODRIGUEZ

COMISION REVISORA



**Ph.D. RIGOBERTO GONZALEZ
GONZALEZ.**

Asesor Principal



**Dr. MARIO A. RAMIREZ
DE LA GARZA.**

Asesor Estadístico

DEDICATORIAS

**A MIS PADRES: Rafael Enrique González Robledo.
Silvia Rodríguez González.**

**A quienes les agradezco la educación que me dieron, en base a
esfuerzos y sacrificios y sobre todo el amor que dan día a día.**

A MIS HERMANAS: Zarahi, Viviana y Sheila por el amor que nos une.

A MI NOVIO: Mauricio Ortíz Vázquez.

**Que es muy importante en mi vida, ya que siempre me brinda
su comprensión, su animo, su ternura y sobre todo su amor.**

**A MIS AMIGAS: Adriana L. Lozano Carrillo.
Juanita Aranda Ruíz.
Luz María Garza Hernández.**

**A quienes les agradezco su amistad incondicional y sincera y
sobre todo su ayuda en la elaboración del presente trabajo.**

AGRADECIMIENTOS

A DIOS NUESTRO SEÑOR: Por darme la vida y la oportunidad de finalizar el presente trabajo y cumplir una de mis metas .

A MI ABUELA Y A MI TIOS: Benita Robledo González.
José E. González Robledo.
Rosa María Rodríguez Gutiérrez.

A quienes les doy las gracias por su interés en ver a una de sus nietas y sobrinas realizar uno de sus sueños, el ser alguien, todo un Ing. en Alimentos.

A MIS ASESORES: Ph.D. Rigoberto González González.
Dr. Mario Alberto Ramírez de la Garza.

Por su valiosa colaboración, dedicación, apoyo y orientación incondicional en la realización del presente trabajo y a lo largo de mi formación profesional.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS: Por todos los momentos compartidos a lo largo de mi carrera profesional.

A MIS MAESTROS:

Por su interés en la formación de profesionales capaces de enfrentar los retos que se presentan día a día en su vida como ser humano.

AL PERSONAL QUE COLABORA EN LA FACULTAD DE AGRONOMIA Y EL CECyT (Marin, N.L.)

INDICE

I..INTRODUCCION.....	1
II. LITERATURA REVISADA.....	3
2.1. BACTERIAS ACIDOLACTICAS.....	3
2.1.1. Historia.....	3
2.1.2. Fermentación.....	4
2.1.3. Usos generales.....	6
2.1.4. Características generales de las bacterias acidolácticas.....	7
2.1.5. Características individuales de las bacterias acidolácticas.....	9
2.2. FACTORES INTRINSECOS Y EXTRINSECOS QUE INFLUYEN EN EL CRECIMIENTO DE LOS MICROORGANISMOS.....	11
2.2.1. Factores intrínsecos.....	12
2.2.1.1. pH.....	12
2.2.1.2. Contenido de humedad.....	12
2.2.1.3. Potencial de oxido reducción (Redox = Eh).....	13
2.2.1.4. Contenido de nutrientes.....	14
2.2.1.5. Constituyentes antimicrobianos.....	15
2.2.1.6. Estructuras biológicas.....	15
2.2.2. Factores extrínsecos.....	15
2.2.2.1. Temperatura de conservación.....	16
2.2.2.2. Humedad relativa del ambiente (H.R.).....	16
2.2.2.3. Presencia y concentración de gases en el ambiente.....	17

2.3. CARNE DE RES.....	17
2.3.1. Composición química de la carne.....	18
2.4. ALTERACION MICROBIANA DE LA CARNE.....	18
2.4.1. Microorganismos de la carne.....	19
2.4.2. Síntomas de alteración.....	20
2.4.3. Factores que influyen la actividad microbiana en la carne	22
2.5. CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS DE LA CARNE FRESCA..	23
2.5.1. Color.....	24
2.5.2. Capacidad de retención de agua.....	24
2.5.3. Olor y sabor.....	25
2.5.4. Aroma.....	26
2.5.5. Textura y dureza.....	26
2.5.6. Jugosidad.....	27
2.6. METODOS DE ALMACENAMIENTO Y CONSERVACION DE LA CARNE.....	27
2.6.1. Control de temperatura.....	28
2.6.1.1. Refrigeración.....	28
2.6.1.2. Congelación.....	29
2.6.1.3. Pasteurización.....	30
2.6.1.4. Esterilización.....	30
2.6.2. Control de humedad.....	31
2.6.2.1. Deshidratación.....	31

2.6.2.2. Liofilización.....	32
2.6.2.3. Curado.....	32
2.6.3. Control de inhibición microbiana directa.....	33
2.6.3.1. Radiaciones ionizantes.....	33
2.6.3.2. Antibióticos.....	34
2.6.3.4. Conservadores químicos.....	34
2.6.4. Envasado de carne fresca, utilizando vacío como método de conservación.....	35
2.6.4.1. Alteración de las carnes envasadas al vacío.....	36
III.- MATERIALES Y METODOS.....	37
3.1. Material y equipo utilizado.....	37
3.2. Aislamiento de bacterias lácticas.....	38
3.3. Desarrollo del experimento.....	40
3.3.1. Preparación de la carne.....	40
3.3.2. Preparación de los cultivos bacterianos.....	40
3.3.3. Empaque las muestras de carne.....	40
3.3.4. Inoculación de la carne.....	41
3.3.5. Distribución de los tratamientos.....	42
IV.- RESULTADOS.....	43
4.1. pH.....	44
4.2. Olor (carne cruda).....	46
4.3. Color (exudado).....	48

4.4. Color (carne cruda).....	51
4.5. Olor (carne cocida).....	54
4.6. Color (carne cocida).....	56
4.7. Textura (carne cocida).....	58
4.8. Apariencia (carne cocida).....	60
V.- DISCUSIONES.....	62
VI.- CONCLUSIONES.....	64
VII.-RECOMENDACIONES.....	68
VIII.-RESUMEN.....	69
IX.- BIBLIOGRAFIA.....	71
X.- INDICE DE CUADROS.....	v
XI.- INDICE DE FIGURAS.....	vi

BIBLIOTECA A ron msa U A.M.

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tipos de fermentación.....	5
Cuadro 2. Distribución principal del género Lactobacillus.....	8
Cuadro 3. Distribución principal del género Streptococcus.....	9
Cuadro 4. Distribución de los microorganismos en base a su temperatura de crecimiento.....	16
Cuadro 5. Composición del medio de cultivo “agar láctico”.....	39
Cuadro 6. Distribución de los tratamientos utilizados en el experimento y las variables a medir.....	41

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Efecto de diferentes tratamientos sobre el pH de la carne cruda.....	45
Figura 2. Efecto de diferentes tratamientos sobre el olor de la carne cruda.....	47
Figura 3. Efecto de diferentes tratamientos sobre el color del exudado de la carne cruda	50
Figura 4. Efecto de diferentes tratamientos sobre el color de la carne cruda.....	53
Figura 5. Efecto de diferentes tratamientos sobre el olor de la carne cocida.....	55
Figura 6. Efecto de diferentes tratamientos sobre el color de la carne cocida.....	57
Figura 7. Efecto de diferentes tratamientos sobre la textura de la carne cocida.....	59
Figura 8. Efecto de diferentes tratamientos sobre la apariencia de la carne cocida.....	61

I. INTRODUCCION

Al inicio del siglo XX , E. Buchner y J. Meissenheimer mostraron que la fermentación láctica era un proceso enzimático, al igual que la fermentación alcohólica; sin embargo la fermentación láctica no solo se produce en la naturaleza como consecuencia del metabolismo bacteriano, sino que también se encuentra en el metabolismo anaerobio en la musculatura del hombre y de los animales, necesitando en ambos casos fuente de energía que por lo general proviene de la glucosa.

En la actualidad el uso de bacterias acidolácticas en la fermentación ha tenido un mayor auge en diversas ramas de la industria de los alimentos. La industria láctea se dedica a la elaboración de quesos, leche ácida, quesos madurados, yogurth, etc; donde las bacterias acidolácticas degradan los azúcares hasta ácido láctico provocandose la acidificación de la leche.

Investigaciones recientes en los Estados Unidos de Norteamérica revelaron otra importancia de las bacterias lácticas; su propiedad anticarcinogénica en productos fermentados con lactobacilos como por ejemplo: yogurth, el cual reduce el riesgo de adquirir cáncer en el colon en algunos animales y humanos.

El creciente aumento de la población mundial y la necesidad de elevar el nivel de vida han provocado la producción de más carne de mejor calidad y el desarrollo de métodos más eficaces de conservación.

En base a lo anterior surge la inquietud de encontrar una nueva aplicación de las bacterias acidolácticas; utilizandolas como conservadoras de las propiedades organolépticas de la carne fresca como lo son: su color, olor, blandura, textura, jugosidad, etc.

El anterior objetivo es la base principal de la presente investigación; en la cual se utilizaron cinco tipos de bacterias lácticas y un testigo: *Streptococcus cremoris*, *Streptococcus lactis*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*. Los cultivos microbianos de 24 horas se utilizaron para inocular carne de res la cual se conservó en empaques normales al vacío y sin vacío.

II. LITERATURA REVISADA

2.1 Bacterias acidolácticas

2.1.1 HISTORIA

El producto de la fermentación de los azúcares, principalmente la glucosa, es producido por la habilidad de las bacterias lácticas de transformar el azúcar en ácido láctico; el cual fué descubierto por C.W. Scheele en 1780; éste producto lo obtuvo apartir de leche ácida y más tarde apartir de lactosa mediante tratamiento con ácido nítrico.

Unos años después en 1847, C. Blondeau probó que el ácido láctico se formaba durante la fermentación; y en 1857 Louis Pasteur concluyó lo anterior demostrando que la fermentación era realizada por una bacteria, la cual fué estudiada por J. Lister en 1878 y la clasificó como una bacteria globulosa; denominada *Bacterium lactis*, la cual ejerce un papel importante en la acidificación espontánea de la leche; de productos alimenticios y similares. (Hansen, 1959)

Las lactobacterias utilizadas en la presente investigación pertenecen a la familia Lactobacillaceae, la cual desempeña un papel fundamental en la producción láctea. Su importancia se debe entre otras a: la producción de ácido láctico y el descenso de pH; que además de participar en la producción de las sustancias alimentarias, tiene una acción inhibidora sobre las bacterias de la putrefacción en medio ácido, compitiendo con otros tipos de bacterias.

Por ésta misma razón, pretendemos utilizar el ácido láctico de las bacterias lácticas como conservador en la carne de res. Estas bacterias son acidófilas y

producen enzimas que participan en la degradación de las proteínas, principalmente en productos lácteos, como en quesos madurados.(Foster, 1968)

Las bacterias ácido lácticas se encuentran ampliamente distribuidas, algunas las podemos encontrar en algunas plantas vegetales, en las mucosas salivales y en el canal intestinal del hombre y algunos animales: también en ciertos alimentos y se sospecha sean formas de transición de las bacterias patógenas acidógenas. Hoy en día las bacterias acidolácticas son utilizadas beneficiosamente en el control médico de la intolerancia a la lactosa, colesterol y la actividad anticarcinogénica, mediante la preinscripción médica del consumo de productos lácteos como el yogurth, quesos, etc. (Jay, 1994)

2.1.2 FERMENTACION

El concepto de fermentación es conocido desde tiempos antaños; y se define como un proceso metabólico en el cual se registran cambios químicos en un sustrato orgánico por medio de la actividad de enzimas producidos por microorganismos. (Jay, 1994)

Dentro de éste proceso, existen diversos tipos de fermentaciones; los más importantes a nivel industrial son: Las fermentaciones anoxidativas las cuales se caracterizan por la sustitución del oxígeno como aceptador de electrones por otras sustancias como ; aldehídos, carbohidratos, ácidos, etc. Y las fermentaciones oxidativas, que como su nombre lo indica, es esencial que el oxígeno participe como aceptador de electrones en la degradación de los carbohidratos, para que se lleve acabo la oxidación.

El cuadro siguiente muestra algunos ejemplos de éstos tipos de fermentación.
(Hansen, 1959)

Cuadro 1 Tipos de Fermentación.

FERMENTACIONES ANOXIDATIVAS	Fermentación alcohólica Fermentación láctica Fermentación propiónica Fermentación butírica.
FERMENTACIONES OXIDATIVAS	Fermentación acética. Fermentación cítrica Fermentación fumárica Fermentación oxálica.

El tipo de fermentación que se llevó acabo en la carne de res por las bacterias acidolácticas, en éste trabajo pertenece al de fermentación anoxidativa; la cuál cuenta con subtipos que desempeñan un papel importante en la industria de los alimentos y derivados, como por ejemplo: la fermentación alcohólica y la láctica, en el caso de la fermentación láctica, consiste en la transformación de los azúcares a ácido láctico, más específicamente la glucosa hasta ácido pirúvico, el cual es hidrogenado a ácido láctico por medio de la enzima lactato deshidrogenasa (LDH) de las bacterias lácticas

Como en la fermentación alcohólica, en la fermentación láctica se obtiene energía apartir de 2 moléculas sobrantes de ácido adenosín-trifosfato (ATP), rico en energía. (Hansen, 1959)

Otro dato importante de las bacterias acidolácticas, es saber el tipo de ácido láctico que forman; ya que éste contiene un átomo de carbono asimétrico y por lo tanto puede producir diferentes isómeros que pueden ser: ácido láctico dextrógiro, levógiro u ópticamente inactivo; ésto es importante, ya que de ellos depende el identificar con mayor rapidez el tipo de bacteria láctica que se está desarrollando en un medio específico.

Las bacterias acidolácticas utilizadas en la industria en general, actúan como microorganismos fermentadores capaces de degradar las hexosas (glucosa, fructuosa, galactosa, etc.) en ácido láctico en un medio anaeróbico, proceso conocido con el nombre de glucólisis anaeróbica (fermentación) o bien ruta de Embden Meyerhof. (Forrest, **et.al.** 1979)

2.1.3 USOS GENERALES

Las bacterias acidolácticas son de gran importancia y se utilizan en los procesos de acidificación de leche, indispensables en la fabricación de yogurth, quesos, quesos madurados, leche fermentada, mantequilla, etc. Además de su gran importancia en la industria de los alimentos; como por ejemplo en la manufactura de productos cárnicos y productos marinos (embutidos, jamones curados etc.); en la producción de bebidas alcohólicas y productos afines (cerveza, vino, vinagre, etc.). Además son de gran importancia en la fabricación de sauerkraut (col agria), encurtidos, y en la industria panificadora. (Jay, 1994)

Recientemente las bacterias acidolácticas se están utilizando en la producción de enzimas proteolíticas. (Jay, 1994)

Después de mencionar los diversos usos benéficos de las bacterias acidolácticas en la industria de los alimentos y afines, pretenderemos investigar si éstos microorganismos pueden ejercer un poder conservador en un producto altamente perecedero como lo es la carne de res; la cuál está muy propensa al ataque microbiano, debido a su composición y a su obtención. Debido a que no existen referencias de la acción conservadora se llevó acabo la investigación.

2.1.4 CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS BACTERIAS ACIDOLACTICAS

Según S.Orla-Jansen en 1943 en su investigación sobre las bacterias acidolácticas, aportó las siguientes características: Son formadoras de ácido láctico, todas las bacterias acidolácticas son gram positivas, presentan la propiedad de ser anaeróbias facultativas ó microaerofilicos, desarrollan poco crecimiento en la superficie de los medios, requieren necesidades de nurtición muy complejas, donde el medio debe aportar una combinación compleja de aminoácidos y factores de crecimiento, esencialmente de vitamina B, carecen de catalasa y no reducen el nitrato.

Las bacterias acidolácticas se clasifican en base a la producción de ácido láctico en: homofermentativas; las cuales únicamente producen ácido láctico; y heterofermentativas; que además de ácido láctico, también forman otros ácidos y hasta en ocasiones gases.(Hansen, 1959.)

En el cuadro 2 y cuadro 3, se muestra la clasificación de las bacterias acidolácticas. (Hernández, 1995)

Cuadro 2. Distribución principal del género *Lactobacillus*.

FAMILIA	GÉNERO	GRUPOS	SUBRUPOS	ESPECIE
Lactobacillaceae	Lactobacillus	Heterofermentativos	Mesófilos	L. brevis. L. reuteri.
			Termófilos	L. fermentum. L. cellobiosus.
		Homofermentativos	Mesófilos	L. casei. L. plantarum.
			Termófilos	L. acidóphilus, L. láctis. L. bulgaricus.

Cuadro 3. Distribución principal del género Streptococcus.

FAMILIA	GÉNERO	GRUPOS	SUBGRUPOS	ESPECIE
Streptococaceae	Streptococcus	Homrofermentativos	Mesófilos	S. láctis.
			Mesófilos-Termófilos	S. faecium.
			Termófilos	S. termóphilus.
	Leuconostoc	Heterofermentativos	Mesófilos	Leuc. crémolis. Leuc. láctis. Leuc. mesenteroides. Leuc. dectranicum.
		Homofermentativos.	Termófilos	Ped. pentosaceus.
Mesófilos			Ped. acidoláctic.	

2.1.5 CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LAS BACTERIAS ACIDOLACTICAS

Streptococcus láctis. - Son bacterias esféricas, generalmente ovales que miden aproximadamente 0.5 x 1.0 micrómetros y se presentan en parejas cadenas cortas, aunque ésta característica puede tener sus excepciones, ya que las cadenas pueden alargarse dependiendo del tipo de sustrato en que se desarrolle como por ejemplo en caldo nutritivo. El rango de temperatura es que se desarrollan éstos microorganismos es de 5°C a 40°C, registrándose una temperatura óptima de crecimiento de 25°C. Esta lactobacteria frecuentemente se encuentra en la leche en un 62% y representa el mayor porcentaje de los microorganismos totales.

Puede producir del 0.5 al 0.7% de ácido láctico disminuyendo el pH de la leche de 6.6 a 4.5 provocando su coagulación.

Streptococcus cremoris.- Estas lactobacterias se presentan en largas cadenas y se caracterizan principalmente por no fermentar la maltosa y la dextrina; además éstos microorganismos no crecen en temperaturas mayores de 40°C, se encuentran presentes en la leche, aunque en menor proporción que *S.láctis*. Ocupando el 70% de la capacidad de fermentación, y por lo que es utilizada en la fabricación de iniciadores de la acidificación.

Lactobacillus acidophilus.- Esta especie, se caracteriza morfológicamente por ser bacilos de un tamaño homogéneo de 2 a 6 micras de largo y algunas veces de extremos redondeados, además éstos microorganismos pueden formar cadenas cortas o bien permanecer aislados y se desarrollan en un rango de temperatura de 43°C a 48°C; siendo 37°C la óptima y 20°C la mínima. Generalmente se encuentran en el aparato intestinal de los niños y fermentan la sacarosa, y la rafinosa.

Lactobacillus bulgáricus .- Se distinguen por ser bacilos que presentan gránulos de voluntina; y por lo cual se le conoce como “bacterias granulosas”, miden de 2 a 6 micras de largo y se encuentran aisladas o en cadenas. Estas lactobacterias presentan un desarrollo óptimo a temperaturas de 40°C a 45°C; desarrollandose desde los 22°C hasta los 52°C. La mayor utilización de ésta especie es en la fabricación de yogurth y de leche agria.

Lactobacillus plantarum.- Morfológicamente se diferencia de otras especies, por ser bacilos de dimensiones pequeñas, que van de 0.8-1.0 x 3-8 micras. La temperatura óptima de crecimiento es de 34°C a 37°C. Se presentan en forma aislada o en cadenas cortas; por lo regular se encuentran presentes en la naturaleza, en los vegetales; desarrollando la acidificación espontánea de muchos productos agrícolas. *L. plantarum* se caracteriza por la formación de un compuesto llamado acetilcolina, al cual le debe que se identifique rápidamente en las fermentaciones, de pepinillos en vinagre, sauerkraut y similares. (Hansen, 1959)

2.2 Factores intrínsecos y extrínsecos que influyen en el crecimiento de los microorganismos.

Los tejidos vegetales y animales desempeñan un papel fundamental en la nutrición de los humanos, por eso han desarrollado mecanismos de conservación que evitan o retardan las alteraciones por efecto de los microorganismos en los alimentos.

Los factores intrínsecos son los que forman parte integral de los tejidos animales y vegetales y ayudan a su conservación. Mientras que los factores extrínsecos son los que dependen de las características del ambiente donde se almacenan los alimentos y controlan los microorganismos que se encuentran en ellos. (Jay, 1994)

2.2.1 a).- FACTORES INTRINSECOS.-

Los factores intrínsecos, incluyen el pH, contenido de humedad, potencial óxido - reducción (redox), contenido de nutrientes, constituyentes antimicrobianos, y estructuras biológicas. A continuación se describen cada una de ellas.

2.2.1.1 pH.-

El desarrollo óptimo de los microorganismos se registra en valores de pH alrededor de 7.0 entre rangos de 6.6 a 7.5, aunque hay microorganismos que crecen a pH extremos como las bacterias acidolácticas que se desarrollan a pH de 4.0.

Algunos productos alimenticios poseen acidez intrínseca, es decir que forma parte de la constitución del alimento y otros la poseen mediante las actividades de determinados microorganismos, éste tipo de acidez es conocida con el nombre de acidez biológica, que es la que se presenta en alimentos como: leche fermentada, col fermentada (sauerkraut), y los encurtidos. (Jay, 1994)

2.2.1.2 Contenido de humedad.-

En la actualidad, éste parámetro se expresa en términos de actividad de agua (aw); en el cuál refleja las necesidades de agua de los microorganismos y se define como la relación existente entre la presión de vapor de agua del sustrato alimenticio y la presión de agua pura a la misma temperatura es decir $aw = P/P_0$; donde la P se conoce como la presión de vapor de la solución y P_0 , como la presión de vapor del solvente (generalmente agua).

El a_w de la mayor parte de los alimentos frescos es de 0.99, por lo cual son altamente vulnerables al ataque microbiano (bacterias, levaduras, mohos, etc.); La mayoría de las bacterias que alteran los alimentos, se desarrollan a valores de a_w superiores a 0.91; pero existen otros microorganismos que crecen en valores de a_w más bajos de 0.70 a 0.80, como los mohos y las levaduras; sin embargo éstos valores están sujetos a modificaciones, que pueden surgir de la relación entre a_w , con la temperatura, y la nutrición en que se desarrollan los microorganismos. (Jay, 1994)

2.2.1.3 Potencial de oxido-reducción (Redox = Eh).-

El potencial de óxido reducción (Redox) se expresa en milivoltios (mv) y se define como la facilidad del sustrato de ganar o perder electrones. Cuando un compuesto y/o elemento pierde electrones se dice que se oxida, y cuando gana se reduce.

El potencial redox de un sistema, es esencial para el crecimiento de los microorganismos aeróbios y anaeróbios, los aeróbios necesitan valores positivos de Potencial Redox (oxidados), mientras que los microorganismos anaeróbios necesitan valores negativos de Potencial Redox (reducidos).

Los requerimientos anteriores no son estrictos en los microorganismos, ya que existen bacterias aeróbicas que necesitan condiciones ligeramente reducidas para poder crecer, como es el caso de las bacterias microaerofílicas, un ejemplo de éstas son los lactobacilos y los estreptococos, que son de interés en ésta investigación. En otro caso existen bacterias que tienen la posibilidad de desarrollarse en presencia de oxígeno o sin él y se les conoce como bacterias facultativas.

Existen sustancias en los alimentos que favorecen el mantenimiento de las condiciones reductoras como los grupos sulfhidrilo (-SH), en las carnes y el ácido ascórbico y azúcares reductores en frutas y hortalizas.

Frazier en 1968, aportó las características que determinan el potencial redox de un alimento y son las siguientes: El potencial redox, propio del alimento, la capacidad de equilibrio del alimento, más claramente la resistencia del mismo a cambiar de potencial, la tensión de oxígeno en la atmósfera existente, alrededor del alimento, el acceso que tiene la atmósfera hasta el alimento.

La carencia o presencia de cantidades apropiadas de agentes oxidantes y/o reductores en un medio específico, refleja un importante valor, tanto para el crecimiento como para la actividad desempeñada por los microorganismos en el medio. (Jay, 1994)

2.2.1.4 Contenido de nutrientes.-

Los microorganismos de importancia en los alimentos, requieren de distintos factores para multiplicarse y desarrollarse fisiológicamente. El agua es esencial para el desarrollo de bacterias, levaduras y mohos. La fuente de energía se suplementa con azúcares, alcoholes y aminoácidos. La fuente de nitrógeno proviene de aminoácidos entre otros compuestos. La presencia de vitaminas y factores de crecimiento pueden favorecer el desarrollo de microorganismos, al igual que las sales minerales.

(Jay. 1994)

2.2.1.5 Constituyentes antimicrobianos.-

La actividad antimicrobiana que se registra en algunos alimentos, se debe al contenido de sustancias naturales , presentes en los mismos, como por ejemplo: aceites esenciales como, el eugenol en el clavo, alicina en el ajo, timol en el orégano, lactoferrina, conglutina y lactoperoxidasa en leche de vaca, caseína y ciertos ácidos grasos en leche, derivados de ácido hidroxicinámico (ácido caféico, ferúlico, etc.)en las frutas, hortalizas y melazas. (Jay, 1994)

2.2.1.6 Estructuras biológicas.-

La más conocida es la envoltura natural de algunos alimentos, la cual desempeña una función de protección en contra de los microorganismos que los alteren; ésta clase de envoltura se encuentra en diferentes alimentos como: la testa de las semillas, tegumento externo de las frutas (piel), la cáscara de algunos frutos, la piel de los animales, y la cáscara de los huevos. (Jay, 1994)

2.2.2 FACTORES EXTRINSECOS.-

Los factores extrínsecos incluyen la temperatura de conservación, la humedad relativa del ambiente y la presencia y concentración de gases en el ambiente.

2.2.2.1 Temperatura de conservacion.-

La temperatura de conservación es un factor que influye en la alteración de los alimentos , ya que los microorganismos crecen en una escala muy amplia de temperatura; por lo que nos hemos visto en la necesidad de agruparlos en base a ésta y son las siguientes; según el cuadro 4.

MICROORGANISMOS	RANGO DE TEMPERATURA	BACTERIAS
* Psicrófilos	(De 7°C a 30°C)	Pseudomonas y flavobacterium.
* Mesófilos	(De 20°C a 40°C)	Salmonella y coliformes.
* Termófilos	(De 45°C a 65°C)	Staphylococcus y lactobacillus.
* Termodúricos	(Mayor de 65°C)	Clostridium spp.

2.2.2.2 Humedad relativa del ambiente (H.R.).-

Este factor está sumamente ligado con la temperatura de almacenamiento de los alimentos, ya que de ésta depende la reacción de la humedad relativa en los mismos, como por ejemplo: cuando más elevada está la temperatura, tanto más baja es la humedad relativa; éstas condiciones provocan que los alimentos sufran efectos de desecación lo cual los hace indeseable y por el contrario a menor temperatura de almacenamiento, mayor es la humedad relativa, lo cual favorece la alteración de algunos alimentos principalmente las carnes, las cuales contiene una flora bacteriana

esencialmente aeróbica. Para mantener la calidad de los alimentos es necesario conservar una humedad relativa del ambiente baja. (Forrest, **et.al.** 1979)

2.2.2.3 Presencia y concentración de gases en el ambiente.-

Desde la década de los 30's, el uso de atmósferas de (CO₂), tuvo un gran auge en la transportación de carne, ya que prolongaba su vida de anaquel. En la actualidad éste uso es más intenso, ya que no solamente utilizan dióxido de carbono (CO₂), sino también ozono (O₃), en una infinidad de alimentos; el primero es utilizado en atmósferas controladas con una concentración de hasta un 10% y se aplica en forma mecánica o bien utilizando hielo seco sólido.

Tanto el (CO₂) como el (O₃) son eficaces para retardar la alteración microbiana superficial de la carne sometidos a un almacenaje de larga duración. (Jay, 1994)

2.3 Carne de res como alimento.-

Es importante mencionar, que la carne es uno de los alimentos de origen animal, más nutritivos de los consumidos por el hombre, debido a su contenido proteínico de gran calidad, así como también a las grandes cantidades de minerales esenciales y vitaminas del grupo B, especialmente la vitamina B₁₂; por lo cual se consideran esenciales en el desarrollo mental e intelectual del ser humano. (Lawrie, 1977)

2.3.1 COMPOSICION QUIMICA DE LA CARNE.-.

La composición química de la carne puede variar dependiendo de la naturaleza y propiedades de la misma; generalmente se compone del 75% de agua, 18% de proteína, 3.5% de sustancias no protéicas solubles y 3.0% de grasa.

(Lawrie, 1977)

2.4 Alteración microbiana de la carne.-

La carne y sus productos derivados, son alimentos demasiado propensos a la alteración, debido a sus constituyentes, por lo tanto todas las operaciones de procesado deben manejarse eficientemente. El no aplicar las medidas de control de calidad, como se debe en cualquier operación de procesado, aumentará la velocidad y la extensión de los cambios alterativos en la carne, los cuales la llevan al deterioro y finalmente a la putrefacción de la misma.

Entre los cambios alterativos, se incluyen los debidos a los microorganismos que alteran la carne por medio de infecciones provocadas al animal en vivo, (contaminación endógena) ya sea por bacterias, mohos, levaduras, insectos, enzimas endógenos, etc.

Otros cambios son debidos a la (contaminación exógena), la cual se debe a la invasión post-mortem, desde la manipulación, procesado, almacenamiento, y distribución de la carne; también se puede contaminar, por medio del contacto con la piel, extremidades, polvo, estiércol, y con las vísceras durante el proceso de

carnización; otra fuente potencial de contaminación, es el equipo utilizado en cada operación durante el proceso de carnización. (Forrest, et.al. 1979)

2.4.1 MICROORGANISMOS DE LA CARNE.-

Frecuentemente los microorganismos encontrados en la carne, son bacterias y hongos, y dentro de éstos se encuentran levaduras y mohos.

En cuanto a las bacterias, son microorganismos unicelulares y de morfología diversa. unas son en forma de bastones y otras son esféricas, los cuales pueden unirse y formar cadenas. Existen bacterias pigmentadas con colores intermedios, tales como: naranja, rojo, azul, verde, púrpura, las cuales son las causantes de las coloraciones anormales en la superficie de la carne y del enverdecimiento de los embutidos.

El crecimiento de las bacterias inicia después de un prolongado tiempo en refrigeración, manifestándose por la aparición de viscosidad en la superficie de la carne.

En caso de que la temperatura interna de la carne no descienda hasta alcanzar la temperatura de refrigeración, la alteración que se presentaría sería por bacterias de procedencia interna como por ejemplo: *Clostridium perfringes*, y los géneros de la familia Enterobacteriaceae.

La alteración de la carne fresca en su presentación (picada-molida), se debe a la presencia de bacterias de los siguientes géneros: *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Moraxella* y *Aeromonas*, siendo las primeras dos las más peligrosas para la salud del ser humano. Respecto a la alteración por hongos, es común encontrarlos en las canales vacunas y los más frecuentes son: *Thamnidium*, *Múcor*, y *Rhizopus*, los cuales se caracterizan por la formación de barbas (hilos), en la carne. También se presentan otros géneros de hongos con características diferentes como los siguientes: *Cladosporium*, *Sporotrichum* y *Penicilium*; los cuales producen respectivamente coloraciones negras, blancas y azul-verdosas en la carne, siempre y cuando ésta se encuentre refrigerada a una temperatura superior de -5°C .

En cuanto a las levaduras, son microorganismos que se encuentran principalmente en la carne picada alterada en refrigeración a temperaturas bajas, los géneros más abundantes en las carnes son: *Cándida lipolytica* y *Rhodotula*.

(Hansen, 1959)

2.4.2 SINTOMAS DE ALTERACION.-

Los microorganismos al satisfacer sus necesidades de nutrición, modifican la estructura de la carne, ya sea de forma perjudicial o favorable; generalmente son cambios perjudiciales, como por ejemplo, la producción de toxinas, las cuales podrían ser letales para el consumidor.

La alteración causada por los microorganismos, depende de diversos factores como; la disponibilidad de oxígeno, el tipo de microorganismo, temperatura de almacenamiento de la carne, etc. A continuación se describen los síntomas de alteración de la carne causada por bacterias, levaduras y mohos.

Las bacterias en presencia de oxígeno se caracterizan por causar limo en la superficie de la carne, cambio de coloración, producción de olores y sabores desagradables y descomposición de grasa.

Las levaduras en presencia de oxígeno forman limo en la superficie, cambios de coloración y olores y sabores desagradables.

Los mohos, en presencia de oxígeno originan una superficie viscosa y vellosa, cambios de coloración, olores y sabores desagradables y descomposición de la grasa.

Las bacterias en ausencia de oxígeno se caracterizan por causar la putrefacción, acompañada de olores desagradables, producción de gases y agriado.
(Lawrie, 1977)

Los olores pútridos o desagradables en las carnes, se deben principalmente a la descomposición de las proteínas y aminoácidos, produciendo compuestos de olor desagradable tales como: amoníaco, indol, ácido sulfúrico, aminas, etc; también se deben a la acción de los gérmenes anaeróbios, y los olores ácidos se deben a la descomposición de los azúcares y otras moléculas presentes en la carne.
(Hansen, 1959)

2.4.3 FACTORES QUE INFLUENCIAN LA ACTIVIDAD MICROBIANA EN LA CARNE.-

Los microorganismos que alteran la carne requieren de condiciones específicas para su crecimiento como; la temperatura, humedad relativa, pH, potencial redox, composición de la atmósfera y en cierto grado el estado físico de la carne. A continuación se da una breve descripción de cada condición.

La temperatura influye en el tipo, velocidad y profundidad de la actividad microbiana desarrollada en la carne; la temperatura óptima de crecimiento está en un rango de 15°C a 40°C, siendo la mínima de 0°C y la máxima supera los 100°C.

La humedad relativa, depende del ambiente de los locales de refrigeración y almacenamiento, cuando la humedad es baja se produce una desecación en la superficie de la carne, y cuando es alta se presenta una sudoración, la cual provoca el desarrollo microbiano. (Lawrie, 1977)

El pH, es importante en la conservación de la carne y su valor se encuentra en un rango de 5.4 a 5.6; el cual favorece el crecimiento de mohos, levaduras y bacterias acidolácticas, específicamente éstas bacterias se desarrollan en valores de pH óptimos de 5.6 a 6.0. (Forrest, **et. al.** 1979)

El potencial óxido-reducción (redox); si el potencial redox es oxidante, favorecerá el crecimiento microbiano aeróbico en la carne, pero si es reductor favorecerá el crecimiento anaeróbico.

La atmósfera que rodea la carne, puede disponer de oxígeno o prescindir de él, si ésta se encuentra envuelta con materiales impermeables crecerán microorganismos que toleran menores cantidades de oxígeno, pero si la carne está envuelta en materiales permeables crecerán microorganismos aeróbios.

(Lawrie, 1977)

El estado físico de la carne, influye de manera importante en la actividad microbiana y la velocidad de alteración de éste alimento. Se ha comprobado que los dos factores mencionados se incrementan a medida que se reducen los cortes de carne, el corte más afectado es la carne picada.

Las causas que contribuyen al incremento de la actividad microbiana y la velocidad de alteración de la carne son: La mayor área superficial expuesta al ambiente, el tiempo y el contacto con fuentes de contaminación como, sierras, cuchillos, etc., la disponibilidad de agua y nutrientes. (Lawrie, 1977)

2.5 Características organolépticas de la carne fresca.

La carne fresca, se define como aquella que ha sufrido una transformación, tanto química como física, después del sacrificio del animal, sin haber sido conservada de ninguna manera. Es un alimento nutritivo, que cuenta con propiedades organolépticas que pueden ser detectadas por el hombre antes o después del cocinado.

Las características organolépticas más importantes de la carne fresca son: el color, la capacidad de retención de agua, olor y sabor, aroma, textura y dureza y jugosidad. Estas influyen en la presentación estética de la carne haciendola atractiva o desagradable (Rodríguez, 1993)

2.5.1 COLOR.-

El color, es un factor que refleja la apariencia de un alimento, haciendolo agradable, a la vista y por consecuencia a su consumo.

Los factores más importantes que influyen en el color de la carne, son los pigmentos musculares (hemoglobina de la sangre y la mioglobulina del músculo), la estructura y la textura de los músculos.

Las principales diferencias observadas en el color de la superficie de la carne, se debe al estado químico de la molécula de mioglobulina. (Nuñez, 1985)

2.5.2 CAPACIDAD DE RETENCION DE AGUA.-

La aplicación de fuerzas externas (cortado, molido, picado, etc.) a la carne, provoca la aparición de la capacidad de retención de agua, la cual se encarga de mantener los jugos propios de la carne; los cuales influyen en el aspecto físico de la carne antes de cocinarse, en su comportamiento durante la preparación y en la sensación de jugosidad que produce durante la masticación. La presencia de agua en la carne se presenta en dos maneras: Agua libre y agua combinada. (Forrest, **et.al.** 1979)

2.5.3 OLOR Y SABOR.-

El olor y el sabor de la carne, provocan la estimulación y liberación de saliva y de jugo gástrico, ayudando al proceso digestivo.

La percepción del sabor, depende de cuatro sensaciones básicas para el consumidor y son: salado, amargo, dulce. ácido, los cuales son detectados por las terminaciones nerviosas de la superficie de la lengua.

Los componentes de la carne responsables del sabor a carne, son compuestos hidrosolubles de tejido muscular.

El olor y el sabor de la carne cocinada dependen de la presencia de precursores solubles en la grasa o en el agua y de la liberación de sustancias volátiles preexistentes en la carne. (Forrest, **et.al.** 1979)

Respecto a los olores y sabores desagradables, se encontró que durante el almacenamiento por largo tiempo, se produce una pérdida gradual del aroma, que incluso en condiciones de congelación, probablemente se deba a la lenta liberación de sustancias volátiles. Existen otras causas que originan sabores desagradables en la carne, como la degradación química de ciertos componentes, la pérdida de ciertas sustancias volátiles, la oxidación de algunos compuestos, el crecimiento bacteriano y la aparición de otros olores ácidos o pútridos, que provienen de los productos metabólicos de los microorganismos anaeróbicos.

La naturaleza exacta de los olores desagradables, dependen del tipo de microorganismo, la temperatura en que se desarrolla, la temperatura de almacenamiento y la naturaleza del producto (fresco, curado, picado, etc.) Cuando la temperatura es relativamente alta y sin oxígeno, se producen en la carne olores pútridos, debido a la degradación de proteínas. (Lawrie, 1977)

2.5.4 AROMA.-

El aroma, se define como una sensación compleja en la que participan el olor, sabor, textura, temperatura y pH, y se detecta cuando un número de materiales volátiles estimulan las terminaciones nerviosas de la mucosa de los conductos nasales.

(Lawrie, 1977)

2.5.5 TEXTURA Y DUREZA.-

La textura y la dureza, son dos propiedades que adquirieron más importancia, incluso que el olor y sabor, debido a que el consumidor resalta con mayor frecuencia su interés en que tan blanda está la carne y la apariencia que tiene para su posterior consumo.

La textura, es una característica que depende de varios factores; como la del tamaño de los haces de fibra en que se halla dividido longitudinalmente el músculo y la cantidad de tejido perimísico que rodea a cada haz de fibras. (Lawrie, 1977)

La sensación de blandura, se debe principalmente a la facilidad con que los dientes penetran en la carne, luego con la facilidad con que se divide en fragmentos y por último a la cantidad de residuo que queda después de la masticación. (Jay, 1994)

2.5.6 JUGOSIDAD.-

Los jugos de la carne, desempeñan una función esencial en la palatabilidad que percibe el consumidor; ya que contiene constituyentes importantes del aroma, y durante el proceso de masticación intrvienen en la fragmentación y el ablandamiento de la carne.

Las fuentes principales de la jugosidad de la carne son: los lípidos intramusculares, y su contenido acuoso; los cuales al combinarse forman un caldo el cual es liberado al masticar la carne. Este estimula la aparición del flujo salival y por lo tanto mejora la jugosidad de la carne. (Forrest, et. al. 1979)

2.6 Métodos de almacenamiento y conservación de la carne.

Los métodos de conservación y almacenamiento incluyen el control de temperatura, de humedad y control de inhibición microbiana.

2.6.1 CONTROL DE TEMPERATURA.-

La utilización del frío ha ido evolucionando a través del tiempo, mediante la producción artificial de hielo y la refrigeración mecánica, la cuál en 1850, fué aplicada en operaciones de conservación de carne a escala comercial, y 30 años más tarde se utilizó otro método de conservación por frío a gran escala llamado congelación, el cuál ofrecía un medio ideal para conservar la carne durante largo tiempo. (Lawrie, 1977)

2.6.1.1 Refrigeración.-

El uso de la refrigeración, se limita en cuanto al tiempo de uso, y se recomiendan períodos cortos de almacenamiento, con rangos de 0°C a 5°C, ya que la carne debido a su composición sigue experimentando cambios alterativos, de los cuales algunos se aceleran con el paso del tiempo ocasionando la pudrición de la carne.

La conservación óptima de la carne, se mantiene a una temperatura menor o igual a 3°C . Esta temperatura generalmente no se cumple, incluso algunas veces durante el transporte, especialmente al cargar la carne en el almacén y descargar en su destino, se producen mermas que afectan la producción de carne a gran escala.

(Forrest, et. al. 1979)

Los factores principales que influyen en la conservación de carne por refrigeración son: la carga microbiana inicial, las condiciones de temperatura y

humedad durante el almacenamiento, la utilización de envolturas protectoras, la especie del animal y el tipo de producto que se almacene.

En cuanto a la humedad que se presenta en la refrigeración, provoca daños en la superficie de la carne, causando el crecimiento de mohos de diversos colores, que alteran la grasa enranciándola y produciendo olores desagradables. Si la superficie está demasiado húmeda, crecen bacterias, las cuales se multiplican y se agregan de tal forma que dan la apariencia de limo, además producen malos olores dando un aspecto desagradable y perjudicial para su consumo posterior.

(Lawrie, 1977)

La conservación de la carne en refrigeración, en el hogar del consumidor, depende del manejo que se le ha dado desde su manipulación, procesado, envasado, almacenamiento, etc. y se ha concluido que debe consumirse en menos de 4 días después de su compra, en caso de no consumirse, en ese tiempo, almacenarla en otro método de conservación más severo como la congelación.

(Forrest, et.al. 1979)

2.6.1.2 Congelación.-

El proceso de congelación, proporciona ventajas significativas sobre la refrigeración; como la minimización de cambios perjudiciales en las propiedades cualitativas y organolépticas de la carne; la conservación de la mayor parte del valor nutritivo de éste alimento, etc.

La utilización de métodos adecuados de congelación y almacenamiento minimizan los cambios químicos y físicos que se presentan en la carne, en cuestión de

color, olor, aroma, jugosidad, etc. Los cambios más frecuentes que suelen ocurrir, es la rancidez y la decoloración, la cual puede ser causada por actividad microbiana o por deshidratación superficial. Además la calidad de la carne congelada se ve afectada por diversos factores como: la velocidad de congelación, tiempo de almacenamiento y condiciones de almacenamiento en congelación.

2.6.1.3 Pasteurización.-

El proceso térmico, para la conservación de la carne se lleva a cabo en dos niveles y son: Pasteurización y Esterilización.

La pasteurización consiste en un calentamiento moderado en el que los productos cárnicos, alcanzan una temperatura que va desde los 58°C hasta los 75°C; es el proceso más utilizado en el hogar y en la industria de los alimentos, ya que destruye la mayor parte de los microorganismos en los alimentos e inactiva las enzimas que perjudican la salud del consumidor. Después de pasteurizar las carnes, se deben refrigerar y evitar así su contaminación. (Forrest, **et.al.** 1979)

2.6.1.4 Esterilización.-

La esterilización se define, como el calentamiento severo, mediante el uso de temperaturas superiores a los 100°C, y generalmente se utiliza en la elaboración de productos cárnicos procesados “esteriles”, que son estables a temperatura ambiente durante uno o más años. Este tratamiento destruye todos los microorganismos alterantes o que causan daño irreparable en las células de los mismos lo cual causará que no se reproduzcan.(Forrest, **et.al.** 1979)

2.6.2 CONTROL DE HUMEDAD.-

La conservación de carne por desecación, se basa en la eliminación de la humedad hasta el grado de inhibir la actividad de los microorganismos, ya sean los que alteran los alimentos o los que producen intoxicaciones alimentarias. alargando su almacenamiento y por supuesto su vida útil como alimento. Los métodos de desecación más utilizados son: Deshidratación, Liofilización, Curado y Secado. (Jay, 1994)

2.6.2.1 Deshidratación.-

El proceso de deshidratación, se realiza de forma directa sobre la carne, ya sea mediante el uso de desecación solar (método de secado), por atomización, evaporación o liofilización.

El efecto conservador de la deshidratación, se debe a la reducción de la actividad de agua (a_w) hasta un 2%, el cual inhibe el crecimiento microbiano en la carne, logrando un producto estable y sin necesidad de refrigeración. (Jay, 1994)

El método de secado por desecación solar es el más utilizado por el hombre desde tiempos remotos debido a su necesidad de supervivencia , ya que lo practica en su propio hogar y sin riesgo alguno. (Lawrie, 1977)

2.6.2.2 Liofilización.-

El proceso de liofilización a gran escala se implementó en el Reino Unido hace 41 años, y se destacaba por ser el método más satisfactorio en la conservación de la carne, éste proceso fué llamado liofilización acelerada, (AFD; accelerated freeze drying), el cual realiza la deshidratación mediante el intercambio calórico através de las placas, las cuales favorecen la fase inicial de desecación. Este proceso de desecación reduce el contenido de humedad en la carne hasta el 2% en solo 4 horas.

Los beneficios del uso de éste proceso se deben a las condiciones de temperatura tan baja, a su rapidez, a la ausencia de transferencia de sales y a la textura porosa. La dureza de la carne liofilizada, se disminuye con el uso de soluciones de enzimas proteolíticas, como la papaína en su posterior rehidratación.

(Lawrie, 1977)

2.6.2.3 Curado.-

Desde hace miles de años, se observó que la sal, conservaba la carne, sin necesidad de refrigerarla. En el año 1000a.c., ya se consumían carnes salasonadas y ahumadas.

La eficiencia de éste proceso, se debe a la elevada presión osmótica de éstos productos que impide, el crecimiento microbiano. A través del tiempo las carnes curadas han sido reconocidas por sus características organolépticas, y a ello se debe que hayan reducido la concentración de los ingredientes de curado.

La conservación originalmente se realizaba añadiendo la sal sobre la carne, y posteriormente sumergiéndola en una salmuera.

2.6.3 CONTROL DE INHIBICION MICROBIANA DIRECTA.-

El control de inhibición microbiana directa, se basa principalmente en la inhibición de los microorganismos que afecten la calidad de la carne; ya sea creando las condiciones necesarias para se desceso o bien utilizando alternativas de origen químico o físico, como por ejemplo: el uso de radiaciones ionizantes, antibióticos y conservadores químicos. (Lawrie, 1977)

2.6.3.1 Radiaciones ionizantes.-

Las radiaciones ionizantes, se refiere al uso de rayos catódicos de alta energía; rayos X blandos de los generadores y los rayos gamma de las fuentes radioactivas, los dos primeros se utilizan en la irradiación superficial y el tercero en casos en que se desee obtener un efecto más profundo.

Las ventajas de las radiaciones ionizantes en la conservación de carne, son: la eficiencia de inactivación de bacterias, la mínima alteración química y su poder de penetración.

Las desventajas, mas importantes que presentan las carnes conservadas con radiaciones ionizantes son: la destrucción de proteínas o de vitaminas y la producción

de malos olores y sabores por la producción de ácido sulfúrico, aldehidos, carbonilos, etc. (Lawrie, 1977)

2.6.3.2 Antibióticos.-

Actualmente el uso de antibióticos, se ha incrementado en la conservación de la carne; la elección del antibiótico apropiado depende de los siguientes factores: el tipo de alteración que se desea controlar, la estabilidad y la solubilidad del antibiótico, el pH de carne, su estabilidad al calor y su inocuidad.

Los antibióticos solo retardan la alteración de la carne, por lo cual pueden modificar la flora bacteriana debido a las diferencias de susceptibilidad, como por ejemplo: permitiendo el desarrollo de microorganismos resistentes de la carne y eliminando las bacterias que frecuentemente compiten con ellos por los nutrientes. (Lawrie, 1977)

2.6.3.4 Conservadores químicos.-

En la actualidad se permiten muy pocas sustancias químicas como conservadoras y en cantidades mínimas especificadas. Los conservadores admitidos son: nitrato, nitrito, ácido ascórbico, ácido benzóico, carbonato de cobre, dióxido de azúfre, ácido propiónico, etc. Los conservadores prohibidos en carne son: nicotinamida, ácido ascórbico y formaldehido, los cuales son altos en toxicidad y podrían causar problemas cancerígenos. (Lawrie, 1977)

2.6.4 ENVASADO DE CARNE FRESCA, UTILIZANDO VACIO COMO METODO DE CONSERVACION.

El 80% de la carne fresca se obtiene de las empacadoras de carne de los Estados Unidos, la cual se envasa a vacío, ya que éste método de conservación mantiene la calidad microbiológica y organoléptica de la carne, así como su duración en el mercado.

El envasado a vacío se realiza de la siguiente forma: Se introduce la carne en bolsas de plástico, con permeabilidad del 0% a la entrada de oxígeno; luego se pone dentro de la empacadora y se procede a la eliminación del oxígeno; posteriormente se cierra la bolsa, por medio de un soldador térmico llamado resistencia.

(Jay, 1994)

Desde el punto de vista microbiológico, el cambio más notable en el envasado a vacío, es la modificación en la atmósfera gaseosa que rodea a la carne, ya que al momento de cerrar la bolsa no se extrae completamente el oxígeno, y el que queda es consumido por la flora aerobia o bien por la propia carne; dando como resultado un incremento en la concentración de dióxido de carbono (CO₂), el cual actúa como inhibidor de la flora microbiana existente en la carne, incluyendo los patógenos.

Se ha demostrado, que la conservación de la carne envasada a vacío, depende de la permeabilidad de la película de envasado que recubre la carne; por ejemplo cuando se tiene una película de permeabilidad de 0% al oxígeno se conserva 15 semanas aproximadamente, y cuando es permeable al oxígeno se conserva de 2 a 4 semanas; registrándose un aumento en el crecimiento de especies patógenas. (Jay, 1994)

Al utilizar una película impermeable al oxígeno, se registra un aumento en la concentración de dióxido de carbono (CO₂) y una disminución del potencial redox, lo cual favorece el crecimiento de las bacterias lácticas, las cuales producen un descenso en el pH y crean un medio desfavorable para la mayoría de las especies patógenas procedentes de la carne y para las bacterias gram-negativas.

(Jay, 1994)

En 1988, el científico Lee -SH realizó una investigación utilizando diferentes métodos de conservación en carne de puerco como: el empacado a vacío y empacado areobico, los cuales combinados con la inoculación con lactobacilos registraron un aumento en la conservabilidad de la carne y más marcadamente en la utilización de vacío con lactobacilos, la temperatura utilizada fué de 4°C la cual, resultó ser muy beneficiosa en la conservación, ya que se logró un tiempo de almacenaje bastante alto, especialmente en el empacado a vacío con lactobacilos logrando un período máximo de 30 a 35 días de almacenamiento en excelentes condiciones. (Garibay, **et. al.** 1993) Este experimento es muy semejante al realizado pero con la diferencia de la temperatura, almacenamiento y el tipo de carne.

2.6.4.1 Alteración de la carne envasada al vacío.-

Los microorganismos predominantes en las carne envasada al vacío, son los lactobacilos y los bacilos de la especie *thermosphacta*. Los factores más importantes que influyen en la alteración son: Si la carne envasada está cruda o cocida; la concentración de nitritos existentes; carga relativa de bacterias psicrótrofas (bacterias que crecen en el frío); grado de impermeabilidad al oxígeno y el pH de la carne.

(Jay, 1994)

III. MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Biotecnología Microbiana de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León; ubicada en el kilómetro 17 de la carretera Marín - Zuazua, en el municipio de Marín, Nuevo León.

La duración aproximada del experimento fué de 7 meses, iniciando el mes de Enero de 1996, para concluir en Julio del mismo año.

El objetivo principal de éste estudio, fué el determinar si las bacterias acidolácticas desempeñaban algún efecto sobre la carne de res, con el propósito de conservarla por más tiempo que el normal o bien evaluar el efecto como ablandador.

3.1 Material y equipo utilizado.-

- a).- Material de vidrio: Matraces, cajas de petri, pipetas, vasos de precipitado, tubos de ensaye, etc.
- b).- Plancha de calor.
- c).- Incubadora para cajas de petri (Gravity Convection Incubator).
- d).- Incubadoras con agitación.
- e).- Campana purificadora de aire para sembrado, (Cámara de siembra).
- f).- Autoclave.
- g).- Reactivos utilizados en la preparación de agar láctico solidificado.

- h).- Reactivos utilizados en la preparación de agar láctico líquido.
- i).- Azas de platino.
- j).- Estereoscopio.
- k).- Espectrofotómetro 21D Milton Roy, ajustado a 690 nm.
- l).- Refrigerador.
- m).- Empacadora de alto vacío.
- n).- Carne de res, presentación molida y en trozo.
- ñ).- 300 bolsas de alto vacío (0% de oxígeno al interior).
- o).- 600 bolsas zip-lock de cierre dentado (12cm x 12cm).
- p).- Etiquetas.
- q).- Termómetro de máximos y mínimos.
- r).- Potenciómetro, (pH).
- s).- Bureta con hidróxido de sodio para titular y obtener la acidez.
- t).- Horno de microondas.
- u).- Cuchillos para el troceado de la carne, cuchara sopera, etc.

3.2 Aislamiento de bacterias lácticas.-

Se utilizaron cinco tipos de bacterias en el experimento: *Streptococcus láctis*. (S.l.); *Streptococcus cremoris*; (S.c.); *Lactobacillus acidóphilus*; (L.a.) *Lactobacillus bulgáricus*; (L.b.) *Lactobacillus plantárum*; (L.p.).

La purificación de éstas bacterias, en cultivos puros, se desarrolló aproximadamente por dos meses, hasta tener la certeza de la purificación del inóculo, a utilizar en la investigación.

El método de aislamiento se realizó por medio de la inoculación de cada tipo de bacteria, en cajas de petri, en un medio de cultivo de agar láctico solidificado Cuadro 5 , y posteriormente incubadas a 35°C.durante 24 hrs.

Después de aislar las colonias puras, en cajas de petri, se confirmó su morfología por medio de la tinción de gram.

Se cultivaron las bacterias en matraces, con caldo lactosado (Cuadro 5 pero sin agar y gelatina), se incubaron a 35 °C por 24 hrs. en una incubadora con agitación.

Para determinar el número de microorganismos por ml de medio se realizaron diluciones de hasta 10^{-12} del cultivo líquido, en tubos de ensaye de las cuales se tomó un mililitro de cada tubo y se inocularon en cajas de petri, con medio solidificado incubandolas a 35 °C por 24 hrs. Se utilizaron las diluciones para medir la densidad óptica en el espectrofotómetro digital (Milton-Roy) ajustado a 690 nanómetros (nm), la densidad óptica se utilizó para determinar la cantidad de bacterias por ml de medio de cultivo.

Cuadro 5. Composición del medio de cultivo “agar láctico” solidificado.

* Agar de soya tripocaseína.	20.0 gr/litro.
* Extracto de levadura	5.0 gr/litro
* Lactosa	5.0 gr/litro
* Glucosa	5.0 gr/litro.
* Sacarosa	5.0 gr litro
* Cloruro de sodio	4.0 gr/litro.
* Acetato de sodio	1.5 gr/litro.
* Acido ascórbico	0.5 gr/litro
* Agar bacteriológico	15.0 gr/litro.
* Gelatina	2.5 gr/litro.

3.3 Desarrollo del experimento.-

La fecha de inoculación fué: el 15 de Marzo del 1996.

3.3.1.- Preparación de la carne: Se utilizó como muestra 15 kilos de carne de res, de la cual la mitad se cortó en trozo y la otra mitad se molió, bajo adecuadas condiciones de manejo e higiene; posteriormente, se embolsaron por separado y se mezclaron de forma homogénea. los paquetes se refrigeraron por 24 hrs. a 5 °C

3.3.2.- Preparación de los cultivos bacterianos: Los cultivos bacterianos puros, se iniciaron un día antes de la inoculación en las muestras de carne, es decir, se obtuvo un cultivo de 24 hrs. determinando previamente el número de bacterias por ml en el espectrofotómetro mediante la lectura de la densidad óptica. Por otro lado se prepararon 200 ml de caldo láctico y 200 ml de agua destilada estériles que sirvieron como controles durante el experimento.

3.3.3.- Empaque de muestras de carne: Se utilizaron 576 muestras, distribuidas en ocho tratamientos, cada uno con 12 repeticiones divididas en 3 tiempos; cada tratamiento incluye: presentación, empaque, almacenamiento, tipo de bacteria y tiempo según se describe en el cuadro 6. Después de etiquetar las 576 bolsas con sus respectivos tratamientos se procedió al llenado de las mismas; donde la mitad 288, se llenaron con 20 grs. de carne aproximadamente en su presentación molida y la mitad restante con carne en trozo, donde 2 trozos de 2 cm² cada uno equivalían aproximadamente a los 20 grs. de carne.

Cuadro 6. Distribución de tratamientos y las variables a medir.

Tratamientos	Presentación	Empaque	Almacenamiento	Tiempo			Bacterias : S.l., S.c.,L.a., L.b. y L.p. Testigo 1 y 2
				Dias			
T-1	Molida	Vacío	Refrigeración	7	14	30	Para c/u de las bacterias y testigos
T-2	Molida	Vacío	Temp. ambiente	“	“	“	“
T-3	Molida	No vacío	Refrigeración	“	“	“	“
T-4	Molida	No vacío	Temp. ambiente	“	“	“	“
T-5	Trozo	Vacío	Refrigeración	“	“	“	“
T-6	Trozo	Vacío	Temp. ambiente	“	“	“	“
T-7	Trozo	No vacío	Refrigeración	“	“	“	“
T-8	Trozo	No vacío	Temp. ambiente	“	“	“	“

3.3.4.- Inoculación de la carne: La inoculación de todas las muestras se llevó acabo, utilizando la cantidad de 1.5 mililitros del cultivo de 24 hrs. de cada tipo de bacteria: (S.l.), (S.c.), (L.a.), (L.b.) y (L.p.) y los controles, de los cuales se tomó la misma cantidad. (En éste último la mitad con caldo láctico y la otra mitad con agua destilada.)

3.3.5.- Distribución de los tratamientos: Después de la inoculación, se separaron los tratamientos, de la siguiente manera para su evaluación posterior en tres tiempos: a los 7 días, a los 14 días y a los 30 días.

T1 y T5 Se empacaron a vacío, utilizando una presión de 28 in.Hg de vacío para lograr un mejor empacado, aclarando, que se cortó la esquina de la bolsa de cierre dentado (12cm x 12 cm), para que así la máquina efectúe con más eficacia el trabajo de extracción de aire de la bolsa, después de empacados se refrigeran a una temperatura de 9°C.

T2 y T6 Se empacaron de la misma manera que los anteriores; pero con la diferencia del almacenamiento; el cual se llevó acabo a temperatura ambiental, dentro de un cuarto cerrado.

T3 y T7 Se dejaron empacados en las bolsas de cierre dentado (12cm x 12 cm), sin vacío, pero almacenadas en refrigeración a 9°C.

T4 y T8 Se empacaron en bolsas de cierre dentado (12cm x 12cm), sin vacío, colocadas en una caja dentro de un cuarto, donde se almacenaron a temperatura ambiente.

IV.-RESULTADOS

Durante el desarrollo de éste trabajo se midieron las diferentes variables de la carne através de los diferentes tratamientos, los cuales ya fueron discutidos en materiales y métodos.

Los resultados que se muestran en las figuras, son las medias de las variables evaluadas cunitativamente para los factores principales sin interacciones. En el caso del pH los valores se distribuyeron en forma normal, mientras que en las demás variables cualitativas, son medias de una escala multinomial (edónica).

Las figuras presentadas a continuación, presentan abreviaciones correpondientes a cada uno de los tratamientos utilizados en el experimento:

- a).- Presentación: Mol= Carne molida y Tr= Carne en trozo.
- b).- Empaque: V= Empacado al Vacío y NV= Empacado normal.
- c).- Almacenamiento: R= Carne refrigerada y NR= Carne a temperatura ambiente.
- d).- Bacterias:
 - S.c.= Streptococcus cremoris.
 - L.b.= Lactobacillus bulgáricus.
 - L.a.= Lactobacillus acidóphilus.
 - S.l.= Streptococcus láctis.
 - L.p.=Lactobacillus plantarum.
 - SA=Sin bacteria con agua (testigo).
 - SM=Sin bacteria con medio de cultivo (testigo).

4.1.-pH.-

El pH de la carne cruda y fresca se encuentra normalmente entre 5.4 y 5.6 (Forrest, et.al. 1979). En la figura 1. se observa la influencia de los tratamientos sobre el pH. Con respecto al tiempo, ésta variable aumenta hasta 6.7 a los 30 días, sin embargo el pH está dentro del rango normal hasta los 7 días.

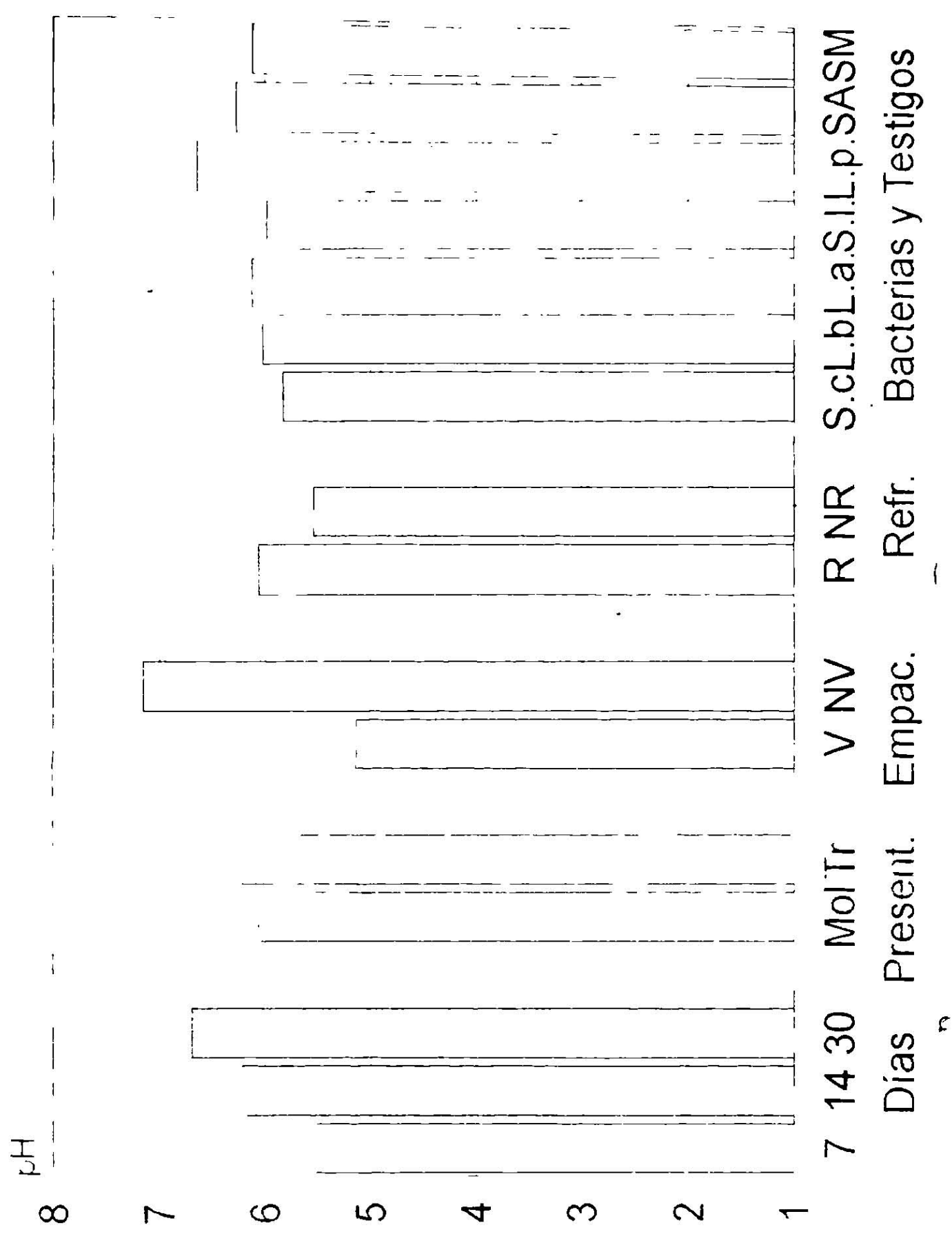
En la misma figura, la carne se manejó en trozo y molida, sin embargo la presentación no influyó en el resultado del pH, observandose un incremento del mismo en las variantes del tratamiento.

El empaque con relación al pH, mostró que el vacío conserva mejor la carne dentro de un pH normal; mientras que en el empaque sin vacío el pH es mayor al aceptable para la carne normal. (Figura 1.)

Los valores del pH de la carne bajo el tratamiento de refrgeración y no refrigeración (Figura 1.) se encuentran dentro del rango normal, aunque en apariencia por el manejo de los valores; los resultados sean contrarios a los esperados, la no refrigerada con menor pH que la refrigerada. Probablemente debido a la actividad de las bacterias inoculadas, que son más activas a temperatura ambiente que en refrigeración y por lo tanto mantienen el pH más ácido.

El pH de la carne inoculada con bacterias fué ligeramente mayor al normal, excepto *Streptococcus cremoris* (S.c.), la cual registró un pH bajo comparado con las demás bacterias, incluyendo a los testigos (SA y SM), en contraparte la bacteria que más influyó en el incremento del pH fué *Lactobacillus plantarum* (L.p.).

Figura 1: Efecto de diferentes tratamientos sobre el pH de la carne cruda



4.2.-OLOR (carne cruda).-

Los resultados de la variable olor, para los diferentes tratamientos, se muestran en la Figura 2. Por otro lado la medición de ésta variable nos ayudó a evaluar el Avance de Putrefacción de las muestras.

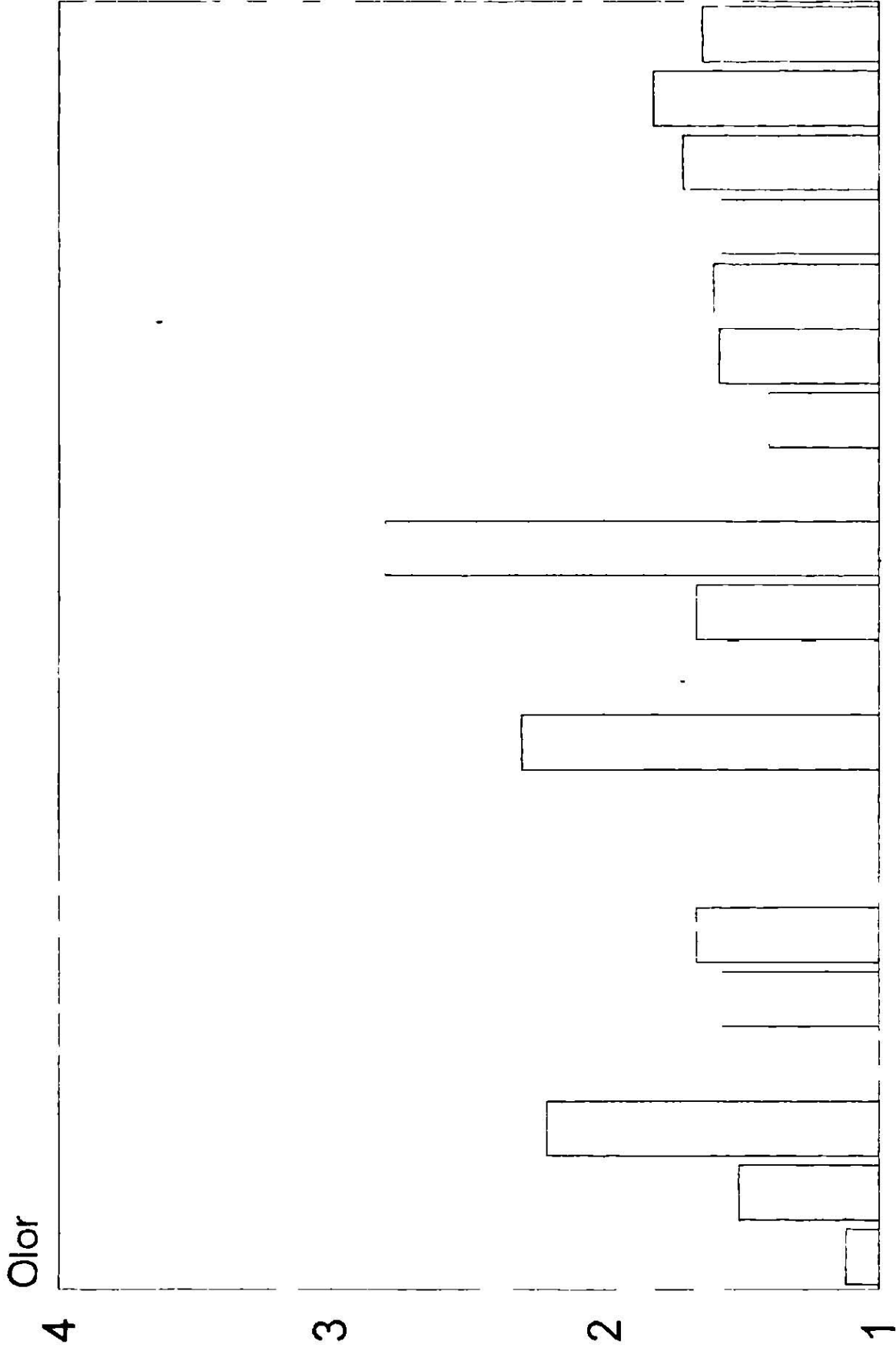
Para medir ésta variable se utilizaron las medias de los valores obtenidos de una escala multinomial (edónica) del 1 al 4, donde 1 es agradable, 2 es rancio, 3 es amoniaco y 4 es putrefacto; éstos valores representan el grado de putrefacción en la carne. Debido al manejo de los datos en el modelo estadístico, se graficaron valores fraccionarios aunque en la práctica no se dieron. (Figura 2)

En cuanto al manejo del tiempo de almacenamiento, a los 7 días, el olor se conserva dentro de lo normal, mientras que a los 30 días el grado de putrefacción tiende a incrementarse.

El empaque al vacío fué el mejor para la conservación de la carne ya que las muestras empacadas de ésta manera mantuvieron un olor agradable.

Respecto a la carne molida o en trozo y a las bacterias utilizadas, los resultados se encuentran entre un olor normal y rancio. Nuevamente se conservó mejor el olor con *Streptococcus cremoris* (S.c.) comparado con las demás bacterias, situandose los testigos más cerca del valor a rancio junto con *Lactobacillus plantarum* (L.p.). Aunque dentro de la toma de datos se establecieron en algunas repeticiones de valores de 3 (amoniaco) y 4 (putrefacto), éstos valores no se reflejan en las medias debido a la mayor frecuencia de valores 1 (agradable) y 2 (rancio).

Figura 2: Efecto de diferentes tratamientos sobre el olor de la carne cruda



7 14 30 MoI Tr V NV R NR S.c.L.b.L.a.S.I.L.p.SASM
 Días Present. Empac. Refr. Bacterias y Testigos

4.3.- COLOR (exudado).-

La figura 3 muestra los resultados de la variable color del exudado para los diferentes tratamientos ya antes mencionados en materiales y métodos.

En la medición de ésta variable, se utilizaron las medias de los valores obtenidos de una escala multinomial (edónica) del 1 al 4, donde 1 es rojizo, 2 es rosado, 3 es café y 4 es verdoso; éstos valores representan el color del exudado de la carne cruda.

Como ya se mencionó anteriormente en la figura 2 se graficaron valores fraccionarios, debido al manejo de los datos en el modelo estadístico, aunque en la práctica no se dieron. (Figura 3)

En cuanto al manejo del tiempo de almacenamiento, como primer tratamiento en la figura 3 se observa a los 30 días un incremento notable en el color del exudado e indica, entre más alto es el número graficado, más indeseable es el color del exudado; ésta observación es muy notoria con respecto a los primeros 14 días de almacenamiento, ya que en éstos se observa un color de exudado aceptable (rojizo-rosado), el cual es considerado normal.

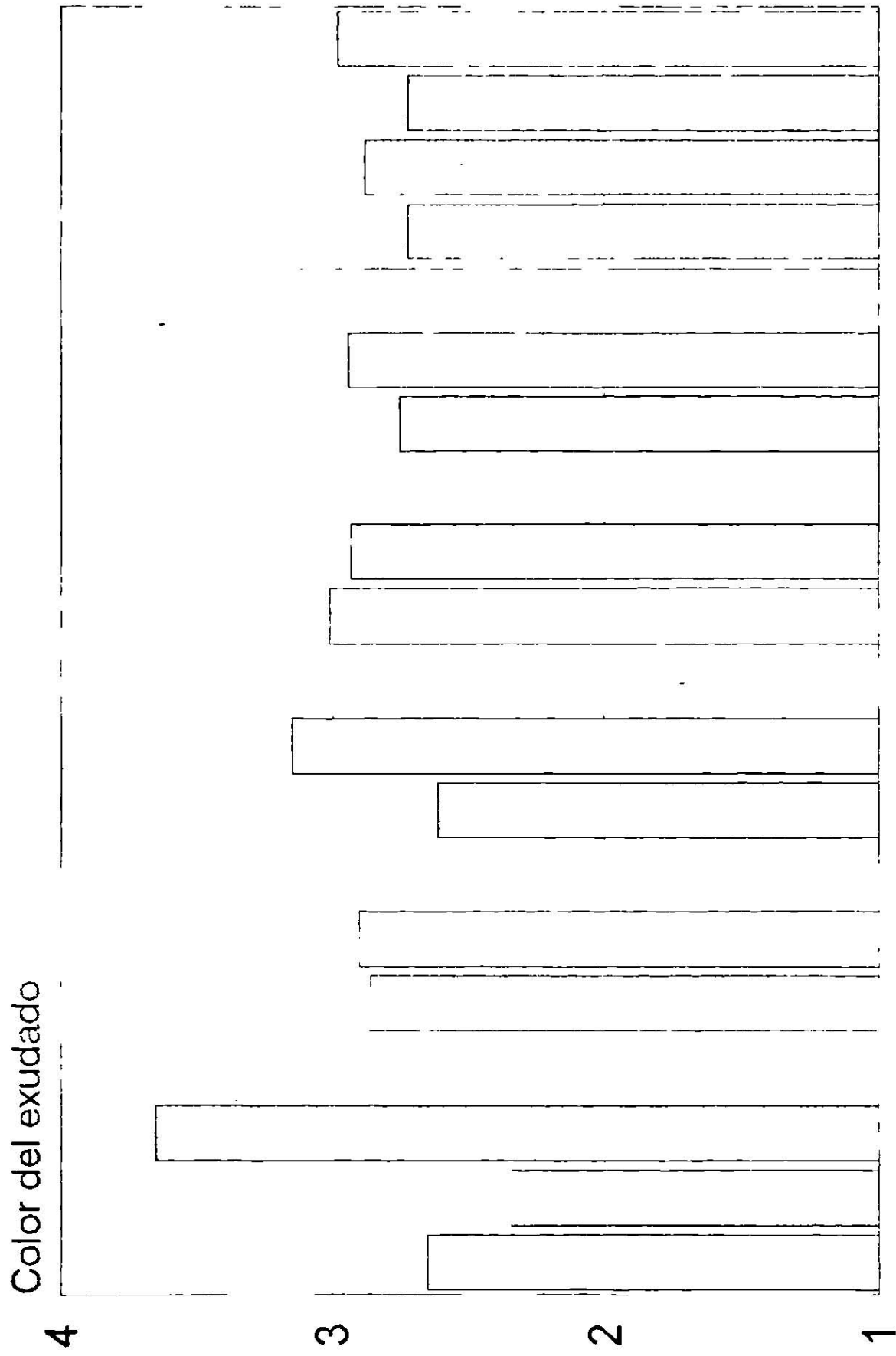
En la evaluación de la presentación de la carne se observó una mínima diferencia entre la carne molida y la carne en trozo; sin embargo las dos mantienen un color de exudado aceptable (rojizo-rosado). Resultados similares se observan en el almacenamiento de la carne, donde el tratamiento (refrigerada y no refrigerada),

mantienen un color de exudado aceptable (rojizo-rosado), aunque mejor en la no refrigerada que en la refrigerada.

El empaque con relación al color del exudado, en la figura 3 se observa que el vacío conserva mejor el color, mientras que el empaque sin vacío tiende a incrementarlo:

La observación del desarrollo de las bacterias con relación al color del exudado en la figura 3 indicó que bacterias desarrollaron la habilidad de mantener un color aceptable y fueron *Streptococcus cremoris* (S.c.), *Streptococcus láctis* (S.l.) y SA (Sin bacteria con agua), y por el contrario cuales tendían a incrementar el color del exudado, éstas fueron *Lactobacillus acidóphilus* (L.a.) y SM (Sin bacteria con medio).

Figura 3: Efecto de diferentes tratamientos sobre el color del exudado de la carne cruda



7 14 30 MolTr V NV R NR S.c.L.b.L.a.S.I.L.p.SASM
 Días Present. Empac. Refr. Bacterias y Testigos

4.4.- COLOR (carne cruda).-

En la figura 4 se muestran los resultados del comportamiento del color de la carne en relación con los diferentes tratamientos, obtenidos de la misma forma que la variable anterior. La escala multinomial (edónica) utilizada en ésta medición es del 1 al 4, donde 1 es rojizo, 2 es rosado, 3 es café y 4 es oscura; los cuales representan la intensidad del color de la carne fresca.

En cuanto al tiempo de almacenamiento, se observó una diferencia significativa en la intensidad del color; a los 30 días el color de la carne se oscureció, mientras que a los 14 días, el color se mantuvo normal (rojizo-rosado).

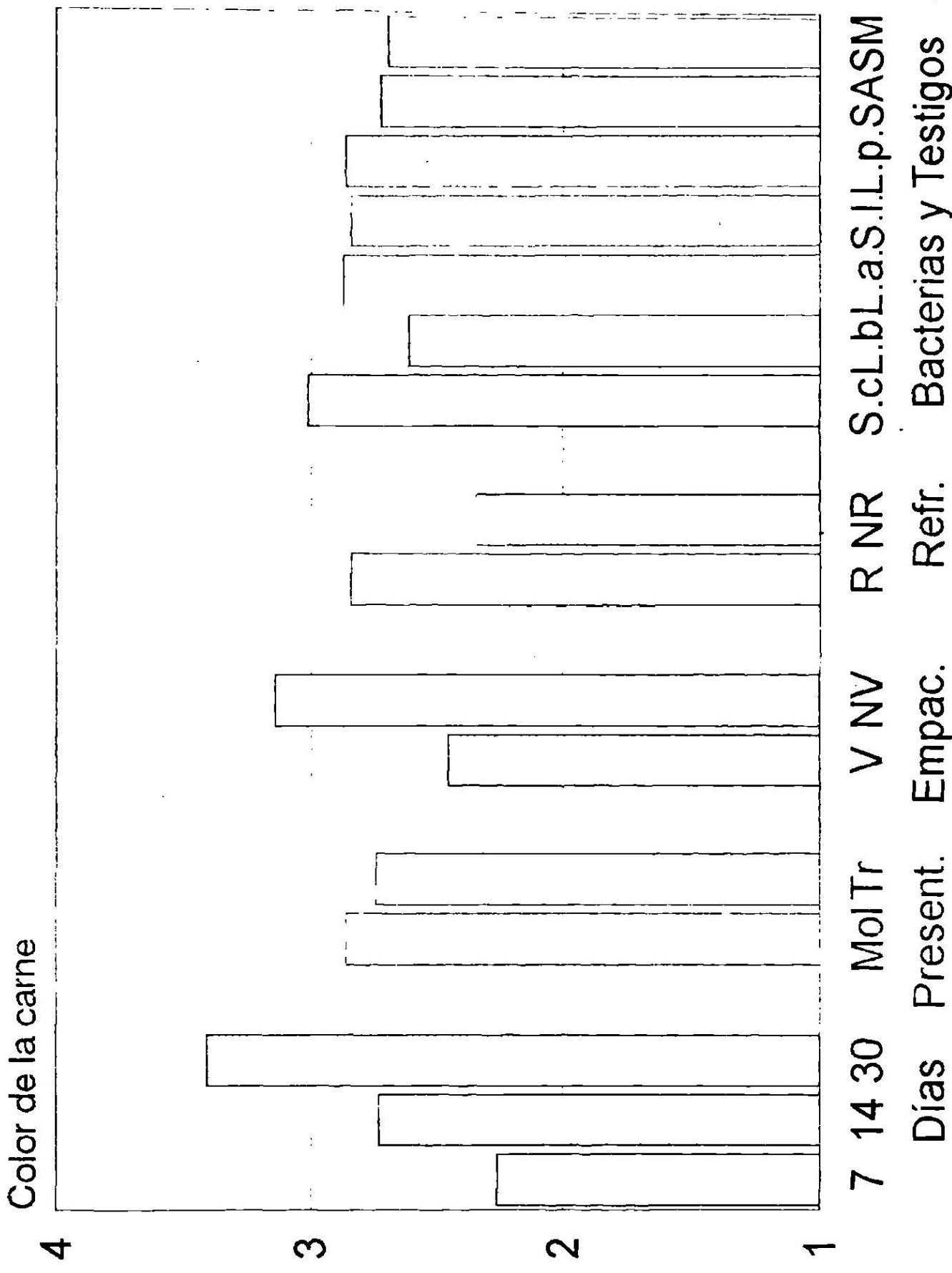
La observación de la presentación en la figura 4, mostró que la carne molida tiende a oscurecerse con más facilidad que la carne en trozo: ésta diferencia probablemente se deba a la mayor área de exposición de la carne molida.

El empaque con relación al color de la carne, mostró que el vacío mantuvo el color dentro de lo normal (rojizo-rosado), mientras que el empaque sin vacío tendió a oscurecerse, el cual refleja un mal aspecto de la carne y por consecuencia indeseable a la vista del consumidor. (Figura 4)

El comportamiento del color de la carne cruda en base al almacenamiento observado en la figura 4, no fué el esperado, ya que por lo general, se cree que la carne entre más frío es su ambiente mayor es el tiempo de duración, pero en éste caso se presentó lo contrario, debido a la actividad metabólica de las bacterias acidolácticas en su producción de ácido láctico, al cuál se le atribuye que el color se mantenga.

La observación del desarrollo de las bacterias con relación al color de la carne cruda, mostró que bacteria tendió a conservar un color aceptable (rojizo-rosado) siendo *Lactobacillus bulgáricus* (L.b.) y SM (Sin bacteria con medio), y por el contrario la bacteria que más tendió a incrementar el color de la carne cruda fué *Streptococcus cremoris* (S.c.).(Figura 4)

Figura 4: Efecto de diferentes tratamientos sobre el color de la carne cruda



4.5.- OLOR (carne cocida).-

Los resultados de la variable olor de la carne cocida, para los diferentes tratamientos se muestran en la figura 5.

Para la carne cocida no se evaluó el efecto del método de conservación ya que las muestras no refrigeradas no se cocieron debido al estado avanzado de putrefacción. -

En la medición del olor, se utilizaron las medias de los valores obtenidos de una escala multinomial (edónica) dada del 1 al 4, donde 1 es agradable, 2 es rancio, 3 es amoniacado y 4 es putrefacto. Debido al manejo de los datos en el modelo estadístico, se graficaron valores fraccionarios, aunque en la práctica no se dieron. (Figura 5)

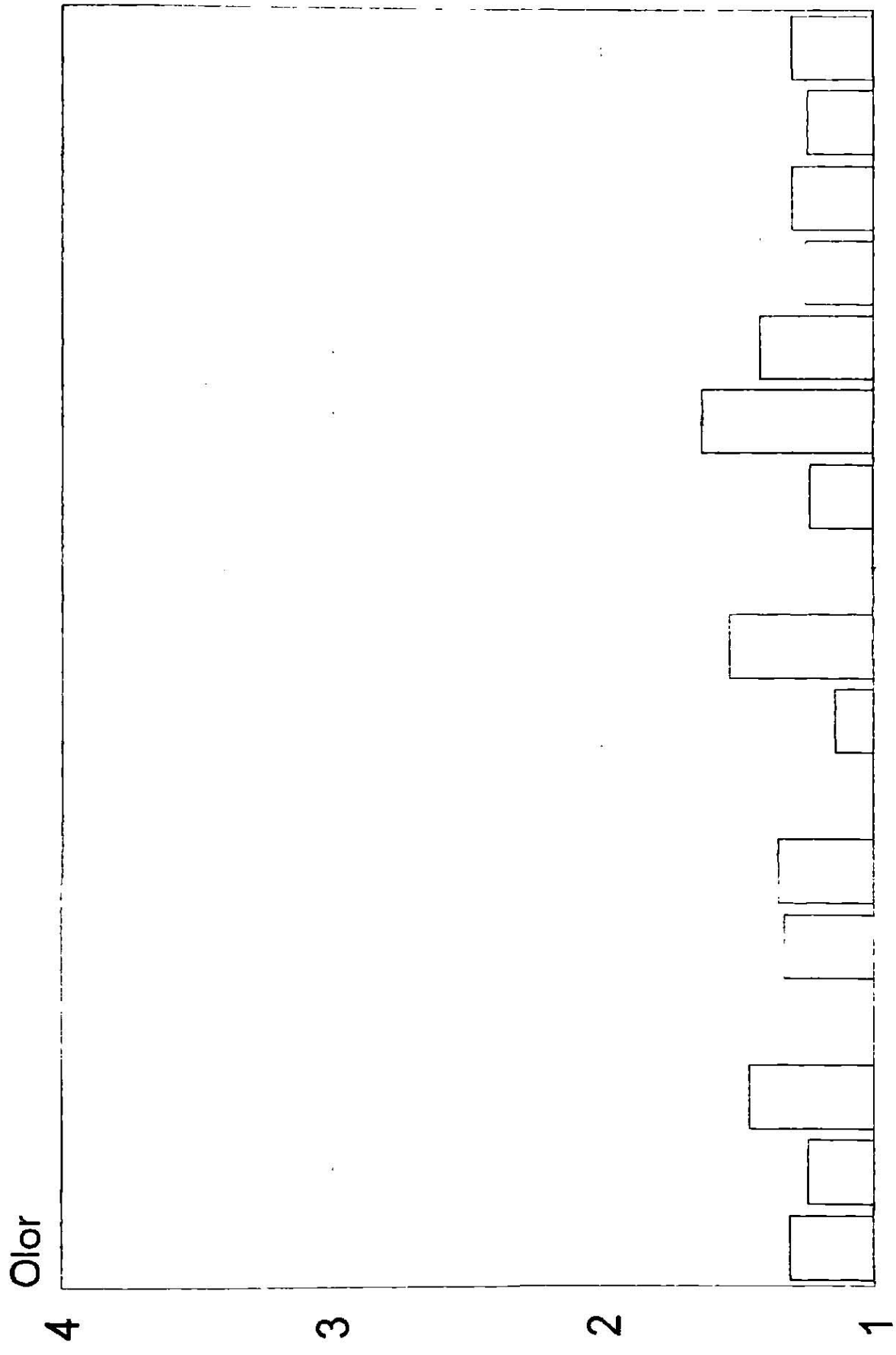
El olor con relación al tiempo de almacenamiento, se observó agradable tanto a los 7 días como a los 30 días. (Figura 5)

En cuanto a la presentación de la carne, no influyó en el resultado obtenido en la figura 5, puesto que no hay diferencia significativa entre el olor de la carne molida y el olor de la carne en trozo; sin embargo las dos variantes del tratamiento mostraron un olor agradable.

En la misma figura, se evaluó el empaque como tratamiento, utilizando el vacío y sin vacío, y se observó que el vacío conservó más agradable el olor, que el no vacío.

Respecto al comportamiento de las bacterias en relación al olor de la carne cocida en la figura 5, se observó que *Streptococcus cremoris* (S.c.), fué la mejor bacteria que mantuvo el olor agradable de la carne, mientras que la peor bacteria fué *Lactobacillus bulgáricus* (L.b.), la cual tendió a incrementar el olor a rancio, que empieza a reflejar el mal aspecto de la carne.

Figura 5: Efecto de diferentes tratamientos sobre el olor de la carne cocida



7 14 30 Mol Tr V NV S.c.L.b.L.a. S.I.L.p. SA SM
 Días Present. Empac. Bacterias y Testigos

4.6.- COLOR (carne cocida).-

La figura 6, muestra los resultados de la variable color de la carne cocida, donde se observan las medias de los valores obtenidos de una escala multinomial (edónica) dada, la cual consta de dos valores 1 es normal y 2 es obscura.

Para la carne cocida no se evaluó el efecto del método de la conservación ya que las muestras no refrigeradas no se cocieron debido a su estado avanzado de putrefacción.

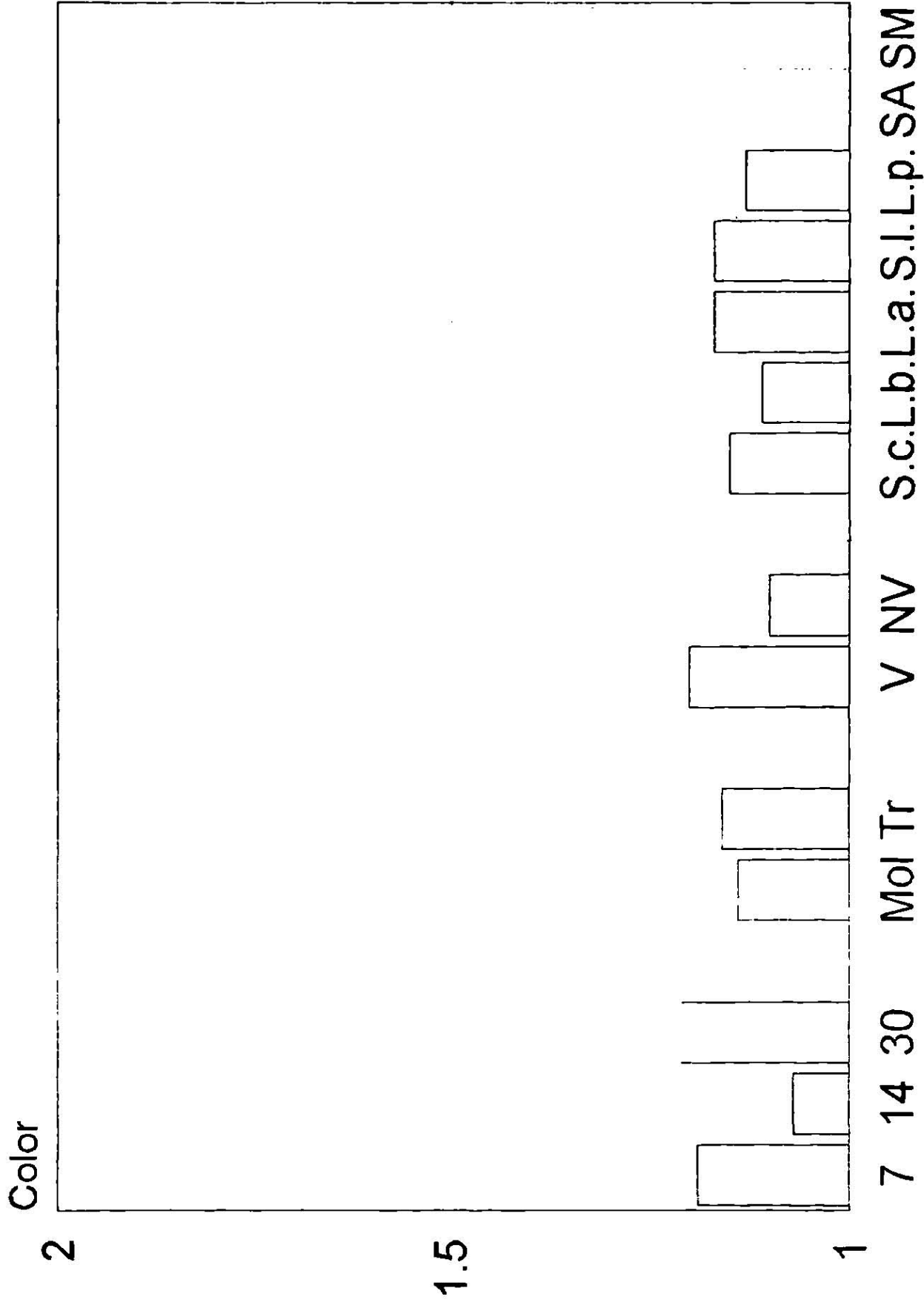
El tiempo de almacenamiento, no influyó en el color de la carne cocida, en general se observó un color normal, tanto a los 7 días como a los 30 días.(Figura 6)

En la misma figura la carne se manejó molida y en trozo, sin embargo la presentación no influyó en el color de la carne cocida, ya que las dos variantes de éste tratamiento se comportan de la misma forma, observándose un color normal.

En cuanto al empaque de la carne cocida, la figura 6 muestra un comportamiento similar entre el empacado a vacío y el empacado sin vacío, los cuales presentan un color normal.

Los resultados del comportamiento de las bacterias son similares a los del tratamiento anterior, es decir que todas las bacterias y testigos mantuvieron un color normal de la carne cocida.

Figura 6: Efecto de diferentes tratamientos sobre el color de la carne cocida



4.7.- TEXTURA (carne cocida).-

Los resultados de la variable textura de la carne cocida para los diferentes tratamientos, se muestran en la figura 7.

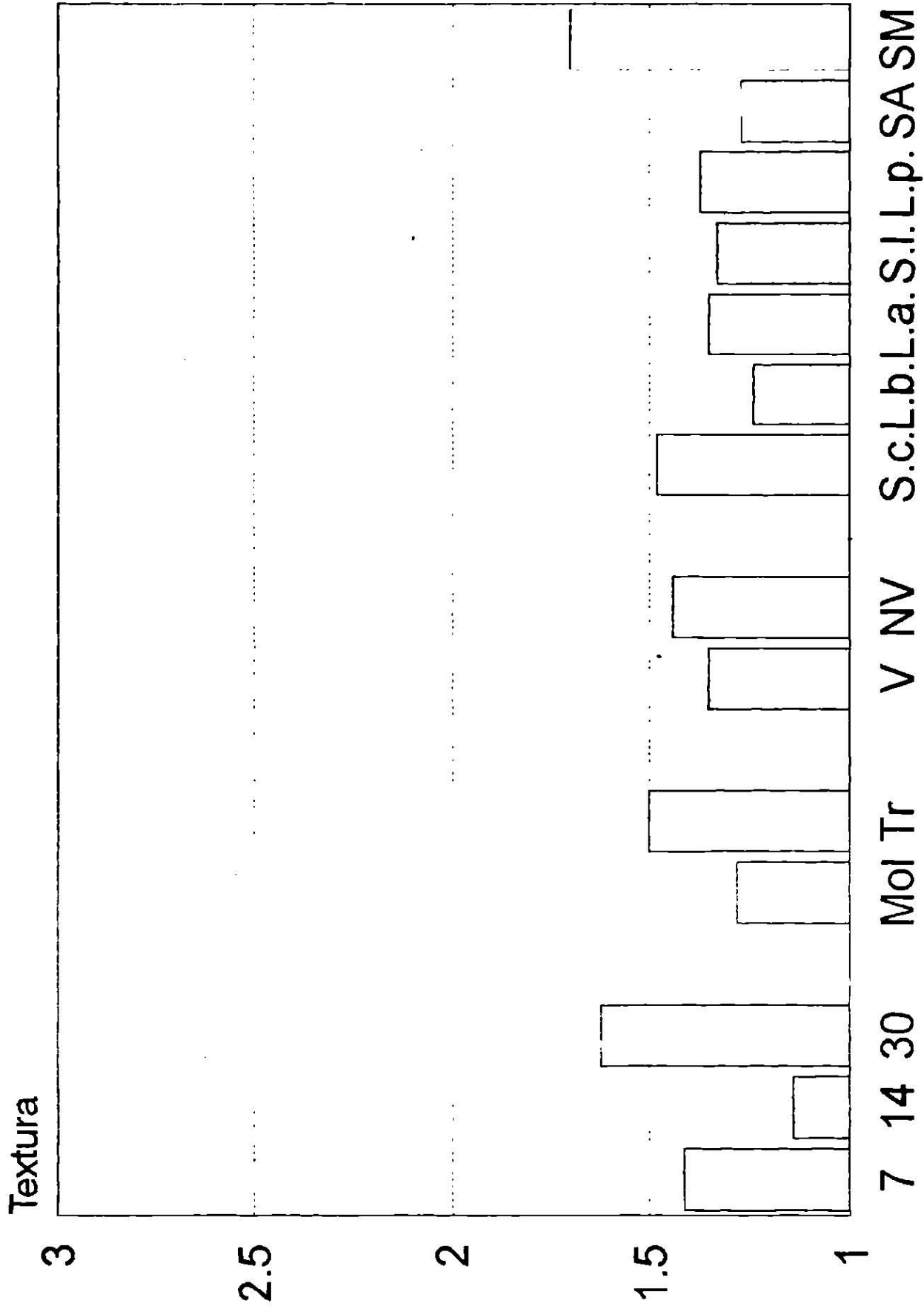
En la medición de ésta variable se utilizaron las medias de los valores obtenidos de una escala multinomial (edónica), del 1 al 3; donde 1 es suave, 2 es dura y 3 es elástica; éstos valores representan la textura de la carne cocida. Reiterando nuevamente que en la figura 7 aparecen valores fraccionarios, aunque en la práctica no se dieron debido al tipo de modelo estadístico empleado.

El comportamiento del tiempo através del experimento, muestra que a los 14 días la textura de la carne fué más suave que a los 7 días, mientras que a los 30 días la textura tendió a endurecerse.

Tanto el empaque como la presentación de la carne cocida, presentan resultados similares en la figura 7, donde se observó que la carne cocida tuvo una textura suave para los dos tratamientos.

Las bacterias utilizadas en la inoculación de la carne, desempeñaron un buen trabajo en general, aunque unas mejor que otras, por ejemplo *Lactobacillus bulgáricus* (L.b.), mantuvo la textura más suave; en contraparte la SM (sin bacterias con medio) tendió a endurecer la textura de la carne cocida. (Figura 7)

Figura 7: Efecto de diferentes tratamientos sobre la textura de la carne cocida



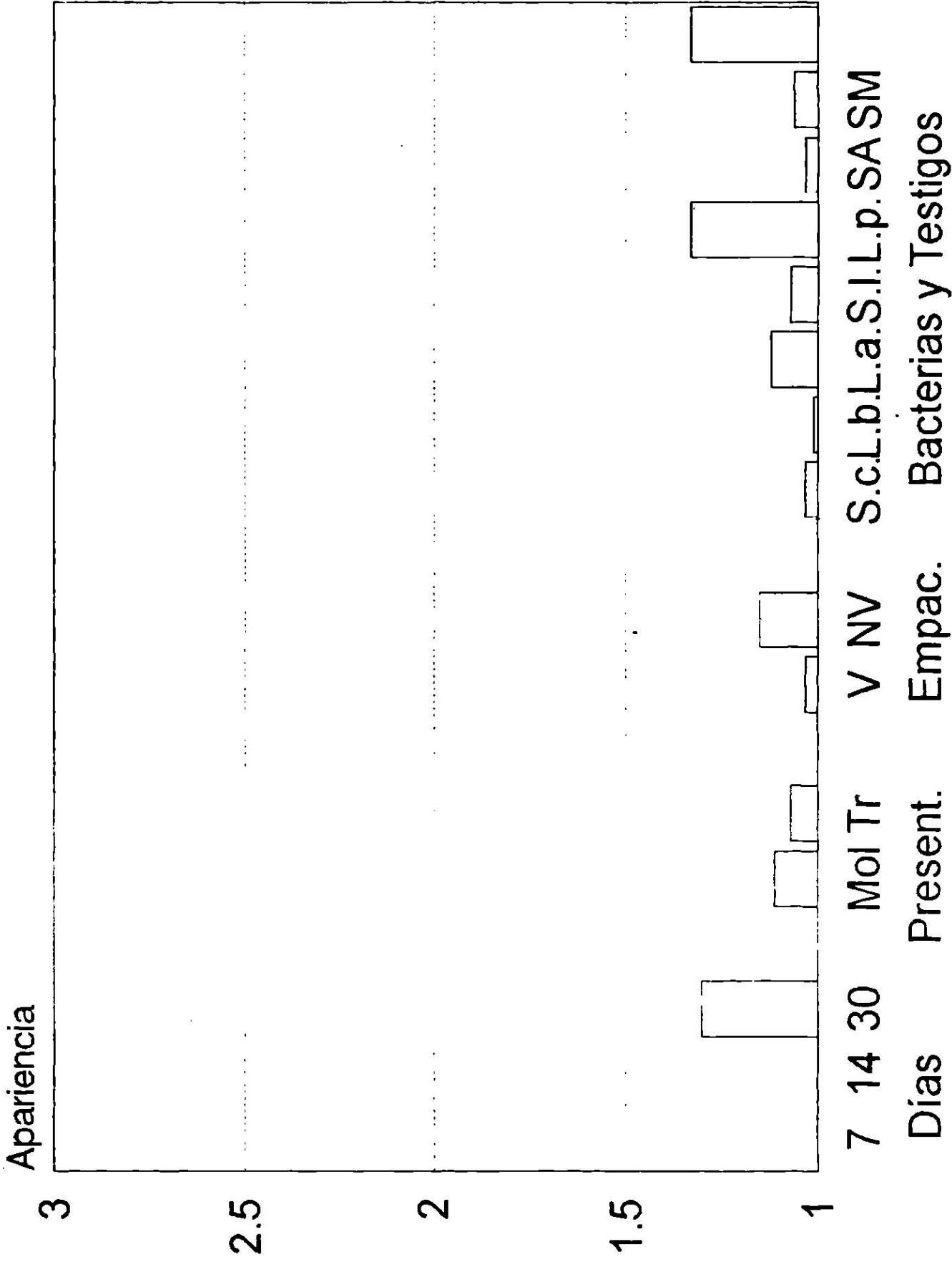
4.8.- APARIENCIA (carne cocida).-

La figura 8, muestra los resultados de la variable apariencia de la carne cocida, donde se observan las medias de los valores de una escala multinomial (edónica) dada, la cual consta de 3 valores, 1 es normal, 2 es quemada y 3 con limo en la superficie.

Los 30 días de almacenamiento, no influyeron en la apariencia de la carne cocida, ya que se observó una apariencia normal a través de ese tiempo. Resultados similares se observan en tratamientos de presentación y de empaque. (Figura 8)

En cuanto al desarrollo de las bacterias en la carne cocida, se observó un comportamiento similar entre ellas, manteniendo una apariencia normal, aunque destacaron unas más que otras, por ejemplo *Lactobacillus bulgáricus* (L.b.) fué la bacteria que mejor mantuvo la apariencia de la carne cocida, mientras que la bacteria que más tendió a cambiar la apariencia normal fué *Lactobacillus plantárum* (L.p.). (Figura 8)

Figura 8: Efecto de diferentes tratamientos sobre la apariencia de la carne cocida



V.-DISCUSIONES

CARNE CRUDA.-

En cuanto al pH obtenido en el transcurso de la presente investigación através de diferentes tratamientos; se observó un comportamiento diferente al esperado en algunos de éstos, por ejemplo en el almacenamiento, se esperaba que la carne refrigerada mantuviera un pH más aceptable que la almacenada a temperatura ambiente, ocasionando discusión en ese aspecto.

En cuanto al empaque, se obtuvo lo esperado, un pH normal en el empaque a vacío, mientras que el empaque sin vacío tendió a incrementar el pH.

Otro de los tratamientos discutidos, es la utilización de bacterias acidolácticas y testigos, cumpliéndose de cierta manera las expectativas esperadas; es decir *Streptococcus cremoris* (S.c.), la cual mantuvo un pH normal de la carne fresca, mientras que los testigos tendieron a incrementarlo; sin embargo no todas las bacterias actuaron igual, por ejemplo *Lactobacillus plantárum* (L.p.) fué la bacteria que más tendió a incrementar el pH, más que los testigos.

Respecto al efecto de los diferentes tratamientos sobre el olor, se observó un comportamiento similar al esperado, excepto en la utilización de las bacterias acidolácticas y testigos, de las cuales *Streptococcus cremoris* (S.c.) nuevamente se caracteriza por mantener un olor más agradable que las otras bacterias, incluyendo los testigos, lo cual propició un intercambio de opiniones.

La discusión que se presentó en la evaluación del color del exudado, fué en el tipo de almacenamiento, donde se observó lo contrario a lo esperado, es decir que la refrigeración tendió a oscurecer el exudado más que la temperatura ambiente.

Otro punto de discusión es el tratamiento de las bacterias acidolácticas y los testigos, los cuales tienen un comportamiento similar entre ellas excepto en *Lactobacillus-acidophilus* (L.a.), la cual tiende a oscurecer más rápidamente el color del exudado de la carne cruda.

Los resultados obtenidos en el color de la carne, fueron los esperados, excepto en el almacenamiento, donde se suponía que la carne conservada en refrigeración se oscurecería menos que la almacenada a temperatura ambiente resultando lo contrario, por lo cual se convirtió en un punto de discusión.

CARNE COCIDA.-

Los resultados obtenidos de los tratamientos utilizados en la carne cocida, fueron aceptables en general, puesto que cada tratamiento conservó las características normales de la carne.

VI.-CONCLUSIONES

CARNE FRESCA.-

En cuanto a los resultados obtenidos en la medición de pH bajo diferentes tratamientos, se concluye lo siguiente:

Respecto al tiempo se concluye que el pH normal se conserva mejor a los 7 días, mientras que a los 15 y 30 días este ya no es aceptable, debido a diferentes factores que pudieron haber influenciado en el aumento del mismo.

Los resultados obtenidos de la medición de pH en relación al tipo de empaque, conduce a la siguiente conclusión: El pH de la carne cruda se conservó normal con el empaque a vacío como se esperaba, mientras el empaque sin vacío (aeróbico), tiende a incrementarlo, debido al crecimiento de otras bacterias, mohos, levaduras, etc; las cuales desarrollan una actividad metabólica acelerada degradando los componentes de la carne más rápidamente.

Otro aspecto importante en la medición del pH; fué el comportamiento del almacenamiento de la carne fresca, del cual se puede concluir que los resultados aparentemente inesperados, resultaron buenos y observamos en la figura 1 tanto en la refrigeración como a temperatura ambiente mantuvieron un pH normal, aunque más notorio en el almacenamiento a temperatura ambiente, debido a la actividad metabólica de las bacterias lácticas y principalmente a la producción de ácido láctico, el cual mantiene bajo el nivel de pH. Los resultados analizados, respecto al olor de la carne fresca, permiten concluir que el avance de putrefacción se presentó paulatinamente en algunas variantes de los tratamientos, sin embargo en otras variantes (vacío, refrigeración 7 días), ésta variable se comportó como se esperaba, es decir el olor se conservó agradable.

En cuanto al color del exudado de la carne fresca se concluye que los tratamientos utilizados, respondieron positivamente en cuanto al color del exudado de la carne, aunque unos mejor que otros; por ejemplo el almacenamiento, tanto en refrigeración como a temperatura ambiente, el color del exudado se mantuvo aceptable, mientras que el tiempo de almacenamiento fué bueno hasta los 14 días, manteniendo normal el color.

Otro tratamiento que se comportó como se esperaba, fué el empaque, del cuál se concluye que el vacío conserva mejor el color del exudado que el empaque sin vacío (aeróbico). En cuanto a las bacterias acidolácticas y los testigos, se concluye: de las cinco bacterias utilizadas, solamente *Lactobacillus acidóphilus* (L.a.), tendió a incrementar el color del exudado, mientras que de los testigos el SA (Sin bacteria con agua) mantuvo un color de exudado aceptable mientras que SM (Sin bacteria con medio) tendió a incrementarlo.

En base a los resultados analizados del color de carne, se concluye que el tiempo de almacenamiento recomendado para la conservación del color aceptable de la carne es de 14 días. Otro de los tratamientos utilizados fué la presentación, donde el color de carne se mantuvo aceptable tanto en la carne molida como en la carne en trozo; sin embargo la carne molida debido al mayor área de exposición tiende a oscurecerse con mayor facilidad que la carne en trozo.

En relación al comportamiento del empaque con el color de la carne; se observó que el empaque a vacío mantuvo el color normal de la carne, mientras que el empaque sin vacío (aeróbico) tendió a incrementarlo, lo cual hace indeseable la carne a la vista del consumidor. Otro de los tratamientos que se comportó de manera diferente al esperado fué el almacenamiento, donde se suponía que la refrigeración mantendría el color mejor que la temperatura ambiente, presentandose lo contrario, por lo cual se concluye que el color de la carne a altas temperaturas se mantiene gracias a la actividad metabólica de las bacterias en su producción de ácido láctico.

En cuanto al desarrollo de las bacterias acidolácticas y testigos con relación al color de la carne, se puede concluir que todas mantuvieron aceptable el color, aunque unas mejor que otras; por ejemplo *Streptococcus cremoris* (S.c.), tendió a incrementar el color, mientras que las demás bacterias y testigos lo mantuvieron normal.

CARNE COCIDA.-

El análisis de los resultados obtenidos en la medición del olor de la carne cocida, permite observar que en general el color se mantiene normal, aunque en unos tratamientos más que en otros, por ejemplo: El empaque a vacío conserva el olor más agradable que el empaque sin vacío (aeróbico).

Otro de los tratamientos que se comportó de manera similar fué el de las bacterias acidolácticas y testigos, de las cinco bacterias, la mejor fué *Streptococcus cremoris* (S.c.) y la peor fué *Lactobacillus bulgáricus* (L.b.).

Respecto a la medición del color se concluye que éste se mantuvo normal en todos los tratamientos con sus variantes.

Lo referente a la textura con respecto al almacenamiento, se observó que a los 7 días la textura era más suave que a los 30 días de almacenamiento de la carne. En cuanto a los tratamientos de empaque y presentación mantuvieron suave la textura de la carne cocida.

En cuanto a las bacterias acidolácticas y testigos, se determinó que todos mantuvieron una textura suave, aunque unas más que otras como por ejemplo *Lactobacillus bulgáricus* (L.b.) la cual mantuvo la textura más suave, mientras que SM (Sin bacteria con medio) tendió a endurecer la textura de la carne cocida.

La apariencia de la carne cocida, se mantuvo normal a lo largo de los 30 días de almacenamiento al igual que en los tratamientos de empaque y presentación. Respecto a las bacterias y testigos se concluye que todas conservaron la apariencia normal de la carne cocida , aunque unas más que otras, por ejemplo: *Lactobacillus bulgáricus* fué la mejor, mientras que la peor fué *Lactobacillus plantárum* (L.p.).

VII.-RECOMENDACIONES

Considerando los resultados evaluados para cada una de las variables medidas en la presente investigación, se recomienda lo siguiente:

En cuanto a la utilización de la temperatura de almacenamiento, se recomienda bajar la temperatura de refrigeración y combinar el almacenamiento en refrigeración con el almacenamiento a temperatura ambiente, ya que en ésta observamos un desarrollo acelerado en la producción de ácido láctico, el cuál mantiene un pH normal através del tiempo, sin embargo ésta temperatura incrementa el pH cada vez más hasta provocar la descomposición de la carne el cual no es el objetivo del trabajo, sino mantener el pH normal para alargar el tiempo de conservación de la carne; por lo cual se recomienda en una investigación futura la combinación de temperaturas, la cuál pueda aportar mayores conocimientos sobre la conservación de las características organolépticas de la carne inoculada con bacterias acidolácticas.

En cuanto a la utilización de las bacterias lácticas en la conservación de la carne cruda se recomienda el uso de *Streptococcus cremoris* (S.c.) ya que mantiene las características organolépticas de la carne cruda bajo las siguientes condiciones: empacada a vacío, bajo refrigeración, por un tiempo de siete días. La bacteria que mejor conservó las características organolépticas de la carne cocida fué *Lactobacillus bulgáricus* (L.b.), bajo las condiciones dadas de refrigeración, empacado, tiempo y presentación.

VIII.- RESUMEN

Las bacterias acidolácticas utilizadas en la presente investigación pertenecen a las familias Lactobacillaceae y Streptococaceae, las cuales se destacan por la producción de ácido láctico y el descenso de pH. Por esa misma razón, el objetivo de la investigación es utilizar el ácido láctico de las bacterias lácticas como conservador de las características organolépticas de la carne fresca y cocida como lo son: color, olor, blandura, textura, jugosidad, apariencia, etc.

El trabajo de investigación se realizó bajo la siguiente metodología: se utilizaron 15 kg de carne de res, la mitad se molió y la otra mitad se cortó en trozo, se mezclaron perfectamente por separado y se refrigeraron por 24 hrs. a 5 °C para su uso posterior. En cuanto a la inoculación de la carne, se utilizaron 5 cultivos bacterianos puros de 24 hrs. y se prepararon 200 ml de caldo láctico y 200 ml de agua destilada estéril como controles durante el experimento; se utilizaron 576 muestras, distribuidas en 8 tratamientos, cada uno con 12 repeticiones divididas en 3 tiempos, cada tratamiento incluye: presentación, empaque, almacenamiento y tipo de bacteria. Después de etiquetar las 576 bolsas, se embolsaron 288 con carne molida (20gr aprox.), y 288 con carne en trozo, después se inocularon las muestras, usando 1.5 ml. de cultivo de 24 hrs. de cada bacteria y testigos. Posteriormente se realizó el empackado (vacío y normal), después se almacenaron, unos tratamientos a temperatura ambiente y otros en refrigeración a 9°C.

En cuanto a la evaluación de las variables medidas se obtuvieron los siguientes resultados: El pH, se observó dentro de un rango normal en los diferentes tratamientos, aunque en unos mejor que en otros, por ejemplo; el empackado a vacío conservó mejor el pH y se observó que la bacteria *Streptococcus cremoris* (S.c.) destacó en la conservación del pH de la carne fresca.

Respecto al olor de la carne cruda, se observó, entre mayor es tiempo de almacenamiento, mayor es el avance de putrefacción; en cuanto al uso del empaque se observó una diferencia significativa entre el empackado al vacío y el empackado normal,

donde por supuesto el vacío mantuvo un olor agradable, mientras que el normal tendió a enranciarlo.

El color del exudado de la carne cruda se mantuvo aceptable hasta los 14 días de almacenamiento; la presentación de la carne no influyó en el cambio de coloración del exudado; el empaque al vacío mantuvo el color del exudado normal, mientras que el empaque sin vacío tendió a incrementarlo, respecto al empleo del almacenamiento, la no refrigeración mantuvo mejor el color que la refrigeración, debido a la actividad metabólica acelerada de las bacterias en la producción de ácido láctico en la no refrigeración. En cuanto a la utilización de bacterias, *Streptococcus cremoris* (S.c.), *Streptococcus lactis* (S.l.) y *Lactobacillus bulgáricus* (L.b.) y SM (Sin bacterias con medio), mantuvieron el color agradable, mientras que las demás bacterias tendieron a incrementarlo.

El color de la carne cruda, se mantuvo normal (rojizo-rosado) hasta los 14 días, la presentación de la carne influyó significativamente en el color, presentándose un color más oscuro en la carne molida que en la carne en trozo; en cuanto al empaque el vacío mantiene más aceptable el color que el no vacío; el almacenamiento bajo la no refrigeración fué mejor que la refrigeración debido a la actividad metabólica acelerada de las bacterias en la no refrigeración; las bacterias con relación al color, se observó que *Lactobacillus bulgáricus* (L.b.) y SM (Sin bacteria con medio), mantuvieron un color aceptable, mientras que las demás tendieron a incrementarlo.

Los resultados obtenidos de los tratamientos utilizados en la medición del olor, color, textura y apariencia fueron aceptables en general, puesto que cada tratamiento conservó las características normales de la carne cocida.

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación, se concluye lo siguiente: Las variables medidas de color, olor, pH, y color de exudado en carne cruda se mantuvieron en el rango normal establecido cumpliéndose de cierta manera el objetivo de la investigación, respecto al olor, color, textura y apariencia en carne cocida, se obtuvieron resultados aceptables en la medición de éstas variables.

IX.- BIBLIOGRAFIA

Foster , E . 1968. Microbiología de la Leche. Ed. Herrero. México, D.F.

Forrest, Aberle, Hedrick, Judge, Merkel. 1979. Fundamentos de la Ciencia de la Carne. Ed. Acribia, Zaragoza (España).

Garibay, Ramirez, Murguía. 1993. Biotecnología Alimentaria. Ed. Limusa. México, D.F.

Hansen, A. 1959. Microbiología de las Fermentaciones Industriales. 7ª edición. Ed. Acribia, Zaragoza (España).

Hernández, C. 1995. Actividad Proteolítica de las Bacterias Acidolácticas. Tesis de Licenciatura en Industrias Alimentarias. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Jay, J.M. 1994. Microbiología Moderna de los Alimentos. 3ª edición. Ed. Acribia, Zaragoza (España).

Lawrie, R.A. 1977. Ciencia de la Carne. 2ª edición. Ed. Acribia, Zaragoza (España).

Nuñez, Fco. 1978 Tecnología de los Alimentos; "Industrialización de la Carne". Ed. SEP. Universidad Autónoma de Chihuahua. México.

Rodríguez, C. 1993. Industrialización y Conservación de la Carne. Ed.-Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

