

**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TITULO**

**“INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE TRES GASES  
PUROS Y MEZCLAS EN EL GRADO DE  
CONSERVACIÓN DE CARNE BOVINO”**

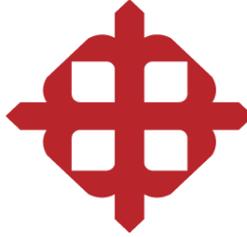
**AUTOR:**

**ZAVALA ARÉVALO LUIS FERNANDO**

**PROPUESTA METODOLÓGICA PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO CON MENCIÓN EN  
GESTIÓN EMPRESARIAL AGROPECUARIA**

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

**2015**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**CERTIFICACIÓN**

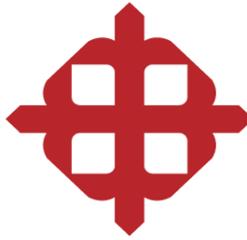
Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por: **Zavala Arévalo Luis Fernando**, como requerimiento parcial para la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario.

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

---

**Ing. Agr. John Franco Rodríguez, M. Sc.**

**Guayaquil, a los 30 días del mes de abril del año 2015**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, Luis Fernando Zavala Arévalo**

**DECLARO QUE:**

La Propuesta Metodológica **Influencia de la combinación de tres gases puros y mezclas en el grado de conservación de carne bovino**, previa a la obtención del Título Ingeniero Agropecuario ha sido desarrollada respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

**EL AUTOR**

---

**Luis Fernando Zavala Arévalo**

**Guayaquil, a los 30 días del mes de abril del año 2015**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**AUTORIZACIÓN**

**Yo, Luis Fernando Zavala Arévalo**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución de la Propuesta: **Influencia de la combinación de tres gases puros y mezclas en el grado de conservación de carne bovino**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**EL AUTOR**

---

**Luis Fernando Zavala Arévalo**

**Guayaquil, a los 30 días del mes de abril del año 2015**

## ÍNDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
Índice.....	v
Índice de tablas.....	ixx
1. Introducción.....	1
Objetivos.....	2
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos.....	3
Hipótesis.....	3
2 Marco teórico.....	4
2.1 La Carne.....	4
2.1.1 Definición.....	4
2.1.2 Composición y calidad de la carne.....	4
2.1.3 Propiedades nutritivas de la carne.....	5
2.1.4 Modificaciones en la carne después del sacrificio.....	7
2.1.5 Tipos de carne.....	9
2.1.6 Microbiología de la carne.....	10
2.1.7 Conservación de carnes.....	13
2.1.8 Sistemas de conservación.....	13
2.1.8.1Refrigeración.....	14
2.1.8.2Congelación.....	15
2.1.8.3Tratamiento Térmico.....	15
2.1.8.4Deshidratación.....	16
2.1.8.5Irradiación.....	16

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
2.1.8.6 Sustancias químicas .....	17
2.2. Atmósferas Controladas .....	18
2.2.1 Clasificación .....	18
2.2.1.1 Atmósfera Controlada .....	19
2.2.1.2 Atmósfera modificada .....	19
2.2.1.3 Ambiente controlado .....	21
2.2.1.4 Envasado inyectado de gas .....	21
2.2.1.5 Envasado al vacío .....	211
2.2.1.6 Envasado al vacío con película adherida .....	22
2.2.2 Gases utilizados .....	255
2.2.2.1 Oxígeno .....	26
2.2.2.2 Dióxido de carbono .....	27
2.2.2.3 Nitrógeno .....	28
2.2.2.4 Otros gases .....	28
2.2.3 Equipos .....	29
2.2.3.1 Absorvedores de CO <sub>2</sub> .....	30
2.2.3.2 Catalizadores de C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> .....	30
2.2.3.3 Quemador de O <sub>2</sub> .....	32
2.2.3.4 Gasificador de N <sub>2</sub> .....	32
2.2.3.5 Aparato de medición .....	34
2.2.3.6 Analizador de gas .....	34
2.2.3.7 Válvula de seguridad de sobrepresión .....	34
2.2.3.8 Válvula de seguridad de presión .....	35

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
2.2.3.9 Manómetro en U.....	35
2.2.3.10 Absorbedores de diferencia de presión.....	35
2.2.3.11 Hermeticidad de las cámaras.....	36
2.2.4 Manejo en cámara de atmósfera controlada.....	36
2.2.5 Descripción de la técnica .....	38
2.2.5.1 Envasado en atmósferas controladas.....	39
2.2.5.2 Envasado o almacenamiento en atmósferas modificadas.....	40
2.2.6 Tipos de envasadoras.....	41
2.2.6.1 Envasadoras de vacío o campana.....	41
2.2.6.2 Envasadoras verticales.....	42
2.2.6.3 Envasadoras horizontales.....	43
3 Marco operacional .....	44
3.1 Materiales.....	44
3.1.2 Duración.....	44
3.1.3 Materiales.....	45
3.2 Los factores en estudio.....	45
3.2.1 Tratamiento en estudio.....	45
3.2.2 Características de los tratamientos.....	46
3.2.3 Combinaciones de tratamiento.....	47
3.2.4 Diseño experimental.....	47
3.2.5 Análisis de varianza .....	48
3.2.6 Análisis funcional.....	48
3.2.7 Manejo del ensayo.....	49

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
3.2.8 Variables a evaluar .....	49
3.2.9 Cronogramas de actividades. ....	50
3.3 Presupuesto .....	50
4 Resultados Esperados.....	51
Bibliografía.....	52

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Microbiología de la carne.....	12
Tabla N° 2 Composición cualitativa.....	13
Tabla N° 3 Gas investigado para su aplicación en atmosferas protectoras.....	29
Tabla N° 4 Periodo de conservación de algunos alimentos.....	39
Tabla N° 5 Combinaciones de tratamiento.....	47
Tabla N° 6 Andeva.....	48
Tabla N° 7 Cronogramas de actividades.....	50
Tabla N° 8 Costos del proyecto.....	50

## 1. INTRODUCCIÓN

La ganadería ha sido considerada tradicionalmente como un complemento de la agricultura y, en general, su práctica se ha localizado en las zonas menos favorables para los cultivos.

Actualmente, la ganadería es una actividad ampliamente practicada en todo el mundo. Su área de extensión es mayor que la de la agricultura, ya que el ganado se puede criar en zonas donde el clima impide el desarrollo de los cultivos, como las altas montañas o las zonas demasiado áridas.

Siendo el Ecuador un país altamente agropecuario se ha desarrollado en la explotación de ganado bovino, porcino, ovino, caprino y avícola. Siendo una de las mayores actividades de campo la crianza de ganado bovino con una producción de 4 794 000 cabezas destinados a la producción de leche y carne, así como la de ave de corral existe 143 280 000, otra es la crianza de cerdos alcanzando una población de 2 959 000 animales.

Alcanzando con esto una producción nacional de 190 800 tm de carne bovina valor que no permite abastecer el consumo de carne per cápita que es de 115.9 kg al año, por lo que es necesario la importancia de casi 15 900 tm al año para cubrir el consumo nacional de 16 kg habitante al año; mientras que al año se produce 144 900 tm de carne de cerdo. (FAO, 2011).

Dato importante es que el consumo de carne bovina ha disminuido en los últimos años hasta llegar a unos 10 kg por persona, mientras que la carne de ave va aumentando hasta alcanzar unos 23 kg por persona al año hasta el 2009. (FAO, 2011).

La carne puede contaminarse con determinados agentes patógenos para el ser humano. Muchos de ellos proceden de los mismos animales, su control en la explotación es esencial para reducir el nivel de contaminación en mataderos, plantas de proceso y en el producto final. La carne inadecuadamente procesada puede ser una importante fuente de bacterias patógenas que pueden ser la causa de enfermedades o toxiinfecciones alimentarias, por lo que nace la importancia de mejorar los medios de conservación de las carnes para mantener así su estado óptimo, sin perder sus propiedades hasta ser consumida.

Con los antecedentes expuestos se presentan los siguientes objetivos.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Evaluar la influencia de la aplicación de tres gases puros y combinados en la conservación de carne bovino.

### **Objetivos específicos**

- Determinar el tiempo de conservación de la carne bovina por la aplicación de gases.
- Determinar la vida útil de la carne en todos los tratamientos.
- Evaluar la calidad organoléptica y microbiológica de los tratamientos.
- Calcular la inversión del tratamiento más eficiente.

### **Hipótesis**

La aplicación de gases influye positivamente en la conservación de la carne bovino.

## **2 MARCO TEÓRICO**

### **2.1 La Carne**

#### **2.1.1 Definición**

La carne es el tejido muscular de los animales; en la alimentación humana se utiliza en forma directa o procesada. (Bavera, 2009).

#### **2.1.2 Composición y calidad de la carne**

La carne está constituida por agua, proteínas, grasas, sales e hidratos de carbono. La composición varía según la clase de carne; por esto, cada clase tiene su propia aplicación en los distintos productos cárnicos, y determina la calidad de estos.

La calidad de la carne depende de la categoría en la cual el animal ha sido clasificado al momento de su recepción en el matadero. Después del sacrificio, se determina la calidad en tres clases, según las siguientes características:

- Primera: medias canales de animales magros.
- Segunda: medias canales de animales semigrasos.
- Tercera: medias canales de animales grasos.

El sabor y la textura de la carne dependen de las condiciones ambientales en las cuales el animal se ha desarrollado y de su alimentación, edad, salud y sexo. También el manejo de la canal, el despiece y los cortes influyen en la calidad de la carne. (Cibrian, 2012).

### **2.1.3 Propiedades nutritivas de la carne**

Todos los tipos de carne, incluida la de vacuno, son una fuente fundamental de proteínas, imprescindibles para la formación celular. Las proteínas son sustancias complejas, los aminoácidos son el bloque fundamental de las proteínas. Estas en conjunto con el agua, no sólo son la base de la estructura corporal y tisular, sino también enzimas, hormonas y tienen funciones de agentes transportadores entre otros procesos. Las proteínas son fuente de aminoácidos esenciales para la resistencia corporal ante las enfermedades infecciosas, para la digestión de las sustancias nutritivas, para la acción glandular endocrina y como los componentes de los anticuerpos, de las enzimas digestivas y de las hormonas. La carne es sin duda alguna una muy importante fuente de proteínas esenciales. (Narvaez, 2012)

La carne vacuna es un alimento que en muchas familias resulta imprescindible. Las propiedades de la carne roja no sólo son de sabor, también tiene propiedades nutricionales que el organismo utiliza para regenerar tejidos, así como para construirlos. Además aporta minerales como el hierro, zinc, fósforo, calcio, potasio, magnesio; y vitaminas A, B1, B2, B3, B5, B6, B9, B12, E. (Narvaez, 2012)

La carne de res es fuente importante de niacina o B3, que colabora en los sistemas enzimáticos intracelulares en la producción de energía, ayuda a metabolizar los hidratos de carbono, proteínas y grasas. La vitamina B6 convierte el triptófano a niacina, otras fuentes son las harinas integrales, cereales, frijoles y vegetales. (Narvaez, 2012)

La carne de ternero, hígado de res y cordero son altas fuentes de vitamina B12 otras fuentes son el pescado, queso y la yema de huevo. Esta vitamina solo se

encuentra en alimentos de origen animal y participa en la síntesis de ADN, necesaria, al igual que el hierro, contra las anemias y para la renovación de los tejidos.

La carne magra contiene muy poca vitamina A, necesaria para el mantenimiento de los tejidos y la visión. Las carnes prácticamente tienen nada de vitamina D y ácido ascórbico. El hígado es fuente importante de vitamina A, D y K.

Estudios muestran que los métodos de cocción no alteran el valor proteico sin embargo cocciones a temperaturas altas pueden disminuir el valor biológico de las proteínas cárnicas.

En el caso de la grasa su cantidad puede cambiar dependiendo el método de cocción utilizado. La cocción en agua reduce la cantidad de grasa final por que el método permite que la grasa se escurra y se derrita.

Métodos como el freír aumenta la grasa total del alimento por que la carne se cocina añadiendo grasa y la grasa propia de la carne no se elimina. En el caso de los minerales el hierro y el zinc son termoestables sin embargo la cocción en agua causa que el hierro se disuelva en el líquido. Para evitar lo antes mencionado se recomienda cocinar en poco líquido, recipientes pequeños y evitar la sobre cocción.

En el momento de la compra de la carne se tienen que tener en cuenta, el color, el olor, la textura, etc. Con la carne de vaca el color tiene que ser de un rojo muy intenso. La carne de ternera tiene que ser blanca. Esto último es válido para carnes de primera calidad. En el caso de las carnes de tercera calidad, los colores cambian. La carne de ternera un color rojo pálido, la de vaca un rojo oscuro. (Narvaez, 2012)

El olor es muy importante para identificar una carne de primera calidad de otra que no lo es. El olor característico de una carne de primera calidad de vaca es

agradable y dulzón; mientras que las carnes de tercera calidad, no tienen olor o es desagradable.

Por sistema, cuando se vea una carne rugosa significará que tiene mal tacto y que es una carne de un animal viejo, una carne blanda, de tercera calidad. La carne de primera calidad es firme, se aprecia visualmente. (Narvaez, 2012).

#### **2.1.4 Modificaciones en la carne después del sacrificio**

Después del sacrificio, la carne está sujeta a modificaciones bioquímicas. Algunas de estas modificaciones son negativas, como la rigidez cadavérica, la maduración mefítica y la putrefacción; otras son positivas, como la maduración.

La rigidez cadavérica es la contradicción muscular que se manifiesta después del sacrificio, la rigidez cadavérica desaparece en uno o dos días. Se puede reconocer fácilmente:

Después de la muerte del animal, los músculos se relajan y la carne en este momento, es tierna.

“Al manifestarse la rigidez, los músculos son inextensibles. La carne cocida en este momento es dura. A medida que la rigidez cadavérica desaparece, se desarrolla el proceso de maduración y el músculo se vuelve cada vez más tierno”.

La maduración es la modificación provocada por la acción enzimática, que proporciona a la carne las características que le confiere la sazón. La carne de animales recién sacrificados no tiene sabor; además es brillante, seca y vidriosa. Al ser cocida es seca y correcta. En cambio, la carne en maduración pierde brillantez, cambia de color, a marrón rojizo, y al ser cocida adquiere sabor, se vuelve blanda y suelta jugo. El tiempo necesario para la maduración es variable, depende de la

temperatura del local, de la edad y el sexo del animal. Cuanto más elevada es la temperatura más rápidamente se desarrolla la maduración.

El estado de la carne, en relación con el sabor, a textura y el grado de maduración, se determina por medio del pH. En el animal vivo, el pH del músculo es aproximadamente de 7.0. Después de la muerte, el pH empieza bajar, hasta alcanzar un valor promedio de 5.7 en 24 horas. Mientras se desarrolla la maduración, el pH vuelve a subir nuevamente hasta 6.3.

Esto significa que están presentes gérmenes, que empiezan a provocar la descomposición de la carne. En este momento es preciso que el laboratorio de control de calidad efectúe los análisis bacteriológicos.

La maduración mefítica, se desarrolla cuando el calor interno permanece en la canal después de la evisceración. Esto ocurre por atraso en las operaciones posteriores al sacrificio, por oreado a elevadas temperaturas o por la incorrecta refrigeración.

La carne alterada presenta un olor desagradable, un color que se vuelve café y una consistencia blanduzca. Esta carne no es adecuada para la venta en estado fresco pero puede ser utilizada para elaborar productos escaldados y cocidos. Si no se utiliza antes de que el pH haya alcanzado el valor de 6.2, los cambios bioquímicos provocados por las enzimas proporcionan el ambiente propicio para el desarrollo de microorganismo. La carne adquiere color verdoso, olor a podrido y consistencia viscosa y pegajosa.

Se distinguen dos tipos de putrefacción; una es causada por bacterias aeróbicas que afectan los tejidos más superficiales del musculo; la otra es causada por bacterias anaeróbicas que afectan los tejidos profundos. (Sufupro.Org, 2009).

### 2.1.5 Tipos de carne

La carne puede clasificarse según el color del tejido muscular, y este depende de la cantidad de mioglobina, que es un pigmento muscular rico en hierro, bajo este criterio pueden clasificarse en:

- Carnes blancas, de aspecto blanco-rosáceo, como el pollo o el pavo
- Carnes rojas, de color rojo como la ternera, buey o caballo, y,
- Carnes negras, de color oscuro, como las carnes de caza.

Cuanto más oscuro es el color de la pieza o animal, mayor es el contenido en hierro; de todas maneras, la cantidad de proteínas no varía prácticamente de unas a otras. (Serra, 2009).

Con un nivel de consumo muy superior al del resto de los grupos alimentarios, la carne es uno de los platos más apreciados por los consumidores. La carne es un alimento rico en proteínas y grasa. Todos los tipos de carne presentan una composición proteica similar, y lo que realmente la diferencia es la calidad de su grasa. En este sentido, cuanto más saturadas son las grasas de la carne, menos saludable resulta ésta para la salud. La carne como alimento es una excelente fuente de aminoácidos esenciales y, aunque en menor medida, también de ciertas vitaminas, principalmente del grupo B, y minerales. Entre estos últimos cabe destacar el hierro, no tanto por su concentración, sino por su mayor disponibilidad. (Delindo, 2009)

Sin embargo existe cierta controversia sobre los efectos negativos de una dieta rica en carne sobre la salud, básicamente porque la carne no contiene fibra, y en su grasa predominan ácidos grasos insaturados. Por esto, los expertos sugieren que un elevado consumo de carne puede asociarse con el padecimiento de enfermedades cardiovasculares, hipertensión e incluso con algunos tipos de cáncer. Los

nutricionistas estiman que podríamos consumir como máximo un filete pequeño de carne al día. En general la población sobrepasa este tope, sobre todo si se tienen en cuenta los embutidos, que suelen tener cifras de grasa muy superiores. (Delindo, 2009)

Las carnes más consumidas son:

Ovino y caprino: Tienen la grasa más saturada, por lo que resulta aconsejable consumirlas de forma ocasional y con moderación.

Porcino: En la composición del músculo de la carne de cerdo se encuentra una proporción de ácido graso oleico – el mismo que predomina en el aceite de oliva – de cerca del 60 %. Además, el contenido en colesterol de la carne porcina (69 – 72 mg por cada 100g) es muy similar al de la carne de pollo (69 mg por cada 100 g) y ligeramente superior a la carne de ternera (59 - 65 mg por cada 100 g).

Vacuno: La vaca proporciona carne con una grasa de saturación intermedia. Sin embargo, el gusto del consumidor europeo continental ha condicionado la selección de las razas destinadas a la producción cárnica de una forma diferente a la seguida en otras áreas geográficas, especialmente el Reino Unido y América. Por su consumo aumenta el riesgo de sufrir problemas cardiovasculares.

Aves (pollo): La cantidad de grasa en el músculo aviar es muy baja, lo que nos permite suponer que su carne es una fuente de concentrado proteico.

Conejo: Su carne es la que tiene más grasa insaturada. Además tiene una proporción de grasa relativamente baja – en músculo incluso menor del 3 % – y con una variedad interesante de ácidos grasos. Esto hace que sea la más “saludable”. (Delindo, 2009).

### **2.1.6 Microbiología de la carne**

La carne contiene, sobre todo en superficie, a la llegada a la industria transformadora, un elevado número de microorganismos, como consecuencia de haber estado en contacto con el aire, agua, utensilios y manos del operador durante las manipulaciones propias del proceso de sacrificio, en la preparación de la canal, en el despiece y en el almacenamiento y transporte. Entran a formar parte de esta microflora gérmenes patógenos para el hombre y los animales, otros capaces de alterar las carnes y sus transformados y un grupo de ellos necesarios para el proceso bioquímico imprescindible en la elaboración de productos cárnicos.

Las variaciones cuantitativas de la microflora se ven influenciadas, en más o menos, por un cierto número de factores; estos pueden ser intrínsecos, de la propia carne, como el valor pH, el valor  $a_w$ , entre otros, otros inherentes al propio producto transformado, como puede ser el tratamiento sufrido por calor o frío y otros más, extraños al mismo, por ejemplo almacenamiento, temperatura ambiental, humedad.

La necesidad de un control microbiológico en todas las fases del proceso de transformación se hace indispensable, por razones tan lógicas como pueden ser la seguridad de que los productos industrializados destinados a la alimentación humana posean una calidad higiénica y sanitaria satisfactoria, la economía en la producción, por la pérdida de deterioro que supone, que por un lado encarece el producto y por otro desprestigia a la industria al recibir devoluciones y quejas del comprador. (Amo, 2009).

La carne como primera materia en esta industria ha de ser la primera que debe ser controlada. La adquisición de carnes foráneas de diferentes procedencias, cuyo manejo puede haber sido realizado en condiciones desfavorables, y su

transporte efectúan sin las debidas garantías, contienen una microflora muy variable, en cuanto a cantidad y calidad. En carne frescas o congeladas, picadas o troceadas, puede considerarse aplicable la clasificación de acuerdo con el número de microorganismo presente, que exponen a continuación:

**Tabla N° 1 Microbiología de la carne.**

<b>Microorganismos</b>	<b>Rango aceptable</b>
Aceptable para consumo fresco con un contenido máximo en microorganismo de	$10^4$ a $10^5$
Contaminación tolerable	$10^5$ a $10^6$
Fuerte contaminación, solo tolerable en ciertas condiciones de composición	$10^6$ a $5 \times 10^6$
Inaceptable contenidos superior a	$10^7$

**Fuente:** (Amo, 2009)

En cuanto a la composición cualitativa, se da aquí, como orientación unos valores referidos a las más importantes especies bacterianas, bajo el punto de vista de su patogenicidad para el hombre:

**Tabla N° 2 Composición cualitativa.**

<b>Microorganismos</b>	<b>Rango aceptable</b>
<i>Enterococos, estreptococos viridans</i>	menos de 100000/g.
<i>B. cereus, estafilococos</i>	menos de 200/g.
<i>Clostridiosperfringens</i>	menos de 10/g.
<i>Coliformes totales( a 30 C)</i>	menos de 100/g.
<i>E. coli ( a 30 C)</i>	menos de 1/g.

**Fuente:** (Amo, 2009).

### **2.1.7 Conservación de carnes**

La carne es un medio rico en nutrientes tales como C<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, vitaminas, necesarias para el crecimiento de los microorganismos, además de que presenta una serie de factores que ayudan a tales efectos como son, la temperatura, el agua disponible aw, la presión osmótica, pH, potencial redox y la composición atmosférica. Los microorganismos que pueden alterar la carne, llegan a ella por infección del animal vivo (contaminación endógena) o por invasión postmortem (contaminación exógena) la contaminación exógena es la más importante en las carnes, puede ser causa de intoxicaciones alimentarias por bacterias u hongos. (Diaz, 2009).

### **2.1.8 Sistemas de conservación**

La conservación ha experimentado importantes avances con la introducción de métodos de envasado materiales envolventes adecuados. Es evidente que, además

de impedir la alteración, los métodos de conservación deben valorarse atendiendo también a otros criterios como: (Zamora, 2010)

- Su efecto sobre la calidad del producto;
- Si implican riesgos sanitarios para los manipuladores o consumidores;
- Posibles fallos del método;

Los problemas relativos a la distribución y comercialización del producto; y La evaluación económica e ingeniería de la aplicación comercial del método. (Zamora, 2010)

### **2.1.8.1 Refrigeración**

Es el enfriamiento de un producto a temperaturas por encima de su punto de congelación, por ejemplo +5 °C o 0-2 °C. El termino superrefrigeración se reserva algunas veces para el enfriamiento de un producto justo por encima o por debajo de su punto de congelación.

Ejemplo -2 a +2 °C. El almacenamiento se realiza a temperaturas de refrigeración (0-5 °C). (Ranken, 2009).

Una refrigeración adecuada depende de los siguientes factores:

- Una rápida pre-refrigeración.
- Una temperatura adecuada de refrigeración.
- La circulación y velocidad correcta del aire.

Estos factores influyen en las pérdidas de peso por evaporación, en el crecimiento de los microorganismos y en la actividad de las enzimas. (Paltrinierl, 2009).

### **2.1.8.2 Congelación**

Es el enfriamiento de un producto a temperaturas muy bajas, de forma que su agua de constitución se transforme en hielo, y el producto tenga una apariencia totalmente sólida. Normalmente la congelación se hace a temperaturas de -18 a -20 °C. Esto se logra al mantener el ambiente del almacén a la temperatura deseada. (Ranken, 2009)

### **2.1.8.3 Tratamiento térmico**

El tratamiento térmico de las carnes y productos cárnicos es el método que más se emplea para destruir los microorganismos potencialmente toxígenos y los causantes de alteración que puedan contener. En este sentido es comparable con la refrigeración, método usual de inhibir el desarrollo de dichos microorganismos sin destruirlos. Aunque algunos microorganismos sobrevivientes quedan lesionados y no crecen.

La conservación de la carne por calentamiento puede hacerse a dos niveles. El calentamiento moderado, como el que se aplica a carnes curadas, prolonga la vida útil del producto mantenido en refrigeración. El calentamiento más intenso al que se someten la mayor parte de los productos cárnicos enlatados (exceptuando el jamón York), permite obtener productos estables que no requieren almacenamiento en refrigeración. En ambos tipos de calentamiento el producto queda cocido, el efecto del calentamiento sobre la calidad organoléptica es aproximadamente proporcional a la cantidad de calor aplicada. (Preece, 2010).

#### **2.1.8.4 Deshidratación**

Durante muchos siglos las sociedades primitivas han concurrido a la desecación natural para conservar la carne. A veces la desecación se efectuaba sobre hogueras para obtener carnes ahumadas. En la actualidad se preparan por su buena aceptación en embutidos secos y semisecos y carnes vacuna desecada. La fermentación que tiene lugar en los mencionados produce una acidificación que contribuye a su estabilidad.

Las carnes deshidratadas son muy apropiadas para la alimentación de tropas debido a su poco peso y a que conservan sin necesidad de refrigerarlas. Cuando se deshidratan en estado precocinado pueden prepararse para el consumo rápido y fácilmente. Todas estas características las hacen también muy apropiadas para el consumo general.

Al eliminar parte del agua de la carne de los nutrientes hidrosolubles se concentran en el agua residual evitando el crecimiento de los microorganismos alterados y toxígenos. (Preece, 2010).

#### **2.1.8.5 Irradiación**

Al fenómeno físico por que la energía se propaga en el espacio, aunque este vacío, se suele denominar radiación. Existen dos tipos de radiaciones: (1) las radiaciones corpusculares o emisiones de diversos tipos de partículas atómicas o subatómicas que transfieren su energía cinética a todo lo que choca con ellas, y (2) las radiaciones electromagnéticas de naturaleza eléctrica y magnética con capacidad de auto propagación y cuya energía se disipa al modificar la estructura interna de la materia. Los fenómenos acústicos, como las ondas sonoras y ultra sonoras, se

propagan solo a través de un medio elástico y no se consideran radiaciones. (Priece, 2010).

#### **2.1.8.6 Sustancias químicas**

Lo primero que se ocurre para impedir que un alimento se altere rápidamente es añadirle alguna sustancia. La necesidad de guardar alimentos producidos en épocas de abundancia para consumirlos en épocas de escases ha dado origen a los métodos de conservación más antiguos y mejor establecidos. El curado de la carne constituye un ejemplo clásico de este tipo de conservación, cuyo origen se pierde en la antigüedad.

Modernamente el curado tiene menos interés como técnica de conservación debido a la difusión del uso de refrigeración, pero el proceso de curado sigue teniendo actualidad y aceptación como medio de preparar productos cárnicos variados, de diferentes características organolépticas. No obstante, aún continúan elaborándose productos cárnicos cuya conservación depende totalmente de la técnica de curado.

Los conservadores no solo deben prolongar la vida útil de los alimentos sino que además tienen que satisfacer otras exigencias, como no impartir olores, colores o sabores desagradables de los alimentos, ni alterar su textura. Su inocuidad para el consumo humano, a las concentraciones eficaces debe estar cuidadosamente comprobada, teniendo en cuenta, por razones de seguridad que el consumo de alimento conservado puede prolongarse durante largos periodos de tiempo. (Priece, 2010).

## **2.2 Atmosferas Controladas**

Los equipos y sistemas frigoríficos ocupados en refrigeración, en su mayoría están orientados a los alimentos en su almacenaje, conservación, distribución, y proceso. Los equipos y sistemas frigoríficos sufren adaptaciones físicas y de operación, según la aplicación y el tipo de producto, obteniendo mayor eficacia y eficiencia entre ellos. Así por ejemplo, tenemos sistemas IQF, túneles californianos, cámaras de atmosferas controladas, Chiller de banco de hielo, Hidrocooler para pre-fríos. Esta vez se dará a conocer un poco más sobre atmosferas controladas.

La atmósfera controlada se ocupa en Chile desde finales de los 80's por los frigoríficos fruteros, siendo formalizada por la comercialización de los kiwis y las manzanas. (Bahamondez, 2009).

### **2.2.1 Clasificación**

Atmósfera controlada es un término que se utilizaba hasta fines del año 2000 para referirse a cualquiera de los siguientes procesos:

- Atmósfera controlada.
- Atmósfera modificada.
- Ambiente controlado.
- Envasado inyectando gas.
- Envasado al vacío.
- Envasado al vacío con película adherida.

Hoy en día se realizan diferencias entre estos procesos. (Bahamondez, 2009).

### **2.2.1.1 Atmósfera Controlada**

La atmósfera controlada es una técnica frigorífica de conservación en la que se interviene modificando la composición gaseosa de la atmósfera en una cámara frigorífica, en la que se realiza un control de regulación de las variables físicas del ambiente (temperatura, humedad y circulación de aire). Se entiende como atmósfera controlada (AC) la conservación del producto hortofrutícolas, generalmente en una atmósfera empobrecida en oxígeno ( $O_2$ ) y enriquecida en monóxido de carbono ( $CO_2$ ). En este caso, la composición del aire se ajusta de forma precisa a los requerimientos del producto envasado, manteniéndose constantemente durante todo el proceso.

Esta técnica asociada al frío, acentúa el efecto de la refrigeración sobre la actividad vital de los tejidos, evitando ciertos problemas fisiológicos y disminuir las pérdidas por podredumbre. La acción de la atmósfera sobre la respiración del fruto es mucho más importante que la acción de las bajas temperaturas. Esta atmósfera controlada ralentiza las reacciones bioquímicas provocando una mayor lentitud en la respiración, retrasando la maduración, estando el fruto en condiciones latentes, con la posibilidad de una reactivación vegetativa a una vez puesto el fruto en aire atmosférico normal. (Bahamondez, 2009)

### **2.2.1.2 Atmósfera modificada**

La técnica se basa en el ejemplo de nitrógeno solo o mezclado con dióxido de carbono, y en la reducción del contenido en oxígeno hasta niveles normalmente inferiores al 1 %. (Bahamondez, 2009)

La atmósfera modificada se consigue realizando vacío y posterior reinyección de la mezcla adecuada de gases, de tal manera que la atmósfera que se consigue en el envase va variando con el paso del tiempo en función de las necesidades y respuesta del producto. En la técnica del envasado en atmósfera modificada (EAM) se deben tener en cuenta cuatro componentes básicos: el envase empleado, la mezcla de gases, los materiales de envase y los equipos de envasado, todos ellos condicionados a su vez por la naturaleza del producto a envasar.

La composición normal del aire utilizado en el EAM es de 21 % de O<sub>2</sub>, 78 % de N<sub>2</sub> y menos del 0.1 % de CO<sub>2</sub>. EL CO<sub>2</sub> es un gas altamente soluble en agua y con propiedades bacteriostáticas y fungistáticas, lo que retarda el crecimiento de hongos y bacterias aeróbicas. El CO<sub>2</sub> actúa alargando la fase vegetativa del crecimiento microbiano. El CO<sub>2</sub> no es totalmente inerte y puede influir sobre el color, la consistencia y otros atributos de la calidad de las hortalizas.

Las concentraciones de CO<sub>2</sub> han de estar comprendidas entre el 20 % y 60 %, siendo más efectiva su acción a bajas temperaturas. En el envasado en atmósferas modificadas se procura reducir al máximo el contenido en oxígeno para disminuir el deterioro de los productos por oxidación. El nitrógeno se caracteriza por ser un gas inerte. La utilización del N<sub>2</sub> evita el colapso de los envases en aquellos casos en los que el producto absorbe CO<sub>2</sub>.

Los factores que afectan a la intensidad de estos procesos y las condiciones de manipulación y comercialización, deben ser tenidos en cuenta para diseñar las características del sistema: producto-envase-entorno. Por ello, para efectuar el envasado en atmósfera modificada, debe seleccionarse una película polimérica con características de permeabilidad adecuada. (Bahamondez, 2009)

El ejemplo de películas de diferente permeabilidad dará lugar a la formación de atmósfera de equilibrio distinto y por tanto la evolución de los frutos también será diferente. La envoltura individual de los frutos con una película retráctil conforma una segunda lámina externa de protección y una microatmósfera alrededor del fruto. Esta barrera evita la pérdida de humedad, protege frente a la propagación de podredumbres y mejora las condiciones en la manipulación. (Bahamondez, 2009).

### **2.2.1.3 Ambiente controlado**

El ambiente controlado implica un control total, no solo de los gases de la atmósfera sino también de la temperatura, contenido de la humedad relativa, durante las fases de distribución. (INFOAGRO, 2010).

### **2.2.1.4 Envasado inyectado de gas**

El envasado con gas consiste en arrastrar el aire del interior del envase y su sustitución por otro gas, como CO<sub>2</sub> o N<sub>2</sub>. En este envasado, el aire se desplaza físicamente y puede o no modificarse totalmente la atmósfera interna. En el comercio, este envasado se usa generalmente para eliminar el oxígeno del interior del envase de productos granulados de muy baja humedad, como café. (INFOAGRO, 2010).

### **2.2.1.5 Envasado al vacío**

El envasado al vacío consiste en la eliminación total del aire del interior del envase sin que sea reemplazado por otro gas. En el envasado al 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 semirrígidos, la diferencia de presión puede causar el colapso del envase y el subsiguiente daño al producto al contactar con él, así como aparición de fugas.

Los alimentos metabólicos activos envasados al vacío, como las carnes o ensaladas mixtas, continúan con sus actividades respiratorias, consumiéndose así la pequeña cantidad de oxígeno presente en los tejidos del producto, con lo que aumenta el vacío y se produce CO<sub>2</sub> y vapor de agua. Desde el punto de vista práctico, el envasado al vacío de un producto metabólicamente activo, se transforma, por tanto, en un envasado en atmósfera controlada. Durante casi dos décadas, el envasado al vacío ha sido el método de elección para grandes piezas cárnicas de vacuno y cerdo y es una técnica que se emplea todavía para el envasado de algunas piezas cárnicas destinadas al comercio minorista. (INFOAGRO, 2010).

#### **2.2.1.6 Envasado al vacío con película adherida**

El material de envasado elegido debe ser capaz de mantener constante la mezcla de gases, impidiendo la entrada de O<sub>2</sub> y la fuga de CO<sub>2</sub>. Además es importante que posea las características de antivaho y de permeabilidad. Con la cualidad del antivahose evita que las gotas de agua procedentes del vapor de agua se condensen en la superficie interna del envase. La soldadura de los envases además debe ser resistente e impermeable, deben facilitar la apertura de bolsa. (INFOAGRO, 2010).

A continuación se van a describir de forma resumida, los distintos tipos de películas plásticas que se emplean actualmente en el envasado de frutas y hortalizas frescas.

- **Películas laminadas**

Estas películas están conformadas por láminas de diferentes materiales unidas mediante un adhesivo, en forma de sándwich. Las películas ofrecen una mejor calidad de grabado ya que la superficie impresa es incorporada entre numerosas láminas que las constituyen y esto evita el desgaste durante la manipulación. La desventaja de este tipo de películas es que el proceso de elaboración es caro, lo que hace este tipo de materiales no sea muy empleado.

Las películas laminadas tienen una excelente calidad de grabado al ser impresas generalmente por el reverso sobre el polipropileno y embebidas en la película. Suelen emplearse con productos de baja o media actividad respiratoria, ya que las capas interfieren en la movilidad del oxígeno hacia el interior del envase. (INFOAGRO, 2010).

- **Películas construidas**

Se caracteriza por ser láminas producidas simultáneamente que se unen sin necesidad del adhesivo. Son más económicas que las películas laminadas, sin embargo estas últimas sellan mejor, pues el polietileno se funde y se reconstruye de forma más segura.

Las películas construidas son grabadas en la superficie y tienden a desgastarse con la maquina durante el llenado y el sellado. La velocidad de transmisión de O<sub>2</sub> hacia el interior del envase es mayor que en las películas laminadas. (INFOAGRO, 2010).

- **Películas micro perforadas**

Se emplean en aquellos productos precisan de una velocidad de transmisión de O<sub>2</sub> elevada. Se trata de películas que contienen pequeños agujeros de aproximadamente 40 - 200 micras de diámetro que atraviesan la película. La atmósfera dentro del envase es determinada por el área total de perforaciones en la superficie del envase.

Las películas micro perforadas mantienen unos niveles de humedad relativa altos y son muy efectivas para prolongar la vida media de productos especialmente sensibles a las pérdidas por deshidratación y de deterioro por microorganismos. (INFOAGRO, 2010).

- **Membranas micro porosas**

La membrana micro porosa se emplea en combinación con otras películas flexibles. Se coloca sobre una película impermeable al O<sub>2</sub> la cual tiene una gran perforación. De esta forma se consigue que todos los intercambios gaseosos se produzcan a través de la membrana micro porosa, que tiene unos poros de 2-3 micras de diámetro. La velocidad de transmisión de O<sub>2</sub> se puede variar cambiando su espesor o modificando el número y tamaño del micro poro que conforman la membrana. (INFOAGRO, 2010)

- **Películas inteligentes**

Englobadas dentro de los llamados envases activos, son aquellas esteran formadas por membranas que crean una atmósfera modificada dentro del mismo y que aseguren que el producto no consuma todo el O<sub>2</sub> del interior y se convierta en una atmósfera anaeróbica. (INFOAGRO, 2010)

Estas membranas o películas inteligentes impiden la formación de sabores y olores desagradables, así como la reducción del riesgo de intoxicaciones alimentarias debido a la producción de toxinas por microorganismos anaeróbicos. (INFOAGRO, 2010).

- **El *flow-pack***

El *flow-pack* es un sistema de envasado que se aplica a numerosos productos. El envase está formado por una lámina de film, normalmente polipropileno, que la máquina conforma y sella para formar el envase.

Se caracteriza por una sutura longitudinal en el centro y sendas suturas en los extremos delantero y trasero. En los productos hortícolas, este tipo de envase puede emplearse con o sin bandeja, como es el caso de las fresas y de los pimientos tricolores respectivamente. (García, Gago, & Fernández, 2006)

### **2.2.2 Gases utilizados**

En los sistemas de atmósfera controlada y modificada se debe al diseño de un ambiente gaseoso a medida según las características microbiológicas (microflora natural, contaminación procedente del medio), metabólicas (intensidad respiratorias en los vegetales) y organolépticas (mantenimiento del color rojo en la carne fresca) del alimento. La atmósfera protectora puede contener un único gas o una mezcla de varios de ellos. Se trata de los mismos gases presentes en el aire aunque se combinan en una proporción distinta para su uso en el envasado. La elección de uno u otro sistema de suministro varía en función del tipo de alimento, el volumen de gas consumido para el envasado, la maquinaria utilizada, el uso del gas en otros puntos

de la línea de producción (congelación) y la logística de la empresa. (García, Gago, & Fernández, 2006)

### **2.2.2.1 Oxígeno**

El O<sub>2</sub> es un gas incoloro, inodoro e insípido que se obtiene por destilación fraccionada del aire. Se trata de un gas altamente reactivo y comburente, es decir, que favorece las reacciones de combustión.

Es uno de los principales agentes alterantes de los alimentos. En la mayoría de los productos envasados en atmósfera protectora el objetivo prioritario es eliminarlo o reducir su concentración hasta el menor valor posible.

De este modo, se inhiben las reacciones de oxidación que originan sabores y olores desagradables y el crecimiento de microorganismos patógenos y alterantes que lo necesitan para su actividad metabólica.

La protección del alimento frente al O<sub>2</sub> se lleva a cabo con su retirada del espacio de cabeza, su sustitución por otros gases y la incorporación en el envase de estructuras metalizadas (aluminio, óxidos de aluminio, óxidos de sílice) o materiales poliméricos de excelentes propiedades barrera (etilenvinilalcohol, poliamidas, policloruro de vinilideno).

Existen algunas excepciones en las que se evacua todo el O<sub>2</sub> del paquete. Por ejemplo, el O<sub>2</sub> resulta imprescindible para la conservación óptima de alimentos metabólicamente activos como los vegetales frescos. También previene ciertas modificaciones organolépticas indeseables en algunos productos. Este es el caso de

la carne fresca que mantiene su color rojo brillante cuando hay suficiente O<sub>2</sub> en el envase.

Así mismo, su presencia evita el desarrollo de microorganismos anaeróbicos como las bacterias causantes de la putrefacción en el pescado. (García, Gago, & Fernández, 2006)

### **2.2.2.2 Dióxido de Carbono**

El CO<sub>2</sub> es un gas incoloro e inodoro con un ligero sabor ácido. Se obtiene a partir de fuentes naturales y como subproducto de procesos fermentativos (fabricación de cerveza o vino) o de la producción de amoníaco.

Entre los principales gases implicados en el envasado en atmósfera protectora, el CO<sub>2</sub> es el único con propiedades bacteriostáticas, fungistáticas e insecticidas. Su mecanismo de acción no se ha descrito por completo aunque se sabe que prolonga la fase de lactancia microbiana.

Debido a su acción antimicrobiana las atmósferas que contienen CO<sub>2</sub> se denominan atmósferas activas (100 % de CO<sub>2</sub> o combinación de CO<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> con una proporción elevada del primero) o semiactivas (mezclas de CO<sub>2</sub>-N<sub>2</sub> o CO<sub>2</sub>-N<sub>2</sub>-O<sub>2</sub>) un inconveniente del empleo CO<sub>2</sub> es que difunde a través del material de envasado entre 2 y 6 veces más rápido que otros gases de envasado en atmósfera protectora. (García, Gago, & Fernández, 2006)

### 2.2.2.3 Nitrógeno

El  $N_2$  es un gas incoloro, inodoro e insípido que se obtiene por destilación fraccionada del aire al igual que el  $O_2$ . En algunas ocasiones, puede resultar más económicas su producción en las propias instalaciones del cliente con una planta de membrana permeable o de PSA (adsorción mediante cambio de presión).

Es un compuesto inerte, es decir, que no reacciona químicamente con otras sustancias y presenta además una solubilidad muy baja. Aprovechando su naturaleza poco reactiva este gas se utiliza como sustituto del  $O_2$ . Desplaza al  $O_2$  en el espacio de cabeza del envase con el fin de evitar el desarrollo de microorganismos aerobios y los problemas de oxidación.

También actúa como gas de relleno ya que previene el colapso del envase cuando tiene lugar una disolución excesiva del  $CO_2$  en los tejidos del alimento.

En oposición a las atmósferas activas y semiactivas con  $CO_2$ , las que contiene exclusivamente  $N_2$  se denominan atmósferas inertes porque no inhiben de forma directa la proliferación microbiana. El principal inconveniente de estos ambientes gaseosos es el riesgo de crecimiento de microorganismos anaerobios. (García, Gago, & Fernández, 2006)

### 2.2.2.4 Otros gases

Además del  $O_2$ , el  $CO_2$  y el  $N_2$ , se investigan otros gases de características muy interesantes para la conservación de alimentos en atmósferas protectoras, algunos de ellos se muestran en la siguiente tabla: (García, Gago, & Fernández, 2006)

**Tabla N° 3 Gas investigado para su aplicación en atmosferas protectoras.**

<b>Gas</b>	<b>Aplicación</b>
Monóxido de carbono	Estabiliza el color rojo de la carne fresca, inhibe el pardeamiento en los vegetales frescos e inhibe las reacciones de oxidación
Argón	Sustituye al N2 en las atmosferas controladas y modificadas
Helio	Sustituye al N2 en las atmosferas controladas y modificadas. Gas trazador para el control de microfugas.
Hidrogeno	Gas trazador para el control de microfugas.
Óxido nitroso	Inhibe el crecimiento de ciertos microorganismos y la producción de etileno
Dióxido de azufre	Inhibe el desarrollo de microorganismos y el pardeamiento en productos vegetales y animales
Cloro	Inhibe el desarrollo de microorganismos (mohos)
Ozono	Inhibe el desarrollo de microorganismos, desinfecta las cámaras de almacenamiento y elimina el etileno

**Fuente:** (García, Gago, & Fernández, 2006)

### **2.2.3 Equipos**

Después de aclarado el concepto de atmósfera controlada, veamos cuáles son las características constructivas especiales de la cámara y del tipo de equipamiento y accesorios. Partamos de la base que la cámara es construida generalmente con paneles aislantes tipo sándwich de alta densidad y resistencia mecánica. (Forofrío)

La cámara debe resistir la diferencia de presión de 25 milímetros columna de agua (mm.c.w.) entre el interior y el exterior. Además varios equipos adicionales como: (Bahamondez, 2009)

### **2.2.3.1 Absorbedores de CO<sub>2</sub>**

Los absorbedores de CO<sub>2</sub> se han desarrollado para la eliminación del CO<sub>2</sub> de las cámaras frigoríficas. Además el absorbedor tiene la cualidad de eliminar una parte del etileno producido (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>). El absorbedor se compone de un recipiente lleno de carbón activo, un ventilador, un sistema de conducción de aire y una parte de comando. (Bahamondez, 2009).

- **Funcionamiento**

De forma regular se envía al aire de la cámara por el filtro de carbón activo. Las moléculas de CO<sub>2</sub> y C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> se adhieren al carbón activo y desaparecen de la atmósfera de la cámara. Este proceso se llama absorción. Después de realizar unas cuantas acciones de absorción, el carbón activo se encuentra saturado y no puede seguir eliminando las moléculas de CO<sub>2</sub> y C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>. El carbón activo debe limpiarse con aire exterior para facilitar la eliminación de los gases absorbidos. Este proceso se llama regeneración. Estos sistemas trabajan de forma totalmente automática, la regeneración se realiza de forma continua, sin que tenga que intervenir. El absorbedor lleva incorporado un panel de uso, de forma que se puede programar de forma cómoda y fácil por cámara. Si el absorbedor se encuentra unido a un sistema de análisis, se puede programar valores deseados de CO<sub>2</sub>. Si estos valores son sobrepasados, el absorbedor se activa. Si el sistema detecta una avería, será señalizada de forma óptica y acústica. (Bahamondez, 2009).

### **2.2.3.2 Catalizadores de C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>**

Un catalizador de C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> sirve para eliminarlo de las cámaras frigoríficas. El gas de C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> es producido por los productos que respiran acelerando el proceso de

maduración, hasta llegar a la pudrición. Así mismo provoca un proceso acelerado de envejecimiento. La eliminación de este gas permite una más larga conservación de los productos. Además permite proceder a madurar la fruta en el momento que desee, aportando gas etileno a la cámara. (Bahamondez, 2009)

- **Funcionamiento**

El catalizador dispone de dos columnas cada una dispone de un medio de almacenamiento de calor con catalizador de platina, dos elementos de calor y un ventilador. Seguía al aire de la cámara a tratar por una de las columnas calentándolo. A continuación el aire guiado con una alta temperatura por el catalizador, 300 grados centígrados, en el cual se descompone el gas etileno. A continuación el caudal de aire es pasado por el nuevamente, para eliminar las moléculas restantes de  $C_2H_4$ . El aire es enfriado y devuelto a la cámara.

Como se trata de un funcionamiento por descomposición, no hace falta realizar ninguna regeneración. El funcionamiento permite descomponer el  $C_2H_4$  presente hasta un nivel de 1ppb (parte por millón). Con su sistema de recuperación de calor y el dominio de una temperatura óptima necesaria, nuestro catalizador consume únicamente la energía indispensable.

El catalizador de  $C_2H_4$  es de fácil manejo a través del panel de uso situado en la parte exterior del cuadro. El catalizador puede ser utilizado a través de un computador personal (PC) si este se encuentra conectado a un sistema de análisis con PC. Si el sistema detectará cualquier avería, esta es señalizada de forma acústica y óptica. También existe otro equipo para eliminar  $C_2H_4$ , el OXTOMCAV, este equipo, funciona con unos filtros del tipo ionizado, que ionizan las moléculas que pasa a

través del filtro, descomponiendo así dichas moléculas y transformándola en compuestos secundarios como oxígeno (oxígeno ionizado) y vapor de agua.

Al llegar a un 5 % se detiene el quemador definitivamente, ya que la misma fruta se encarga de bajar el nivel de  $O_2$  ya que él necesita respirar absorbiendo  $O_2$  y desprendiendo  $CO_2$ . Por medio de una mayor rapidez de bajar el porcentaje de  $O_2$ , fue creado un sistema llamado, gasificador de nitrógeno. (Bahamondez, 2009)

### **2.2.3.3 Quemador de $O_2$**

La función del quemador de  $O_2$  es absorber el aire del ambiente por medio de una turbina y lo canaliza a la caldera, quemando el  $O_2$  a una temperatura de  $80\text{ }^\circ\text{C}$  con lo que se reduce de un 21 % a un 5 % de  $O_2$  y aumentando el  $CO_2$  de 0.03 % a un 13.5 % en el cual ingresa en la cámara en proceso, modificando su atmósfera. Este proceso demora alrededor de cuatro a cinco días en bajar el porcentaje de  $O_2$  de un 21 % a un 5 %. (Bahamondez, 2009)

### **2.2.3.4 Gasificador de $N_2$**

Durante siete años, se compararon la diferencia de calidad obtenidas al establecer la atmosfera controlada en un día con barrido  $N_2$  versus bajar los niveles de  $O_2$  entre 4 a 10 días con el Quemador de  $O_2$ , dependiendo el tamaño de la cámara. Se observó que considerablemente la fruta se encuentra en mejores condiciones.

Prueba de ello, podemos decir que esta técnica de barrido un  $N_2$  es mucho más confiable y mejor que el quemador de  $O_2$ , siendo reemplazada por ésta. La disminución del  $O_2$  se produce por barrido con  $N_2$  puro por lo que la atmósfera puede

establecerse en unas pocas horas. Éste sistema presenta algunas ventajas adicionales, puesto que junto con barrer el O<sub>2</sub> el N<sub>2</sub> desplaza el exceso de CO<sub>2</sub> y etileno sin inyectar productos volátiles a la cámara. (Bahamondez, 2009)

- **Funcionamiento**

La inyección se realiza desde equipos externos al frigorífico. Un depósito (termo) de N<sub>2</sub> móvil o fijo que tiene una temperatura aproximadamente de -196 °C (a presión atmosférica normal) en estado líquido y lo lleva a un gasificador, pasando por él, que lo lleva a una temperatura apropiada para la inyección de 5 °C aproximado. La única instalación requerida es una red de cañerías que van hacia el interior de las cámaras con N<sub>2</sub>, a través de una válvula que puede ser de control remoto por estar integrada al equipo de comando. (Bahamondez, 2009)

### **Ventaja de este sistema**

El barrido de las cámaras con N<sub>2</sub> presenta una serie de ventajas que resultan muy atractivas para el usuario:

- Alta velocidad de establecimiento de la atmósfera; lo que el generador logra en días el barrido con N<sub>2</sub> lo obtiene solo en horas.
- La inyección a la cámara es limpia, exenta de hidrocarburos que puedan afectar a la fruta.
- La inyección de gas a baja temperatura no exige a los equipos de frío.
- El sistema es simple, seguro y no requiere mantención.
- En caso de falla del sello de la cámara o del absorbedor de CO<sub>2</sub>, este sistema permite establecer rápidamente los niveles de O<sub>2</sub>. (Bahamondez, 2009)

### **2.2.3.5 Aparato de Medición:**

Para conseguir garantía de éxito en la conservación de AC, es imprescindible poder medir y analizar de forma precisa el aire de la cámara. Aparatos de medición y análisis fiables son herramientas imprescindibles. Los sensores son la más nueva generación de una calidad perdurable. Estables, precisos y con un tiempo de reacción veloz y un consumo energético mínimo. (Bahamondez, 2009)

### **2.2.3.6 Analizador de gas:**

Los analizadores de gas llevan incorporados un sensor cerámico para cada uno de los distintos gases, para un alcance de 0 % hasta 25 %. Normalmente este tipo de analizadores llevan 3 sensores, uno del O<sub>2</sub>, otro de CO<sub>2</sub> y otro de C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>. Estos analizadores se pueden suministrar en versión montaje en la pared, portátil o integrados en el sistema de análisis, o simplemente por control a través de un procesador por medio del PLC (controlador lógico programable). (Bahamondez, 2009).

### **2.2.3.7 Válvula de seguridad de sobrepresión:**

Como medida de seguridad de las cámaras en caso de inyección del N<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>. Estando completamente aisladas en forma hermética la cámara, surgiría una sobrepresión y saldría el O<sub>2</sub> por esta válvula.

Esta válvula debe estar abierta durante el funcionamiento del quemador del O<sub>2</sub> o del gasificador del N<sub>2</sub>, ya que por esta válvula sale el oxígeno existente dentro la cámara que es empujado por el mismo N<sub>2</sub>. Una vez llegado a un 5 % de O<sub>2</sub>, esta válvula debe cerrarse. (Bahamondez, 2009).

#### **2.2.3.8 Válvula de seguridad de depresión:**

Como medida de seguridad para evitar depresiones en las cámaras y como válvula de seguridad del pulmón de reserva de N<sub>2</sub>. Esto es necesario para prevenir una caída de estructura porque el O<sub>2</sub> buscaría el lado más fácil para escapar, rompiendo el techo si es necesario, es por eso que existe la válvula de depresión.

Esto es una de las condiciones más preocupante, cuando una cámara se encuentra con una depresión de O<sub>2</sub>, es por eso que en la parte superior de la cámara se pone uno respiradores llamados pulmones. (Bahamondez, 2009).

#### **2.2.3.9 Manómetro en U:**

Manómetros para el control de la sobrepresión y depresión máxima en las cámaras. Alcanza 25 mmcw. depresión/sobrepresión lleva un punto 0 regulable. Conexión manguito de 4 a 6 mm de diámetro para tubo flexible. (Bahamondez, 2009).

#### **2.2.3.10 Absorbedores de diferencia de presión:**

Para evitar entradas de aire exterior hacia el interior de la cámara, es necesaria la colocación de pulmones compensatorios y válvulas equilibradoras depresión, que eviten modificaciones importantes de la atmósfera interior en la cámara por cualquier causa.

Al cerrar el flapper, válvula de seguridad de sobrepresión; se abre la válvula de acceso de los pulmones respiratorio. Esto ocurre cuando el porcentaje de O<sub>2</sub> llega a un 5 %. (Bahamondez, 2009).

### **2.2.3.11 Hermeticidad de las cámaras:**

En las cámaras con atmósferas muy bajas en O<sub>2</sub> es especialmente necesaria una adecuada estanqueidad o hermeticidad que limite la entrada de aire externo hacia el interior de la cámara, por debajo de los niveles de consumo de O<sub>2</sub> respiratorio que la propia fruta u hortaliza es capaz de llevar a cabo.

Para ello se utilizan diversos materiales que aseguran la consecución de una capa hermética en todo el perímetro de la cámara, sin olvidar, tampoco, las características estructurales de las paredes, el pavimento, las puertas y todos los conductos y tuberías que penetran desde el exterior hacia el interior del recinto.

Los principales materiales de estanqueidad utilizados son: telas plásticas, poliéster, poliuretano y revestimientos metálicos. Cada sistema tiene sus ventajas y sus inconvenientes y, en general, hasta después de los primeros años de funcionamiento, no se detectan problemas.

En este sentido, es obligado realizar periódicamente pruebas de hermeticidad para poder diagnosticar y corregir cualquier causa de mala hermeticidad. (Bahamondez, 2009).

### **2.2.4 Manejo en cámara de atmósfera controlada**

#### **Antes de cada proceso:**

- Lavado y desinfectado de piso y de muro.
- Calibrar sensores de ambiente y de pulpa.
- Calibrar analizador de gas.
- Inspeccionar ducto de PVC (las conexiones entre cámara y equipos).
- Hacer prueba de presión (de 30 a 10 mm de columna de agua). Por 30 minutos, viendo así la hermeticidad de la cámara. (Bahamondez, 2009).

**Antes del cierre de la cámara:**

- La cámara debe llenarse a su máxima capacidad.
- Verificar estiba correcta de bins en Cámara.
- Cubrir la corrida superior de bins con plástico.
- Instalar paralelas superiores.
- Verificar que la muestra esté dentro de la cámara, en un lugar de fácil acceso, no más de 5 metros de la escotilla superior o inferior.
- Energizar sistema de frío con velocidad rápida de ventiladores del evaporador.
- Verificar funcionamiento de las válvulas de los gases para la atmósfera controlada y la de seguridad.
- Ante el cierre total de la cámara, la temperatura de pulpa debe estar como máximo a 3 °C (frutas), dependiendo del producto cambiar este valor.
- Señalar las condiciones de peligro por bajo porcentaje de oxígeno.
- Sellar puerta y escotillas de acceso. (Bahamondez, 2009).

**Una vez cerrada la cámara:**

- Una vez cerrada y sellada la cámara de atmósferas controladas, colocar los ventiladores del evaporador se pasan a baja velocidad. (Bahamondez, 2009)
- Programar los porcentajes de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> para el trabajo automático del absorbedor de CO<sub>2</sub>, y del generador de N<sub>2</sub>, que dependerán del tipo de producto.
- Programar los temporizadores para el trabajo automático del catalizador de C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, si así lo amerita el tipo de producto.
- Encender quemador O<sub>2</sub>, o el gasificador de N<sub>2</sub>, catalizador de C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> y absorbedores de CO<sub>2</sub>.
- Realizar el barrido con N<sub>2</sub>, o con el quemador de O<sub>2</sub>, (según el requerimiento de la instalación), hasta llegar a un 5 % de O<sub>2</sub> aproximadamente.
- Llegando a un 5 % de O<sub>2</sub>, cerrar válvula flapper y abrir válvula de los pulmones.
- Control, medir y registrar, cada cuatro horas los porcentajes de O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, temperatura de pulpa y ambiente y la humedad relativa

- Realizar cada 15 días la calibración del analizador de gases. (Bahamondez, 2009)

#### **Apertura de la cámara:**

- Detener, si están activos, los quemadores y absorbedores del CO<sub>2</sub> y C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>.
- Abrir escotillas, sin detener el frío, hasta que se igualen las concentraciones de O<sub>2</sub> de la cámara con respecto a la del exterior (ambiente 21 % de O<sub>2</sub> aproximado).
- Ventilarla cámara para evacuar los altos índices de CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>.
- Señalizar el peligro durante el proceso de estabilización de los gases de la cámara.
- Cumplido el anterior, abrir puerta principal de la cámara para una adecuada ventilación natural.
- Retirar sensores, desarmar pasarelas y retirar plástico superior.
- Archivar resumen de todos los parámetros que se estaban controlando (temperaturas, concentración de gases). (Bahamondez, 2009).

#### **2.2.5 Descripción de la técnica**

En respuesta a los nuevos hábitos de consumo la industria agroalimentaria ha ido implementando poco a poco tecnologías de producción y conservación que a la vez que garantizan la calidad higiénica de los alimentos prolongan su vida útil minimizando las alteraciones de los mismos. En este grupo se incluyen los sistemas de envasado en atmósferas controlada y envasado en atmósferas modificadas. Estos sistemas de envasado que están constituidos por gases por ejemplo O<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>y N<sub>2</sub>, materiales de envasado suelen ser polímeros y equipos de envasado. (Bahamondez, 2009).

**Tabla N° 4 Periodo de conservación de algunos alimentos.**

<b>Producto</b>	<b>Envasado con aire</b>	<b>EAM</b>
carne roja	4 días	12 días
pollo	4 días	12 días
vegetales	2-3 días	7-10 días
pre-cocinados	7 días	14-21 días
quesos	10-14 días	4 semanas - meses
pescado	2 días	4 días
café	3 días	12 meses
panaderías	3 días	10 - 30 días

**Fuente:** (INFOAGRO, 2010)

### **2.2.5.1 Envasado en atmósferas controladas (EAC)**

El envasado en atmósferas controladas supone la sustitución del aire por un gas o una mezcla de gases específicos cuya proporción se fija de acuerdo con la necesidad del producto. Se desea que la composición de la atmósfera creada se mantenga constante a lo largo del tiempo, pero existen reacciones metabólicas que alteran la composición consumiendo O<sub>2</sub> o generando CO<sub>2</sub>. Las variaciones se detectan mediante dispositivos de control y se corrigen con la producción o la eliminación de gases.

En los envases de pequeñas dimensiones, destinados a la ventana al detalle, no es posible implementar estos sistemas. En realidad, las atmósferas controladas se utilizan en cámara y contenedores de gran volumen, por lo que este sistema se conoce como almacenamiento en atmósferas controladas. (INFOAGRO, 2010)

El ACC surgió a partir de las técnicas del almacenamiento de frutas y hortalizas en cámaras frigoríficas. Dentro de ella se llevaba a cabo un seguimiento estricto de parámetros como temperatura, humedad, concentración de gases derivadas del metabolismo respiratorio. Hoy en día, las atmósferas controladas permiten la conservación de grandes cantidades de vegetales durante su almacenamiento y transporte.

Las ventajas de esta técnica son:

- Es adecuado para el almacenamiento y transporte de vegetales frescos después de la recolección porque soporta su actividad metabólica.
- Se inhibe la proliferación de microorganismos e insectos.
- Retrasa el envejecimiento de los vegetales preservando su calidad sensorial.

Fundamentalmente presenta los siguientes inconvenientes:

- No es aplicable a envases pequeños.
- Es costoso ya que se requieren equipos por los gases y el control de la atmósfera interna.
- La composición de la atmósfera en el interior se debe permanecer controlada. (INFOAGRO, 2010).

### **2.2.5.2 Envasado o almacenamiento en atmósferas modificadas**

El envasado en atmósferas controladas es una técnica de reciente aparición, consiste en la evaluación de aire contenido en el envase y la inyección del gas o combinación más adecuada de los mismos. Si se envasan en atmósferas modificadas alimentos con actividad metabólica importante, como pueden ser frutas y hortalizas

frescas, es necesario emplear materiales de permeabilidad selectiva. En caso contrario, su vida útil disminuye de manera considerable.

Se pueden considerar la siguiente ventaja:

- Se puede usar para una gran cantidad de productos independientemente de su proceso elaboración y conservación.
- Mantiene la calidad organoléptica del producto al inhibir determinadas relaciones químicas.

Como inconvenientes se pueden citar:

- Se incrementan los costos por el consumo de gases de envasado.
- Se requiere más espacio para el almacenamiento, transporte y exposición en el punto de venta de paquetes, con atmósferas modificadas porque tienen un volumen mayor.

Es muy importante tener presente que el almacenamiento en atmósferas controladas y almacenamiento en atmósferas modificadas son términos totalmente diferentes aunque a veces se utilicen como sinónimos. En el EAM el paquete se cierra herméticamente tras la introducción de los gases y a partir de ese instante, no se pueden variar la composición de la atmósfera a diferencia del EAC. (INFOAGRO, 2010)

## **2.2.6 Tipos de envasadoras**

Los equipos más usados son los siguientes:

### **2.2.6.1 Envasadoras de vacío o campana**

Las envasadoras de vacío o campana son equipos sencillos y económicos.

Están indicados para producciones bajas o medias bajas (2 - 3 ciclos/min) y operan en discontinuo.

Generan la atmósfera mediante la técnica de vacío compensado y utilizan envases prefabricados como bandejas o bolsas flexibles. Cada producto en su envase correspondiente se sitúa dentro de una cámara que se cierra herméticamente. Tras evacuar el aire de su interior con una bomba de vacío se inyecta el gas o gases a través de boquillas. Una vez terminada esta fase se sella la película superior a la bandeja o el lado abierto de la bolsa y se corta el material sobrante. Para acabar, se ventila la cámara y se retiran los envases acabados. (Garcia, Gago, & Fernández, 2006)

#### **2.2.6.2 Envasadoras verticales**

En estos equipos se distinguen dos tipos de cilindros concéntricos. El más externo guía el material de envasado procedente de la bobina para transformarlo en un recipiente en forma de tubo. El alimento se introduce dentro de una tolva de carga a través de un cilindro interior. “El aire contenido en el envase se pulga mediante el flujo continuo de gases suministrado desde el espacio que existe entre ambos cilindros. En algunos casos, es necesario inyectar la atmósfera en primer lugar y después añadir el producto. Para finalizar la operación, unos rodillos calientes con una barra térmica sueldan los bordes de la bolsa y unas mordazas la separan del resto del material.” (Garcia, Gago, & Fernández, 2006)

### **2.2.6.3 Envasadoras horizontales**

El funcionamiento de este tipo de equipos es muy parecido al de las envasadoras en vertical. En estos equipos el alimento viaja sobre una cinta transportadora y una pinza formadora dirige la lámina de la bobina a su alrededor hasta formar un tubo que lo envuelva. Seguidamente se sellan las costuras de la bolsa obtenida y se realiza el barrido del aire en su interior inyectando el gas o gases de interés. El proceso acaba con la soldadura del externo abierto y la separación por corte de cada unidad. (Garcia, Gago, & Fernández, 2006)

### **3 MARCO OPERACIONAL**

#### **3.1 Materiales**

##### **3.1.1 Ubicación**

El presente proyecto de investigación se realizará en la provincia del Guayas, cantón Guayaquil, parroquia Tarqui, Kilómetro 1 ½ (vía a Daule), en la planta Procesadora de Industrias Cárnicas, de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, el cual cuenta con los equipos y materiales necesarios para llevar a cabo el proyecto de investigación; cuya altitud es de 4 m.s.n.m.

Las coordenadas geográficas son: por el norte 79° 58' de longitud oeste a 2° 12' latitud sur 79° 55' de latitud este a 2° 12'.

Las características climáticas para el óptimo desarrollo son:

- Rango de temperatura óptima de: 21 a 30°C.
- Límite máximo de temperatura: 38 °C
- Precipitación: 1000 cc
- Humedad relativa 75 %

##### **3.1.2 Duración**

La duración del proyecto de investigación será de cuatro meses.

### **3.1.3 Materiales**

Materiales a utilizar serán:

- Bandeja
- Cuchillos
- Muestras de carne bovina
- Empacadora al vacío con inyección
- Empacadora el vacío a gas
- Fundas
- Refrigerador
- Balanza

## **3.2 Los factores en estudio**

Los factores a estudiar serán los siguientes: tres tipos de corte, nueve tipos de gases y tres testigos. Lo anotado generará un experimento factorial de  $3 \times 9 \times 3$  lo que generara 30 tratamientos.

### **3.2.1 Tratamiento en estudio**

Los tratamientos en estudio serán los siguientes:

- Tres tipos de corte de carne: Corte 1 (C1), corte 2 (C2), y corte 3 (C3).
- Nueve tipos de gases y combinaciones: Argón (G1), Nitrógeno (G2), Dióxido de Carbono (G3), 50 % Ar + 50 % N<sub>2</sub> (G4), 40 % Ar + 60 % N<sub>2</sub> (G5), 50 % N<sub>2</sub> + 50 % CO<sub>2</sub> (G6), 40 % N<sub>2</sub> + 60 % CO<sub>2</sub> (G7), 60 % N<sub>2</sub> + 40 % CO<sub>2</sub> (G8), 70 % N<sub>2</sub> + 30 % CO<sub>2</sub> (G9).

- Tres testigos: Cortes envasados al vacío (T1), (T2) y (T3).

### **3.2.2 Características de los tratamientos**

#### **Cortes:**

- Lomo fino: Es la parte más suave, deliciosa y jugosa de la carne de res, se encuentra en la parte del lomo o debajo del lomo. Éste corte es el más conocido por los chefs y amas de casa, es la más buscada y también la más cara. Es la más suave porque está ubicada en la parte de la red donde no trabajan los músculos, como sabemos cuándo los músculos trabajan suelen fortalecerse las fibras y eso hace que la carne sea más dura. Éste corte tiene una forma alargada y una fibra en la parte de arriba.
- Pulpa: Este corte es más limpio, es decir no tiene mucha grasa ni nervio porque viene a ser parte del asado cuadrado que está ubicada en la parte de la pierna de la res. Es la preferida de las amas de casa por su apariencia.
- Falda: Viene de la parte la falda de la res, es una carne que se presta para todo tipo de preparación como para los guisos, sopas, estofado, entre otros. Para saber elegir la falda debemos recordar que los cortes más suaves son las partes más gruesas donde se nota la fibra porque se puede deshilar.

#### **Gases:**

Los gases a usar serán:

- Argón, Nitrógeno y Dióxido de Carbono.

### 3.2.3 Combinaciones de tratamiento

Las combinaciones de tratamiento se indican a continuación:

Tabla N° 5 Combinaciones de tratamiento.

N.Tratamientos	Cortes	Gases	N.Tratamientos	Cortes	Gases
1	C1	G1	16	C2	G7
2	C1	G2	17	C2	G8
3	C1	G3	18	C2	G9
4	C1	G4	19	C3	G1
5	C1	G5	20	C3	G2
6	C1	G6	21	C3	G3
7	C1	G7	22	C3	G4
8	C1	G8	23	C3	G5
9	C1	G9	24	C3	G6
10	C2	G1	25	C3	G7
11	C2	G2	26	C3	G8
12	C2	G3	27	C3	G9
13	C2	G4	28(T1)	C1	G0
14	C2	G5	29(T2)	C2	G0
15	C2	G6	30(T3)	C3	G0

Elaborado por: Autor.

### 3.2.4 Diseño experimental

Durante el desarrollo del experimento se utilizará el Diseño Completamente al Azar en arreglo factorial  $3 \times 9 + 3$ , con diez repeticiones.

### 3.2.5 Análisis de varianza

El esquema de análisis de varianza se indica a continuación:

**Tabla N° 6 ANDEVA.**

<b>F de V</b>	<b>GL</b>		
Tratamiento	29		
• Factorial		26	
• Cortes			2
• Gases			8
• Inter CxG			16
Testigo Factorial		1	
T1 vs T2 y T3		1	
T2 vs T3		1	
Error	270		
TOTAL	299		

**Elaborado por:** Autor

### 3.2.6 Análisis funcional

Para realizar las pruebas de significancia se utilizará la prueba de rango múltiple de DUNCAN al 5 % de probabilidad.

### **3.2.7 Manejo del ensayo**

- La toma de muestra se realizará en los mercados municipales, tercenas y supermercados de la ciudad de Guayaquil.
- Cada muestra pesará 250 g aproximadamente.
- En el laboratorio, se identificará las muestras con los datos de hora, lugar y fecha. Las muestras se empacarán con diferentes combinaciones de gases y al vacío.
- Se pondrán en refrigeración.
- Cada 24 horas se hará un análisis organoléptico de las muestras refrigeradas y se anotaran los resultados.
- Se realizarán cada siete días análisis microbiológicos.

### **3.2.8 Variables a evaluar**

Las variedades a evaluar serán:

- **Costos de procedimientos**  
Se anotará los costos de todos los materiales a utilizar.
- **Rendimiento (peso) de los cortes tratados.**  
Se tomará datos de peso en balanzas.
- **Vida útil del producto.**  
Se determinará la vida útil del producto en óptimas condiciones.
- **Evaluar características organolépticas, como color, olor, sabor y textura.**  
Se determinará cada una de las condiciones en carnes en cuando a color, olor y sabor.

### 3.2.9 Cronogramas de actividades.

Tabla N° 7 Cronogramas de actividades.

ACTIVIDADES	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4
Planteamiento del tema				
Elaboración del tema				
Descripción del objeto del estudio				
Elaboración de objetivos				
Recopilación de bibliografía				
Descripción de técnicas e instrumentos				
Presentación del borrador				
Revisión del proyecto				
Presentación final				

Elaborado por: Autor

### 3.3 Presupuesto

Tabla N° 8 Costos de Proyecto.

300	Cortes de carne de 250 gramos	\$ 2.00 c/u	\$ 600.00
3	Tanques de gases puros	\$ 30.00 c/u	\$ 90.00
6	Tanques de gases combinados	\$ 30.00 c/u	\$ 180.00
300	Fundas para envasar	\$ 0.20 c/u	\$ 60,00
	Material para examen microbiológico		\$ 800.00
	Cintas de control de pH		\$ 15.00
	<b>TOTAL</b>		<b>\$ 1,745.00</b>

Elaborado por: Autor

#### 4. Resultados esperados

- **Técnico:** Se dispondrá de un método de trabajo adicional para conservar la carne de bovino que contribuya a su extensión de vida útil.
- **Tecnológico:** Se generará un protocolo de laboratorio que facilitará procesos de conservación de carnes, optimizando las líneas de producción en industrias cárnicas.
- **Académico:** Los estudiantes que participen en el desarrollo de esta propuesta metodológica, dispondrán de un nuevo mecanismo de trabajo en sus prácticas.
- **Económico:** El diseño de un nuevo protocolo de trabajo para la conservación de las carnes, aumentará su vida de anaquel, facilitando su expendio en los mercados.
- **Social:** La comunidad tendrá un producto cárnico, seguro e inocuo para su consumo.
- **Ambiental:** En el plano ambiental, el desarrollo del presente trabajo optimizará los procesos en las plantas de industrias cárnicas, las cuales incorporarán nuevos recursos energéticos con la consecuente responsabilidad ambiental de la empresa.
- **Contemporáneo:** Se dispondrá de técnicas de trabajo que se adecuen a las exigencias de las normativas de gestión de la calidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Amo. (2009). *Industria de la carne salazones y chacineria*. Barcelona: Editorial Aedos.
- Bahamondez. (2009). *La Atmósfera Controlada*. Obtenido de [http://www.forofrio.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=96](http://www.forofrio.com/index.php?option=com_content&view=article&id=96)
- Bavera. (2009). *Definicion de la carne bovina*. Recuperado el 2014, de [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/comercializacion/07-definicion\\_de\\_carne\\_y\\_res.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/comercializacion/07-definicion_de_carne_y_res.pdf)
- Cibrian. (2012). *Composicion y calidad de la carne*. Obtenido de <http://www.elherbolario.com/noticia/1130/DIETA-SANA/Clasificacion-de-los-alimentos:proteinas-glucidos-hidratos...-quien-es-quien.html>
- Delindo. (2009). *Tipos de carnes y sus propiedades*. Recuperado el 22 de 11 de 2014, de <http://vidasana.lapipadelindio.com/dietetica-nutricion/los-tipos-de-carnes-y-sus-propiedades>
- Diaz. (2009). *contaminacion de la carne*. Obtenido de <repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2203/1/T-ESPE-025285.pdf>
- FAO. (2011). *Produccion nacional de carne bovina*. Obtenido de <http://www.fao.org/home/es/>
- Garcia, E., Gago, L., & Fernández, J. (2006). *Tecnologías de envasado en atmósfera protectora*. Obtenido de [http://www.madrimasd.org/informacionIDI/biblioteca/publicacion/doc/VT/VT3\\_Tecnologias\\_de\\_Envasado\\_en\\_Atmosfera\\_Protectora.pdf](http://www.madrimasd.org/informacionIDI/biblioteca/publicacion/doc/VT/VT3_Tecnologias_de_Envasado_en_Atmosfera_Protectora.pdf)
- INFOAGRO. (2010). *Tecnologías del envase en atmósferas modificadas*. Obtenido de [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com)
- Narvaez. (2012). *Propiedades nutritivas de la carne*. Recuperado el 22 de 11 de 2014, de <http://maby.snarvaez.com.ar/salud/2012/10/01/propiedades-nutritivas-de-la-carne-de-vaca/>
- Paltrinierl. (2009). *Elaboracion de productos carnicos*. Mexico: Trellas.
- Priece. (2010). *Ciencia de la carne y de los productos carnicos*. Zaragoza: Acrobica.
- Ranken. (2009). *Manual de industrias de la carne*. Londres: Blackwell Science.
- Serra. (2009). *Nutricion y salud publica, metodos, bases cientificas y aplicaciones*. Barcelona: Masson S.A.

Sufupro.Org. (2009). *Modificaciones en la carne despues de sacrificio*. Obtenido de [siproduce.sifupro.org.mx/seguimiento/.../anu\\_540-6-2014-05-1.docx](http://siproduce.sifupro.org.mx/seguimiento/.../anu_540-6-2014-05-1.docx)

Zamora. (2010). *Sistema de conservacion*. Obtenido de [http://digital.bl.fcen.uba.ar/gsd-282/cgi-bin/library.cgi?a=d&c=tesis&d=Tesis\\_1908\\_Zamora](http://digital.bl.fcen.uba.ar/gsd-282/cgi-bin/library.cgi?a=d&c=tesis&d=Tesis_1908_Zamora)

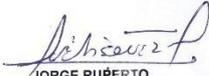
**FACULTAD** FACULTAD DE EDUCACION TECNICA PARA EL DESARROLLO  
**CARRERA** INGENIERIA AGROPECUARIA  
**PERIODO** UNIDAD DE TITULACION ESPECIAL B 2014

**ACTA DE TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN  
EXAMEN COMPLEXIVO**

En sesión del día 24 de Marzo de 2015, el Tribunal de Sustentación ha escuchado y evaluado el examen complejo componente práctico, elaborado por el/la estudiante ZAVALA AREVALO , LUIS FERNANDO, obteniendo el siguiente resultado:

Nombres de los miembros del Tribuna sustentación		
VELASQUEZ RIVERA , JORGE RUPERTO	RODRIGUEZ GILBERT , HECTOR MANUEL	MORENO VELOZ , EMA NOFRET
Nota sobre 10: <i>10</i>	Nota sobre 10: <i>9.5</i>	Nota sobre 10: <i>9.0</i>
Total: 40 %	Total: 30 %	Total: 30 %
Nota final componente práctico:		

Para constancia de lo cual los abajo firmantes certificamos.

  
 JORGE RUPERTO  
 VELASQUEZ RIVERA  
**Miembro 1 del Tribunal**

  
 HECTOR MANUEL  
 RODRIGUEZ GILBERT  
**Miembro 2 del Tribunal**

  
 EMA NOFRET  
 MORENO VELOZ  
**Miembro 3 del Tribunal**