

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN HUÁNUCO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**“EVALUACIÓN DEL GAS HIDRÓGENO USADO COMO CONSERVANTE EN
CARNES DE RES Y OVINO”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

TESISTAS:

GIEZI MARLENI GARGATE MARIÑO

SUCY NELLY GARGATE MARIÑO

ASESOR:

DR. ÍTALO WILE ALEJOS PATIÑO

HUÁNUCO, PERÚ

2021

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darnos salud, guiar nuestro camino y permitirnos que culminemos una meta propuesta en nuestras vidas.

A la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco, por acogernos en sus aulas y brindarnos la formación profesional, así mismo a los docentes de la carrera profesional de Ingeniería Agroindustrial por las enseñanzas, lecciones y orientaciones.

Al Dr. Ítalo W. Alejos Patiño, por su asesoría y por todas las sugerencias proporcionadas durante el desarrollo de nuestro trabajo de investigación.

A nuestros padres por ser los pilares en nuestra vida. A nuestras hermanas, por su gratitud, apoyo y deseos de superación en todos nuestros estudios y por su aliento en nuestra vida universitaria.

A todos nuestros familiares de padre y madre, a nuestros amigos, colegas, y a todos aquellos que estuvieron junto a nosotros y nos brindaron su apoyo directa e indirectamente.

Esta es una manera de decirles que son muy importantes en nuestra vida...

Las autoras.

RESUMEN

La conservación de la carne de res y ovino es un problema en nuestro país, para garantizar su calidad total es menester brindarle un manejo y cuidado desde mucho antes del nacimiento de los animales hasta su comercialización como carne y/o alimento procesado. El objetivo de la investigación fue determinar la influencia del gas hidrógeno en la conservación de la carne de res y ovino, para lo cual se evaluó 4 tratamientos de ambas carnes como sigue; T0 = 100 g de carne sin gas hidrogeno (testigo); T1 = 100 g de carne con 100 cm³ de gas; T2 = 100 g de carne con 200 cm³ de gas y T3 = 100 g de carne con 300 cm³ de gas. Las evaluaciones organolépticas y físico químicas se evaluaron diariamente en un ambiente controlado a 4 °C hasta el día que perdieron sus características, en el cual se observó en la carne de res que el tratamiento T1 mantuvo sus características hasta el día 6, el tratamiento T2 hasta el día 7 y el tratamiento T3 hasta los 10 días, y lo que se observó en la carne de ovino fue que el tratamiento T1 mantuvo sus características hasta el día 5, el tratamiento T2 hasta el día 6 y el tratamiento T3 hasta los 9 días. La evaluación microbiológica se realizó a los mejores tratamientos, los resultados que obtuvimos fueron favorables para ambos tipos de carne. Con ello concluimos que el gas hidrógeno si influye en la conservación de las carnes, siendo el mejor tratamiento el T3 en ambos tipos de carne. Con este trabajo podemos afirmar que el uso del gas hidrógeno como conservante (atmosfera modificada) tiene efectos positivos en este tipo de carnes, y no es dañino para la salud se puede usar sin ningún inconveniente.

Palabras clave: Atmosfera modificada, organoléptica, conservación.

ÍNDICE

PÁGINA

PORTADA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

| | | |
|---------|---|----|
| I. | INTRODUCCIÓN | 6 |
| II. | MARCO TEÓRICO | 8 |
| 2.1. | FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA..... | 8 |
| 2.1.1 | La carne..... | 8 |
| 2.1.1.1 | Composición química de la carne | 9 |
| 2.1.1.2 | Propiedades tecnológicas de carne | 9 |
| 2.1.1.3 | Análisis organolépticos a productos cárnicos | 13 |
| 2.1.1.4 | Alteración de la carne fresca | 14 |
| 2.1.2 | Carne de res | 17 |
| 2.1.2.1 | Propiedades tecnológicas de la carne de res | 17 |
| 2.1.2.2 | Propiedades microbiológicas de la carne de res | 18 |
| 2.1.3 | Carne de ovino..... | 19 |
| 2.1.3.1 | Factores que influyen en la calidad de la carne de ovino | 22 |
| 2.1.3.2 | Deterioro en la carne de ovino | 23 |
| 2.1.4 | Conservación mediante la aplicación de atmosfera modificada | 23 |
| 2.1.5 | Gases usados en la atmosfera modificada..... | 27 |
| 2.1.6 | Materiales de embalaje | 29 |
| 2.1.7 | Equipos para el envasado en atmósfera modificada | 29 |
| 2.1.8 | Hidrógeno | 31 |
| 2.1.8.1 | Propiedades fisicoquímicas..... | 32 |
| 2.1.8.2 | Usos y aplicaciones del hidrógeno | 34 |
| 2.2. | ANTECEDENTES..... | 35 |
| 2.3. | HIPÓTESIS..... | 37 |
| 2.3.1. | Hipótesis general | 37 |
| 2.3.2. | Hipótesis específicos | 37 |
| 2.4. | VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES | 37 |
| 2.4.1. | Variable independiente | 37 |
| 2.4.2. | Variable dependiente | 37 |
| 2.4.3. | Operacionalización de variables..... | 37 |
| III. | MATERIALES Y MÉTODOS | 39 |

| | | |
|--------|--|----|
| 3.1. | Tipo y nivel de investigación | 39 |
| 3.2. | Lugar de ejecución..... | 39 |
| 3.3. | Población, muestra y unidad de análisis | 39 |
| 3.4. | Tratamientos en estudio..... | 39 |
| 3.5. | Prueba de hipótesis | 40 |
| 3.5.1. | Hipótesis nula | 40 |
| 3.5.2. | Hipótesis de investigación..... | 40 |
| 3.5.3. | Diseño de la investigación..... | 40 |
| 3.5.4. | Datos registrados..... | 41 |
| 3.5.5. | Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información | 41 |
| 3.6. | Equipos y materiales..... | 42 |
| 3.6.1. | Materia prima | 42 |
| 3.6.2. | Materiales | 42 |
| 3.6.3. | Equipos..... | 42 |
| 3.6.4. | Reactivos | 43 |
| 3.7. | Conducción de la investigación..... | 43 |
| 3.7.1. | Acondicionamiento de la carne. | 43 |
| 3.7.2. | Inyección del gas hidrógeno (atmosfera modificada)..... | 43 |
| 3.7.3. | Evaluación de la conservación (1 ^{era} etapa)..... | 44 |
| 3.7.4. | Evaluación de la conservación (2 ^{da} etapa). | 44 |
| IV. | RESULTADOS..... | 47 |
| 4.1. | Evaluación organoléptica de la carne de res. | 47 |
| 4.2. | Evaluación organoléptica de la carne de ovino. | 49 |
| 4.3. | Resultados físico químicos de la carne de res. | 50 |
| 4.4. | Resultados microbiológicos de la carne de res y ovino. | 51 |
| V. | DISCUSIÓN | 52 |
| 5.1 | De la evaluación organoléptica | 53 |
| 5.2 | De la evaluación fisicoquímica | 55 |
| 5.3 | De la evaluación microbiológica | 56 |
| VI. | CONCLUSIONES | 57 |
| VII. | RECOMENDACIONES | 58 |
| VIII. | LITERATURA CITADA..... | 59 |
| | ANEXOS | 66 |

I. INTRODUCCIÓN

La carne está considerada como un alimento alto en proteínas, pero también es uno de los alimentos más propensos a ser contaminados y por ende a degradarse rápidamente. La problemática de su conservación en la Industria y en la Agroindustria se está fomentando cada vez más, con la finalidad de brindar soluciones. En nuestro país el consumo de carnes es alto, el promedio de consumo per cápita de carne roja en el Perú es de 6,20 kg persona/año (Aguilar, 2017). Con el estudio se pretendió no solo conservar la carne en sus características organolépticas, sino también de mantener sus valores nutricionales, ya que surge la necesidad de investigar y desarrollar proyectos en este ámbito, generando oportunidades de desarrollo e innovación tecnológica, utilizando conocimientos de conservación de vanguardia. El hidrógeno es un gas incoloro, inodoro, insípido y no venenoso bajo condiciones normales, es el elemento más simple conocido por el hombre y el más abundante en el universo, con un 90% del universo en peso y el tercero más abundante en la tierra, a diferencia de los demás compuestos es un compuesto que no produce toxicidad, es una fuente de energía limpia, ya que solo libera agua en forma de vapor, actualmente se viene usando en la fabricación de aceites y margarinas (Fernández y Badía, 2005).

La investigación que a continuación detallamos se desarrolló con la finalidad evaluar el gas hidrogeno ya sea de forma positiva o negativa en la conservación de carne de res y ovino, ya que hasta la actualidad no se determinó el uso de dicho gas como conservante en carnes frescas, ya que las carnes en estado de refrigeración tienen una duración de 2 días como máximo. El proyecto tuvo una duración de 3 meses aproximadamente desde el inicio de ejecución hasta la evaluación de los resultados en los laboratorios. Se desarrolló en dos etapas fundamentales; la primera consistió en el acondicionamiento de ambos tipos de carne, la aplicación del gas hidrogeno y su respectivo almacenamiento, y la segunda etapa consistió en la evaluación de todos los análisis para determinar que tratamiento es el mejor.

En la investigación se tuvo como variables de estudios: independiente el gas hidrogeno cuyos indicadores son los volúmenes 100 cm³, 200 cm³ y 300 cm³; dependiente son las características organolépticas, fisicoquímicas y microorganismos patógenos sus indicadores son color, olor, pH, salmonella, escherichia coli y mohos.

La metodología que empleamos en la investigación fue de la siguiente manera: se adquirió la carne de res y ovino del mercado de abasto de Huánuco, luego se procedió a acondicionar las carnes en un lugar limpio e inocuo, quitándole los tendones, restos de huesos y grasa, realizando el corte en cubos de $2 \times 2 \text{ cm}^3$ aproximadamente, para luego envasar al vacío (bolsas de polietileno), con la finalidad de quitar todo el oxígeno contenido e inyectar el gas hidrógeno, según las concentraciones planteadas en nuestra investigación (100 cm^3 , 200 cm^3 y 300 cm^3). Al tener las muestras listas se acomodaron en una cabina para mantener los parámetros de conservación ($4 \text{ }^\circ\text{C}$).

En ese ambiente se evaluaron sus características organolépticas a cada una de ellas a diario hasta el día en que mostraron cambios altamente significativos. Finalmente, se realizó la evaluación microbiológica al mejor tratamiento, es decir al tratamiento T3 la cual fue del día 10 en res y del día 9 en ovino, ambos tratamientos con 300 cm^3 de gas hidrogeno. La investigación mostró resultados favorables gracias a la modificación del ambiente (atmosfera modificada) en el que se encuentran, disminuyendo el grado de proliferación microbiana y prolongar su conservación.

Nuestra investigación fue motivada por la importancia que tiene hoy en día la prolongación del tiempo de vida útil de las carnes, y frente a ello nos planteamos los siguientes objetivos:

- Determinar el volumen óptimo de gas hidrógeno para la conservación de carnes de res y ovino.
- Determinar el tiempo máximo de conservación de la carne de res y ovino con el gas hidrogeno y evaluar las características organolépticas, físico químicas y microbiológicas de la carne de res y ovino conservada con el gas hidrógeno.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1 La carne

Es la parte muscular comestible de los animales de abasto sacrificados y faenados en condiciones higiénicas, se incluyen las porciones de grasa, hueso, cartílago, piel, tendones, aponeurosis, nervios y vasos linfáticos y sanguíneos que normalmente acompañan al tejido muscular y que no se separan de él en los procesos de manipulación, preparación y transformación. Sus proteínas son de alto valor biológico porque son fácilmente asimilables por nuestro organismo y nos aportan todos los aminoácidos esenciales, pero también destaca en su alto contenido de vitaminas del complejo B, especialmente la B₁₂ y B₆ (Código alimentario español, 2016).

Es importante conocer en la producción de carne que la desaparición natural de la fase de rigor mortis debe de ser lo más temprana posible dando paso a la siguiente fase que es la “maduración” como se observa en la Figura 1 (Roncalés, 2001).

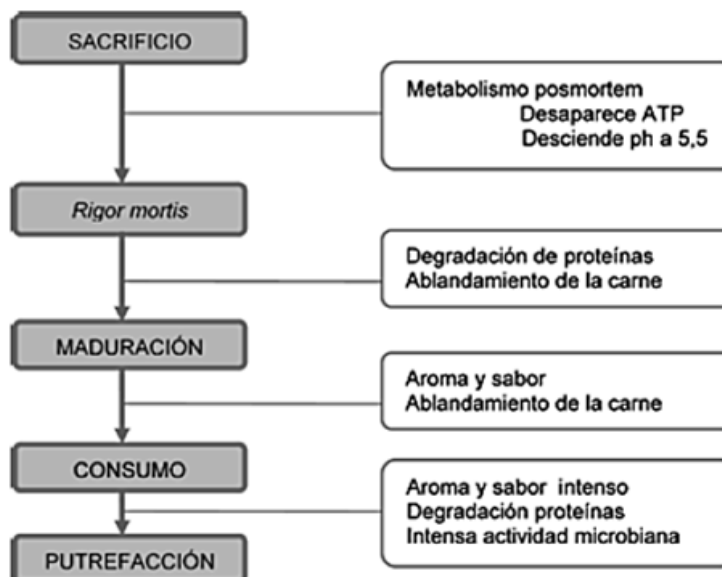


Figura 1. Esquema del proceso de transformación del músculo en carne.

Fuente: Roncalés (2001).

2.1.1.1 Composición química de la carne

La composición de la carne varía según distintos factores, tales como, especie, raza, alimentación, edad, sexo y zona anatómica, la composición de la carne magra es relativamente constante en una amplia diversidad de animales. La carne se compone de agua, proteínas y aminoácidos, minerales, grasas y ácidos grasos, vitaminas y otros componentes bioactivos, así como pequeñas cantidades de hidratos de carbono (Araneda, 2018).

La carne se compone sobre todo de tejido muscular en el que se encuentra la mioglobina que es un pigmento que le da su color característico, en general, los valores medios para la composición bruta de la carne fresca comestible pueden aproximarse a 62% de humedad, 20% de grasa, 17% de proteína y 1% de cenizas para las carne más grasas o 70% de humedad, 9% de grasa, 20% de proteína y 1% de cenizas en el caso de las carnes más magras (Schweigert, 1994).

2.1.1.2 Propiedades tecnológicas de carne

A. El pH

El pH es uno de los parámetros importantes a considerar para verificar la calidad de la carne, porque afecta a varias de los demás cualidades como son el color, la capacidad de retención del agua, textura y su resistencia al desarrollo microbiano. En la carne, el pH del músculo vivo está próximo a la neutralidad alrededor de 7,0 a 7,3 pero tras la muerte del animal el aporte de oxígeno a los tejidos cesa y predominan los procesos anaeróbicos (glucólisis anaeróbica) que generan la formación de ácido láctico a partir de glucógeno muscular, la formación de ácido láctico provoca el descenso del pH en el músculo de modo que dicho valor es índice del desarrollo de las modificaciones bioquímicas post-mortem. Cuando se ha completado el proceso de maduración de la carne la misma debe tener un pH comprendido entre 5,4 y 5,6 como pH idóneo, que permite una buena vida comercial, al inhibir el crecimiento de microorganismos y le proporciona las características físico-química adecuadas. Sin embargo, ante determinadas situación el pH de la carne se ve alterado debido a que los procesos de glucólisis anaerobia

no se desarrollan adecuadamente, si el pH disminuye rápidamente tras la muerte del animal debido a una glucolisis acelerada causada por un estrés agudo inmediatamente antes de la muerte del animal el pH final queda por debajo de 5,4 y da lugar a carnes PSE (pálida, blanda y exudativa), este tipo de carne tiene una menor capacidad de retención de agua y exuda agua al exterior que favorece la proliferación microbiana. Este tipo de carne se da principalmente en ganado y porcino.

Si por el contrario el animal llega cansado al sacrificio tras realizar un ejercicio intenso en el que se ha agotado el glucógeno muscular o ha habido un estrés crónico durante un transporte largo y malos manejos antes de faenado, la glucolisis anaerobia finaliza antes de alcanzar el pH final debido a que no hay sustrato, quedando el pH muscular por encima de 5,6 en este caso se producen carnes DFD (oscura, firme y dura) que se caracterizan por tener una alta capacidad de retención de agua y un pH elevado que favorece la proliferación microbiana. Este tipo de carnes es típica de la carne de lidia y de caza (Universidad de Murcia, 2012).

B. La capacidad de retención de agua (CRA)

La CRA se puede definir como la aptitud de la carne para mantener ligada su propia agua, incluso bajo la influencia de fuerzas externas como la presión o el calor. La CRA es una propiedad tecnológica importante que determina las pérdidas de peso, principalmente por liberación de jugos, que se producen en toda la cadena de distribución y transformación de la carne, donde muchas de las propiedades sensoriales como son el color, la textura y la firmeza, están relacionadas con la cantidad de agua que se tiene contenida o retenida en la carne, por lo cual es importante mencionar que los factores que afectan la CRA son: el pH, la especie de que proviene la carne, el tipo de fibra, la estabilidad oxidativa de sus membranas, el proceso de maduración, y de ser el caso, el sistema utilizado para congelar y descongelar las carnes (Price y Schweigert, 1994).

C. La textura

La textura (terneza) es una de las características sensoriales más importantes de la carne, la cual es considerada en la evaluación de calidad por parte del consumidor, siendo la que determina en mayor medida su aceptación. Es la facilidad con que la carne se deja masticar, que puede descomponerse en tres sensaciones por el consumidor: una inicial o facilidad a penetración y corte, otra más prolongada que sería la resistencia que ofrece a la rotura a lo largo de la masticación y una final que daría sensación de residuo más o menos importante. La fuente de variación de la terneza se puede atribuir a la edad, sexo, peso y raza del animal, músculo, marmoleo, tasa y extensión de glicólisis, y estrés ante mortem (Muchenje, 2009).

Según Monsón (2005) y Muir (2000), la terneza de la carne es en función del contenido de colágeno, estabilidad térmica y estructura de las miofibrillas del músculo, el contenido de colágeno está altamente correlacionado con la fuerza de corte de la carne, aunque frecuentemente se observa una baja correlación en carne cocida (Lepetit, 2007).

La maduración de la carne a temperatura de refrigeración y envasado al vacío es un método eficaz para mejorar su terneza (Franco, 2009).

D. El color

El color de la carne es un factor importante que influye en la aceptación del consumidor, en las decisiones de compra y en la satisfacción proporcionada por los productos cárnicos, dado que el consumidor asocia el color con el grado de frescura y calidad (Lawrie y Ledward, 2006).

El color está relacionado con la concentración de mioglobina y pigmentos proteicos presentes en el músculo, entre los factores que pueden influir en el color de la carne se encuentran las enzimas, la dieta, la edad del animal e incluso la actividad realizada por el animal (Muchenje, 2009).

El color de la carne es el resultado de la presencia de dos pigmentos: mioglobina y hemoglobina y el contenido de mioglobina se utiliza como un indicador de color (Pearson, 1966).

La composición, susceptibilidad oxidativa y contenido muscular de la mioglobina difiere con las especies, tal y como se muestra en la Tabla 1 (Livingston y Brown, 1981).

Tabla 1. Diferencias en el contenido de mioglobina entre especies

| Especie | mg de mioglobina/g de carne fresca |
|----------------|---|
| Vacuno | 15 |
| Ovino | 10 |
| Porcino | 5 |
| Aves | <5 |

Fuente: Livingston y Brown (1981).

Las carnes de aves tienen un color más claro que las de mamíferos que son más oscuras y de color más rojizo. La razón de esta diferencia es el tipo de fibra muscular del que se componen, que es diferente en las aves y en los grandes mamíferos, debido a la mayor intensidad del trabajo que soporta la musculatura de estos últimos. Existen dos tipos de fibras musculares, las pertenecientes a los músculos que desarrollan un trabajo explosivo (fibras blancas) y aquellas que desarrollan un trabajo lento y repetitivo (fibras rojas). Los músculos de fibra blanca se encuentran mayoritariamente en aves, que necesitan rápidos movimientos, mientras que los grandes mamíferos poseen músculos de fibra roja necesarios para soportar grandes esfuerzos. La carne de bovino consume menos oxígeno que la de ovino y se conserva mejor (Atkinson y Follet, 1973).


Métodos para medir el color

Hasta la actualidad a nivel mundial y entre la comunidad científica, existe mucha discrepancia sobre la metodología a utilizar para medir el color. Esto ha creado que exista poca repetibilidad entre laboratorios e incluso entre experimentos. La apreciación del color se puede hacer, tanto de forma visual, como de forma instrumental, mediante el uso de métodos colorimétricos. Los métodos visuales, se basan en el uso de estándares de color, de los cuales existen múltiples versiones, siendo probablemente los más conocidos los desarrollados por AMSA (American Meat Science Association), así como las escalas japonesas. Estos sistemas son muy prácticos y se utilizan mucho en la industria (INIFAP, 2011).

Escala Japonesa BCS (Beef Color Standard)

En 1961, el gobierno japonés, aprobó crear una asociación que rigiera y estableciera un método de clasificación que permitiera definir precios de la carne para su distribución, esto dio origen a la Asociación Japonesa de Clasificación de Carne JMGA (Japan Meat Grading Association), este sistema de clasificación ayudo a establecer una calidad uniforme y precios similares a estándares de calidad definidos en el mercado de carnes en Japón. El BCS , es una escala que va del 1 al 7 en donde 1 es una carne muy rosa y 7 es una carne de un rojo muy oscuro. El color óptimo de la carne, es un rojo intenso y brillante, en el rango del 3 al 5. Existen 7 tipos, clasificados de la siguiente manera según muestra la Figura 2 (Japan Meat Grading Association, 2000).

| | Rango | BCS No. | Brillantez |
|---|---------------------|----------------------|---------------------|
| 5 | Excelente | No. 3 - No. 5 | Excelente |
| 4 | Bueno | No. 2 - No. 6 | Bueno |
| 3 | Normal | No. 1 - No. 6 | Normal |
| 2 | Debajo de lo normal | No. 1 - No. 7 | Debajo de lo normal |
| 1 | Bajo | Fuera de rango 5 - 2 | |



The figure shows seven circular color swatches arranged horizontally, labeled No. 1 through No. 7. The colors transition from a very light pink (No. 1) to a dark, almost black red (No. 7).

Figura 2. Estándares de color para tejido magro.

Fuente: Japan Meat Grading Association (2000).

2.1.1.3 Análisis organolépticos a productos cárnicos

Es aquel análisis de los alimentos en que el examen se hace mediante los sentidos:

- Vista: color brillo forma tamaño
- Gusto: sabor
- Olfato: olor
- Tacto: textura, temperatura, dureza y humedad
- Oído: sonidos

Es útil para determinar la alteración de los alimentos, pero poco útil para determinar adulteración contaminación o falsificación, salvo casos groseros. Se deben corroborar las características organolépticas de los alimentos frescos como son color, textura y olor característicos, a fin de aceptar o rechazar los alimentos de origen animal que presenten cualquiera de las siguientes características:

- Color: Res (rojo brillante), cordero (rojo), cerdo (rosa pálido)
- Grasa: blanca
- Textura: firme y elástica
- Olor: característico (Carduza, Grigioni y Irurueta, 2000).

2.1.1.4 Alteración de la carne fresca

Todos los animales transportan grandes cantidades de microorganismos, numerosas bacterias, además de mohos y levaduras, están presentes en el cuero, los pelos y las pezuñas de los vacunos, y son transmitidos a la carcasa luego del sacrificio, los restos de estiércol en la pelambre suelen acceder al músculo, así como el contenido intestinal si la evisceración no se hace cuidadosamente. Pero también, las bacterias pueden proceder de los pisos, paredes, mesadas, cuchillos y manos de los operadores en la planta de faena (Hamasaki, 2003).

En la superficie de la carne bovina suelen encontrarse varios tipos de *Escherichia coli*, algunas especies de *Enterobacter* y *Serratia*, *Pantoea agglomerans*, *Citrobacter freundii*, *Klebsiella pneumoniae*, *Yersinia enterocolitica*, *Enterococcus*, *Listeria*, *Salmonella*, *Campylobacter*, *Clostridium*, *Streptococcus*, *Corynebacterium*, *Staphylococcus*, *Bacillus*, bacterias lácticas, mohos y levaduras (Manual de Microbiología de los Alimentos, cap. 10).

El cuidado esmerado de la higiene durante la faena puede reducir de modo importante la carga microbiana de las carnes, pero no puede prevenir la contaminación. El tratamiento con soluciones de ácido láctico o de fosfato trisódico suele reducir las enterobacterias y otros microorganismos patógenos, si se aplican dentro de las dos horas después del sacrificio,

cuando las bacterias gram-negativas todavía no se han fijado a los tejidos (Hamasaki, 2003).

Deterioro

Las carnes son fácilmente alterables, sobre todo si están procesadas, pues tienen un pH entre 5,1 y 5,6 adecuado para el desarrollo de la mayoría de los microorganismos, y un potencial de reducción que permite el crecimiento de los anaerobios en profundidad y los aerobios en la superficie (Cicuta, 2006).

Los factores asociados con la alteración de la carne vacuna suelen ser cambios de color y textura, así como el desarrollo de malos olores y limo. La formación de limo tiene lugar en la superficie y se debe a las bacterias lácticas, entre otras, mientras que el agriado ocurre en el interior, el limo se detecta cuando la población microbiana alcanza un valor de 10^7 ufc/cm² y la a_w está próxima a 0,99 (Manual de Microbiología de los Alimentos, cap. 10).

El enverdecimiento producido por peróxido es debido a lactobacilos heterofermentadores y *Leuconostoc*, mientras que el color verde originado al reaccionar el sulfuro de hidrógeno con la hemoglobina es causado por *Shewanella putrefaciens* y algunas otras bacterias. Los anaerobios son importantes cuando la temperatura se eleva por sobre los 25 °C y predominan los clostridios (Hamasaki, 2003).

Microorganismos patógenos

La carne vacuna está considerada como el origen de la diseminación de ciertos tipos virulentos de *Escherichia coli*, las bacterias *Staphylococcus aureus*, *C. perfringens*, *Campylobacter* spp., *Listeria monocytogenes* y *Salmonella* spp., se encuentran en un bajo número sobre las superficies de las carnes crudas sin embargo puede aumentar por una manipulación inadecuada. Los patógenos más comunes transmitidos por la carne vacuna son *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* y *C. perfringens*. La presencia de patógenos en la carne cruda es un problema imposible de solucionar. Ninguno de los procedimientos disponibles actualmente puede proporcionar una carne roja cruda libre de patógenos, pero si podemos considerar unos

valores permisibles de microorganismos como se muestra en la Tabla 2 (Manual de Microbiología de los Alimentos, cap. 10).

Tabla 2. Valores permisibles de microorganismos en la carne

| Microorganismos | Valores máximos permisibles |
|--|------------------------------------|
| Recuento total de aerobios | 106 ufc/g. |
| Recuento total de anaerobios | 103 ufc/g. |
| Recuento total de bacilos Gram positivos | 103 ufc/g. |
| Entero bacteriaceae | < 3 NMP/g. |
| Estreptococcus del grupo D | 103 ufc/g. |
| Staphylococcus aureus | 102 ufc/g. |
| Clostridium perfringes | 102 ufc/g. |
| Mohos y Levaduras | 10-1 ufc/g. |

Fuente: Manual de Microbiología de los Alimentos (2007).

Salmonella: Es la bacteria causante de la salmonelosis, una enfermedad responsable de la mayoría de los cuadros patológicos gastrointestinales, los alimentos tales como carne, aves de corral, huevo, pescado y productos frescos son fuentes comunes de salmonelosis. La carne molida de res es un medio ideal para el crecimiento de Salmonella ya que es rica en nutrientes y no contiene agentes inhibidores. La salmonella necesita para su crecimiento temperaturas de 18 a 24 °C, no reproduciéndose en sitios refrigerados, por lo que su presencia indica que ha habido fallos en la cadena de frío, cuya temperatura óptima debe ser de 3 °C (McLaughlin y col., 2006).

Escherichia coli: Es una bacteria que forma parte de la flora intestinal de las personas y de los animales y causa la enfermedad a través de la toxina que produce. De los cuatro tipos que pueden provocar toxiinfecciones alimentarias, la más virulenta se denomina O157:H7 y es la que ha provocado los brotes más graves, las principales vías de contaminación son por contaminación cruzada entre alimentos cocidos y crudos, contaminación de las materias primas, a través del agua, por ruptura de la cadena de frío y por transmisión persona a persona vía fecal oral. Los alimentos implicados son la carne y derivados, leche sin pasteurizar y derivados lácteos, verduras y hortalizas regadas con aguas residuales o sin desinfectar (Croxen y col., 2013).

Listeria monocytogenes: Se ha reportado como un microorganismo persistente en las plantas procesadoras de alimentos, siendo esto la mayor fuente de contaminación para el producto. Este patógeno a menudo se encuentra en cortes frescos de carnes de res y aves. También puede crecer en productos cárnicos cocidos embutidos tales como las salchichas para “hot dog”. Resulta de suma importancia asegurarse que las carnes rojas contaminadas no contaminen productos listos para consumo (Sauders y col., 2004).

En cuanto a la presencia de este patógeno en alimentos de diversos países se ha reportado ser de 3,54%, 9,54%, 12,24% y 16,4% en muestras de carne molida de res procedentes de Estados Unidos, Italia, Japón y Marruecos respectivamente. Más recientemente, entre el 2007 - 2009 se reportó a *L. monocytogenes* en el 29% de las muestras de carne molida en niveles de 100 - 200 UFC/g, en Irlanda, afortunadamente no se detectó al microorganismo en productos listos para consumo (Khen y col., 2014).

2.1.2 Carne de res

Según la FAO (2007), la carne magra de vacuno contiene 75% de agua, 22,3% de proteínas, 1,8% de grasa donde aproximadamente la mitad de su contenido son saturadas (destacando el ácido palmítico y el esteárico), mientras que la otra mitad son insaturadas predominando los ácidos grasos mono insaturados, 1,2% de cenizas y provee 210 a 250 kilocalorías por cada 100 g de producto.

2.1.2.1 Propiedades tecnológicas de la carne de res

pH

Según la Norma Técnica Peruana (NTP 201.055:2008), el pH de la carne de res debe oscilar entre 5,5 y 6,4.

En el estudio realizado por Mariño en la medición del pH correspondiente a la raza de res Holstein varía de 6,78 en la primera hora hasta 5,57 a las 24 horas post mortem, alcanzando su punto más bajo 5,51 a las 10 horas post mortem, mientras que para la raza Nelore se encontró que los valores de pH

varían desde 6,76 en la primera hora hasta 5,43 a las 24 horas (Mariño, 2003).

Color

La calidad de la carne bovina está particularmente definida por su composición química (valor nutricional) y por sus características organolépticas (valor sensorial) tales como la textura, el color, el sabor y la jugosidad. El color es el factor que más afecta al aspecto de la carne y de los productos cárnicos durante su almacenamiento, y el que más influye en la preferencia de los consumidores (Pérez y Andújar, 2008).

En vacunos el color normal de la carne es rojo púrpura o también rojo cereza brillante, pero se trata de un parámetro muy variante y que depende de muchos factores (Livingston y Brown, 1981).

2.1.2.2 Propiedades microbiológicas de la carne de res

El almacenamiento a bajas temperaturas en las cámaras frigoríficas selecciona a los organismos psicrotrofos, pues no crecen los mesófilos. La velocidad de deterioro es mayor cuanto más alto sea el número inicial de microbios, la temperatura de almacenamiento y la a_w de la superficie de los tejidos. Casi toda la contaminación se concentra en la superficie de las reses y sólo un porcentaje pequeño de los microbios que el animal transportaba en la piel y el intestino, está implicado en la alteración cuando se conserva la carne por debajo de 5 °C. Por lo general, las primeras etapas de la alteración están acompañadas de una elevación del pH y una mayor capacidad de hidratación de las proteínas cárnicas. La carne de vaca picada en descomposición puede alcanzar valores de pH cercanos a 8,5. Las vísceras son más sensibles al deterioro que el tejido muscular por ser mayor el pH, por ejemplo el hígado tiene un valor cercano a 6,8. *S. putrefaciens* crece en las carnes con pH superior a 6,0 (Manual de Microbiología de los Alimentos, cap. 10).

Después de un almacenamiento prolongado, la alteración comienza a temperaturas de 5 a 7 °C y las bacterias psicrotroficas que predominan en la superficie de la res son bacilos gram-negativos, aerobios, móviles o no,

siendo el género *Pseudomonas* el responsable de más del 50% de los casos especialmente las especies no pigmentadas (Cicuta, 2006).

Bacterias aerobias mesófilas viables

Son aquellas bacterias afines a la temperatura media (30 - 37 °C) y son dependientes de oxígeno. Los requisitos microbiológicos de canales bovinas para el recuento de bacterias aerobias mesófilas viables debe ser < 10⁶ ufc/g la cual se muestra en la Tabla 3 (NTP 201.055: 2008; NTP ISO 2293:1998).

Tabla 3. Límites bacteriológicos de la carne de res.

| Agentes Microbianos | Límite Permisible | |
|------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| | M | M |
| Aerobios Mesófilos viables | 1 x 10 ⁶ ufc/g | 1 x 10 ⁷ ufc/g |
| NMP de E. Coli | 50 ufc/g | 5 x 10 ² ufc/g |
| <i>Staphilococcus aureus</i> | 50 ufc/g | 5 x 10 ² ufc/g |
| <i>Salmonella</i> en 25 g | -1 x 10 ¹ m.o. /g de carne | |

Fuente: Norma Técnica Peruana (NTP 201.055:2008).

2.1.3 Carne de ovino

La carne ovina pertenece al denominado grupo de las carnes rojas y presenta características particulares, ya que proviene de animales criados y alimentados sobre pasturas naturales en su mayoría. Este ámbito le provee a la carne propiedades únicas referidas a jugosidad, consistencia y suave textura. El cordero, de mayor consumo y preferencia, es un ovino menor de un año de edad, del cual se obtiene una res que oscila entre los 9 y 15 kg de peso. Las demás categorías borrego, oveja, capón y carnero también son comercializables y aportan excelentes productos. La carne de ovino destaca por su alto nivel en proteínas de buena calidad y de alto valor biológico. Pues que la carne de cordero contiene en su totalidad todos los aminoácidos esenciales necesarios para que nuestro organismo funcione correctamente (SENASA, 2020).

Propiedades nutricionales

La carne de cordero presenta las siguientes propiedades nutricionales (Buss y Col, 2016):

Agua: Entre un 60 - 80% de su peso.

Proteínas: Posee entre el 20 - 25% de proteína de alto valor biológico ya que alrededor de un 40% de sus aminoácidos son esenciales, es decir, que el organismo no puede sintetizarlos y por ello deben ser aportados por la dieta. Al aumentar la edad del animal, aumenta la cantidad de tejido conjuntivo y éste tiene menor cantidad de metionina y otros aminoácidos esenciales.

Vitaminas: Destaca el contenido de vitaminas del grupo B, tales como la B₁ (tiamina), B₂ (riboflavina), B₃ (niacina), B₆ y B₁₂, que promueven el correcto funcionamiento del sistema nervioso, además de vitamina A, en forma de retinol.

Minerales: Esta carne es una excelente fuente natural de hierro y zinc de elevada biodisponibilidad, además del aporte de cobre, fósforo o selenio. Aproximadamente entre el 30 y un 60% del hierro de la carne es de alta biodisponibilidad (hierro hemo), sin embargo, el hierro que obtenemos de los vegetales (lentejas, espinacas) es principalmente no hemo, que es de menor biodisponibilidad.

Grasas: La carne de cordero contiene un porcentaje medio de grasas que va desde un 12 a un 25% de su composición. Aproximadamente el 50% de estas grasas son saturadas, mientras que la otra mitad son insaturadas, predominando los ácidos grasos mono insaturados. Además, posee una baja relación de ácidos grasos esenciales omega-6/omega-3, lo que es deseable en una alimentación saludable, sin olvidar el importante papel que juega la grasa en la dieta al vehiculizar las vitaminas liposolubles (Buss y Col, 2016). Diferentes estudios muestran que la cantidad y calidad de la grasa depende de factores tales como:

a) Edad.

Los animales más jóvenes están menos engrasados, además de tener la grasa más localizada siendo más fácil su retirada.

b) Sexo.

En determinadas razas y según la edad, se han encontrado diferencias significativas con un engrasamiento mayor en hembras respecto a machos.

c) Alimentación.

En animales más jóvenes, al no fermentar la leche en el rumen, asimilan un perfil de ácidos grasos similar al de la dieta. Para animales de mayor tamaño, se ha observado como ciertas razas en sistemas extensivos presentan una grasa más saturada y rica en omega-3, mientras que la grasa de los alimentados a base de grano en sistema intensivo, resulta ser más poliinsaturada y con mayor porcentaje de omega-6. Esto está muy influenciado por la edad a la que llegan al sacrificio, ya que los animales de pasto necesitan más tiempo y su rumen se encuentra ya desarrollado, neutralizando en gran parte la insaturación de la dieta. Sin embargo, a mayor cantidad de ácidos grasos poliinsaturados aportados por el alimento, como los forrajes frescos, mayor será la cantidad que escapan de esta hidrogenación ruminal y, por lo tanto, existirá una mayor concentración de CLA, puesto que en el rumen es donde se forma su precursor.

d) Zona de la canal.

La pierna y la espalda son partes menos grasas siendo los trozos de inferior categoría los que tienen mayor cantidad de grasa. Aunque existe una correlación negativa entre edad y peso vivo respecto al contenido de colesterol (animales más jóvenes y de menor peso vivo contienen más colesterol), no hay que perder de vista que a mayor engrasamiento de un animal, mayor es su cantidad de colesterol. De todos modos, el contenido en carne de cordero es comparable al de otras especies dependiendo del músculo analizado y la técnica empleada para ello (SENASA, 2020).

2.1.3.1 Factores que influyen en la calidad de la carne de ovino

Los factores antemortem que influyen sobre la calidad de la carne son:

a. Las condiciones del sistema de transporte de los animales

El amontonamiento y la temperatura durante los kilómetros recorridos desde la granja hasta el rastro, el método de descarga, tiempos de reposo y ayuno, contención y el insensibilizado. El signo más obvio cuando el animal es estresado es un descenso del glucógeno del músculo y los valores de pH son altos a las 24 horas, esta característica ha sido identificada como un punto crítico de control de vital importancia en las plantas procesadoras de ovinos (Callejas, 2005).

b. El tiempo de reposo

El reposo de los ovinos previo al sacrificio permite un mejor almacenamiento de glucógeno muscular y los animales tiene un descenso de pH post mórtem normal durante las primeras 24 horas (Dantzer y Morméde, 2002).

c. El estrés

La forma práctica y rápida para inferir el grado de estrés de ovinos en la línea de sacrificio es por la determinación del pH, temperatura interna de la canal, conductividad eléctrica y color de la carne. Justificado en que el descenso de pH normal del músculo de ovino en el momento de la muerte es de 7,0 y trascurridos de 6 a 8 horas el pH desciende a 5,7 - 5,8. Por el contrario, cuando los corderos fueron estresados y oponen resistencia a algún agente estresante el pH del músculo desciende unas pocas décimas durante la primera hora después del sangrado, hay un descenso del glucógeno almacenado y mayor actividad de la adenosina mono fosfato cíclica (AMP cíclico) en el sarcolema que rodea a la fibra muscular, permaneciendo los valores de pH relativamente altos (6,5 - 6,8) y los valores de PH a las 24 horas son de 6,3 a 6,5. Esta carne tiene la característica de ser Oscura Firme y Seca. Por otro lado cuando el pH desciende rápidamente hasta valores de 5,4 - 5,5 en la primera hora después de la sangría y los valores de pH a las

24 horas son de 5,3 a 5,6 la carne se caracteriza por ser Pálida Suave y Exudativa (Carne PSE). La temperatura interna de la canal con valores altos de pH en la primera hora desciende lentamente, la glucólisis es lenta y limitada. El alto pH que se origina en tales músculos minimiza el cambio de color que en otro caso tendría lugar durante el periodo post mórtem (Apple, 1995).

2.1.3.2 Deterioro en la carne de ovino

En carnes de cordero, las enterobacterias psicrótroficas y la gram-positiva *B. thermosphacta* producen modificaciones de los lípidos superficiales, además pueden encontrarse bacterias lácticas, algunos mohos y levaduras. En general, estos microorganismos no provienen del intestino sino de la piel de los animales, el ambiente de los locales de enfriamiento y el suministro de agua (Manual de Microbiología de los Alimentos, 2007).

2.1.4 Conservación mediante la aplicación de atmosfera modificada

La acción preservativa del dióxido de carbono sobre los alimentos, es conocida desde la antigüedad; sin embargo la investigación básica no comprendió el empleo de las atmosferas modificadas para prolongar la vida útil de la fruta, carne y pescado, hasta las décadas de los años 20 y 30 cuando se investigó el efecto de diferentes concentraciones de oxígeno y dióxido de carbono, a distintas temperaturas, sobre la germinación y crecimiento de los hongos productores de podredumbres en frutas. Estos experimentos iniciales dieron lugar al primer almacenamiento comercial en atmosfera controlada para manzanas (Parry, 1995).

La vida útil de los productos perecederos como carnes, está limitada principalmente por dos factores: el efecto del oxígeno atmosférico y el crecimiento de microorganismos aerobios productores de alteraciones. Estos efectos de forma individual o asociados con otros producen cambios del olor, sabor, color y textura, conduciendo a un deterioro general de la calidad. El almacenamiento refrigerado podría retrasar estos cambios indeseables, pero no incrementaría necesariamente la vida útil suficiente

para las exigencias de la distribución al por menor y para los objetivos de exposición en el punto de venta (Menchu, 2005).

El envasado con atmósferas modificadas es un proceso que incrementa significativamente la vida útil de un producto fresco, encerrándoles en una atmósfera que reduce los procesos degradativos, como el crecimiento de organismos microbianos y se facilitan algunos procesos beneficiosos tales como la retención del color de la carne. El envasado en atmósferas modificadas consiste en mantener la carne en un ambiente donde la disponibilidad de oxígeno sea distinta de la que existe en el aire. Esto se logra habitualmente eliminando el oxígeno mecánicamente o evacuando el aire y sustituyéndolo por dióxido de carbono, nitrógeno o una combinación de ambos. Este proceso se lleva a cabo conjuntamente con el empleo de una película plástica flexible que impide el paso de oxígeno o un material de envase semirrígido (Brody, 1996).

a) Empacado en atmósfera modificada

Consiste en eliminar el aire dentro del empaque que contiene la carne o producto cárnico, para posteriormente inyectar un gas o mezcla de gases. Se ha modificado el ambiente gaseoso a fin de reducir el grado de respiración y con ello disminuir el crecimiento microbiano y, por lo tanto, retrasar el deterioro debido a la producción de metabolitos microbianos y a la actividad enzimática residual de la carne; con ello se logra un mayor periodo de anaquel del producto. La vida útil de la carne empacada en atmósferas modificadas aumenta entre 10 y 15% cuando se utiliza una película con permeabilidad al O₂ por debajo de 2 cm³.m².día.atm⁻¹, teniendo cuidado de que la carne empacada no sea expuesta a altas concentraciones de O₂, ya que acelera el crecimiento de microorganismos aerobios y favorece la oxidación de lípidos y mioglobina (García, Gago y Fernandez, 2006).

Para lograr mejor conservación de las características fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas de los productos, se sugiere aplicar atmósferas con mayor concentración de CO₂, ya que disminuye la tasa del crecimiento de microorganismos aerobios y al mismo tiempo menor

concentración de oxígeno (O₂), el cual se usa con frecuencia para mantener el color rojo de la carne. En las carnes envasadas en una atmósfera modificada el deterioro se produce entre 7 y 14 días, y las especies dominantes dependen de la proporción de gases usada, la temperatura y el tiempo de almacenamiento. Comúnmente se encuentran *Pseudomonas* cuando la proporción de oxígeno es elevada y se suele hallar *Lactobacillus*, pero si la carne se mantiene al aire crecen *Pseudomonas*, *Rahnella* y *Carnobacterium*. Puede extenderse la vida útil de la carne enfriada con una atmósfera que contiene entre 10 y 20% de CO₂, aumentando el grado de inhibición con el descenso de la temperatura. Cuando la carne se almacena al vacío y con refrigeración, los causantes del deterioro son bacterias lácticas y *B. thermosphacta* en la mayoría de los casos. El tipo de organismos predominantes depende de la eficiencia de la barrera al oxígeno y del pH, valores bajos favorecen a las bacterias lácticas (Manual de Microbiología de los Alimentos, 2007).

b) Empacado en atmosfera controlada

En este tipo de empacado la concentración de los gases es controlada y constante durante el almacenamiento, esta técnica es utilizada principalmente para productos que requieren un constante monitoreo y control de la composición del gas, algunos ejemplos se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Vida útil de la carne fresca y algunos productos cárnicos envasados en atmósfera controlada.

| Producto | Ejemplos | Almacenamiento (°C) | Vida útil |
|---------------------|-------------------------------------|----------------------------|------------------|
| Carne fresca | Ternera, buey, cordero, cerdo | 0 - 4 | 6 - 8 días |
| | Piezas grandes con pérdida de color | 0 - 4 | 3 - 4 semanas |

Fuente: Ercolini (2006).

c) Empacado al vacío

El hecho de mantener la carne bajo condiciones libres de O₂, extiende la vida de anaquel considerablemente, empaclar al vacío no ha sido un método exitoso para la venta de carne, posiblemente porque ésta adquiere un color púrpura, oscuro y con presencia de exudado visible en el empaque. Esta técnica se ha mejorado usando doble película, donde la superficial es impermeable y desprendible (empaque madre) y la interior permite la penetración de O₂, por lo que la carne adquiere un color rojo brillante (Sorheim y Nissen, 2008).

En los cortes de res almacenados a 4 °C se observaron alteraciones fisicoquímicas y de aspecto en el tercer mes (pH < 5,4, pérdida de vacío y presencia de olores ácidos), mientras que a 0 °C no se percibieron alteraciones hasta el quinto mes. Por otro lado, no se observó crecimiento significativo para *Escherichia coli* ni coliformes totales durante el periodo en estudio. El almacenamiento de cortes de res envasados al vacío y mantenidos a 0 °C contribuye a la calidad del producto, y mantiene sus características fisicoquímicas y sensoriales en condiciones comercialmente aceptables durante cuatro meses, permitiendo su transporte hasta destinos distantes (García y col., 2015).

Egan (1983) sostiene que la carne vacuna envasada al vacío puede tener una vida de almacenamiento de 12 semanas entre 0 a 1 °C, hasta que la aparición de sabores extraños es inaceptable. Una desventaja importante que limita el uso del envase al vacío es el cambio de color debido a la formación de metamoglobina (color marrón) cuando existe O₂ residual en el envase (Lambert y col, 1991).

Las primeras investigaciones demostraron que la vida útil de la carne podía ampliarse en una atmósfera de CO₂ hasta 2 o 3 veces la que presenta en aire, a la misma temperatura, se sabe que la multiplicación de los microorganismos característicos de la alteración de la carne es más lenta con un 25% de CO₂ y se inhibe casi completamente a concentraciones de CO₂ más altas. Si el envasado al vacío no se realiza adecuadamente y no se logra excluir el oxígeno, crecerán las *Pseudomonas*, llegando finalmente

a alterar la carne, de la misma forma que en el almacenamiento en aerobiosis (Brody, 1996).

El envasado al vacío, o la reducción de la concentración de oxígeno en el entorno de los microorganismos, aumentan la vida útil de la carne fresca en comparación con la de la carne envasada en películas permeables al oxígeno. El dióxido de carbono generado por la actividad enzimática de la carne y de los microorganismos aumenta el nivel de CO₂ en el interior del envase, retrasa el crecimiento de bacterias anaerobias facultativas como el Lactobacillus, Leuconostoc y Streptococcus. Se ha comprobado que la inhibición de las Pseudomonas tiene lugar a niveles de CO₂ tan bajos como el 10%. De las bacterias lácticas presente en la superficie y en el interior de carnes envasadas al vacío, las que generalmente predominan son especies del género Lactobacillus (Brody, 1996).

2.1.5 Gases usados en la atmosfera modificada

El concepto del envasado de alimentos frescos en atmosfera modificada es la sustitución en el envase del aire que rodea al alimento, con una mezcla de gases en proporción diferente a la del aire. La composición aproximada del aire se muestra en la Tabla 5. En el empaquetado en atmosfera modificada, se modifica la atmosfera interior del envase, por lo tanto hay una modificación en la concentración de gases que componen el aire (Parry, 1995).

Tabla 5. Composición gaseosa del aire seco a nivel del mar.

| Gas | Porcentaje (%) |
|---------------------------------------|-----------------------|
| Nitrógeno (N ₂) | 78,03 |
| Oxígeno (O ₂) | 20,99 |
| Argón (Ar) | 0,94 |
| Dióxido de carbono (CO ₂) | 0,03 |
| Hidrogeno (H ₂) | 0,01 |

Fuente: Parry (1995).

Los gases utilizados para llevar a cabo tal modificaciones son los siguientes (Parry, 1995):

Oxígeno (O₂): Este gas acelera el crecimiento de las bacterias aerobias que provocan su descomposición y participa en algunas reacciones enzimáticas en los alimentos, incluyendo la oxidación de la mioglobina en la carne y la oxidación de la grasa y compuestos sensibles como vitaminas y aromas, por lo tanto, su eliminación permite alargar la vida de anaquel desde el punto de vista microbiológico. El O₂ tienen un efecto fundamental en el color de la carne, ya que a niveles altos (60 a 80%) se genera un color brillante, mientras que a niveles bajos (0,1 a 0,5%) se favorece la oxidación del pigmento y favorece cambios en la coloración de la carne. Una atmósfera modificada libre de O₂ produce un color púrpura o rojo oscuro.

Dióxido de carbono (CO₂): el efecto que produce este gas es la disminución de la tasa de crecimiento de los microorganismos aerobios de la composición, gram-negativas tales como las especies de Pseudomonas que provocan pérdida de color y malos olores en carnes.

El intervalo de concentración empleado es de entre 20 y 90%, teniendo mayor efectividad conforme se incrementa su concentración. Como todos los gases, es soluble en soluciones acuosas, incluyendo el tejido magro con alto contenido de humedad. Su solubilidad es de 1 L/kg de masa cárnica y, al igual que los otros gases, la solubilidad aumenta al disminuir la temperatura. Es relevante señalar que el CO₂ no afecta directamente a los componentes químicos de la carne; promueve un cambio de color de rojo brillante de la oximioglobina hasta tonos grisáceos, debido a la hipoxia producida por el mismo gas en el sistema, lo que impide la oxigenación de la mioglobina.

Nitrógeno (N₂): es un gas inerte de menor solubilidad que el CO₂ que se utiliza como gas de relleno para impedir que el empaque se colapse, en particular cuando la atmósfera modificada tienen alta concentración de CO₂. Este gas no tiene ningún efecto directo en el crecimiento microbiológico o en el color de la carne.

Monóxido de carbono (CO): Es muy efectivo para mantener el color rojo, debido a la formación de carboximioglobina. Este gas inhibe el crecimiento

de algunos patógenos. Su uso se ha autorizado en condiciones controladas de 0,2 a 0,4%, para no ser considerado por la legislación como tóxico al consumidor.

2.1.6 Materiales de embalaje

Las mejoras en la calidad y vida útil de los productos alimenticios se ha logrado en parte por el control de los gases y la permeabilidad del vapor de agua, debido a los efectos deteriorantes del oxígeno el uso de películas que actúen como una barrera contra la entrada de este gas al interior del empaque ha cobrado cada día mayor importancia en la industria cárnica. La calidad de los alimentos empacados está influenciada parcialmente por las propiedades de los materiales que forman parte de éstos, como las películas plásticas y la composición de las charolas de poliestireno. Por ello, las películas impermeables o semipermeables han sido desarrolladas para regular el paso del gas y de la humedad del medio hacia el interior del empaque, para mejorar las propiedades de barrera y sellado que faciliten la cocción del producto en autoclave.

La elección de la película para empacar productos cárnicos depende en gran medida del tiempo que se supone requerirá el alimento permanecer empacado, además de las condiciones del lugar de almacenamiento, tales como temperatura y humedad. Los materiales que son utilizados en el empacado de los productos cárnicos son generalmente poliméricos con buenas características de barrera para el O₂, como las poliamidas, el polietileno y el polipropileno, que son eficientes barreras contra la humedad y muestran buenas características de sellado, el polietileno de baja densidad y el cloruro de polivinilo son los principales plásticos empleados en el empacado, aunque también se usa el poliestireno (Ospina y Cartagena, 2008).

2.1.7 Equipos para el envasado en atmósfera modificada

La elección de una tecnología de envasado u otra viene condicionada por el tipo de carne. El pH final de la misma varía según el animal de procedencia. Cuando el valor de pH es bajo, como sucede con la carne de ternera y cerdo,

el riesgo de desarrollo microbiano es menor. Entonces, puede optarse por el vacío convencional o el vacío "segunda piel". En cambio, en carnes con pH más altos (pavo, cordero) se recomiendan el empleo de atmósferas modificadas que contengan dióxido de carbono por su acción antimicrobiana. En general, se requieren concentraciones de CO superiores al 20% para conseguir este efecto.

Otro factor que influye en la composición de la atmósfera protectora destinada al envasado de carne fresca es el color. Las carnes rojas mantienen este color si existe una alta proporción de oxígeno en el paquete. En caso contrario, adquieren tonalidades pardas y grisáceas poco atractivas para el consumidor. Esta alteración del color no se considera importante cuando se trata de piezas grandes puesto que estos formatos no se destinan a la venta al por menor. En cualquier caso, estos colores indeseables desaparecen y se recupera el rojo brillante con la apertura de las bolsas y el contacto con el oxígeno (García, Gago y Fernandez, 2006).

En el mercado existen multitud de equipos para el envasado de alimentos en atmósfera modificada a continuación se mencionan algunos equipos usados en productos cárnicos:

Termoformadoras: Las líneas termoformadoras utilizan el método de vacío compensado para la generación de la atmósfera protectora. Operan en continuo y su velocidad varía desde los 5 - 6 hasta los 10 - 12 ciclos/ minuto. Se obtienen unos envases con un buen acabado, de diseño atractivo y alta calidad cuyo coste final es mucho menor comparado con los de otros equipos de EAP. Estos sistemas cuentan con una bobina de material de envasado termoplástico que se conduce hasta la sección de formado donde un molde lo transforma en un recipiente (generalmente una bandeja) con las dimensiones deseadas gracias a la acción del calor. Estos envases se llenan con el producto de manera manual o mecánica y pasan al módulo de vacío y sellado. En él se extrae el aire a través de unas bombas de vacío,

seguidamente se inyecta el gas o gases protectores y se cierra con una lámina procedente de otra bobina (García, Gago y Fernandez, 2006).

Selladoras de bolsa en caja: Las selladoras de bolsa en caja se emplean para el envasado al vacío o en atmósfera modificada de grandes cantidades de alimentos, sobre todo, carnes y pescados. Los productos se colocan en el interior de una bolsa prefabricada situada dentro de una caja de cartón. A través de unas boquillas se extrae el aire contenido en la bolsa y se inyecta el gas o gases protectores antes de su sellado (García, Gago y Fernandez, 2006).

2.1.8 Hidrógeno

El hidrógeno es un portador de energía química y para producirlo se debe partir de otras fuentes, como la energía eléctrica, gases de fermentación de biomasa o residuos y combustibles fósiles. El hidrógeno se puede obtener a partir de energía eléctrica convencional, mediante un proceso llamado electrolisis como se muestra en la Figura 3, en el cual se fraccionan las moléculas de agua mediante la aplicación de corriente eléctrica (Martínez de la Cruz, 2010).

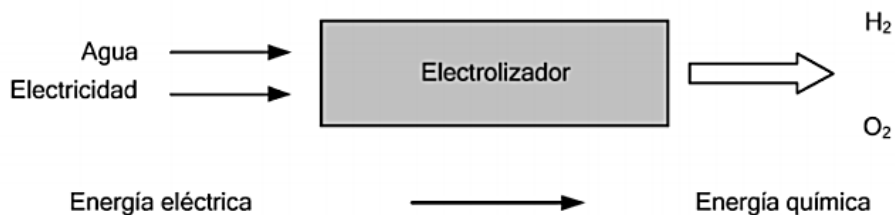


Figura 3. Proceso de Electrolisis.

Fuente: Martínez de la Cruz (2010).

El hidrógeno es el elemento más abundante en el universo, pero no se encuentra en su estado puro en nuestro planeta. Por lo tanto, este debe ser producido a través de variados procesos, los cuales se pueden clasificar en:

- **Termoquímicos:** usan calor y reacciones químicas para obtener el hidrógeno de combustibles convencionales o biomasa.

- **Electrolíticos:** el agua (H_2O) se disocia en hidrógeno (H_2) y oxígeno (O_2) usando electricidad.
 - **Biológicos:** microorganismos, tales como bacterias y algas pueden generar hidrógeno por medio de procesos biológicos propios. Otros procesos: como la descomposición foto catalítica y biológica del agua.
- Actualmente, un 96 % del hidrógeno en el mundo se extrae a partir de combustibles fósiles y solo un 4 % a través del agua como se muestra en la Figura 4 (Vásquez y Salinas, 2013).

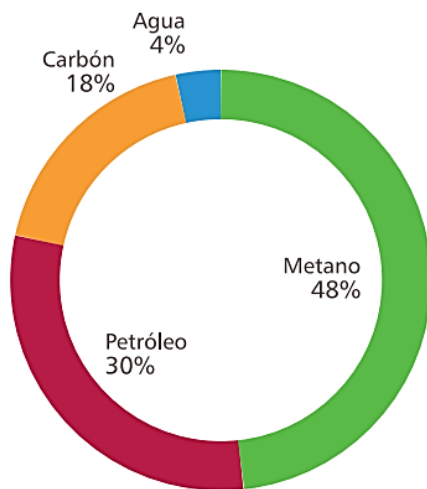


Figura 4: Fuentes de hidrógeno para utilización mundial en refinerías, industria química y gases industriales.

Fuente: Vásquez y Salinas (2013).

2.1.8.1 Propiedades fisicoquímicas

El hidrógeno (H) es el elemento químico más simple y pequeño, y está formado por un solo protón y un solo electrón (Figura 5). Por su simplicidad estructural, es el elemento más abundante del universo, presente de forma masiva en las estrellas y los planetas gaseosos. Ahora bien, al contrario de lo que podríamos esperar, en nuestro planeta no lo encontramos de forma libre, sino formando compuestos como el agua (de ahí su nombre de “generador de agua”) o como componente de la mayoría de moléculas orgánicas. Por este motivo, para disponer de él es preciso desarrollar tecnología que sea capaz de separarlo de dichos compuestos de forma eficiente (Gostzon, Albert y Torrell, 2019).

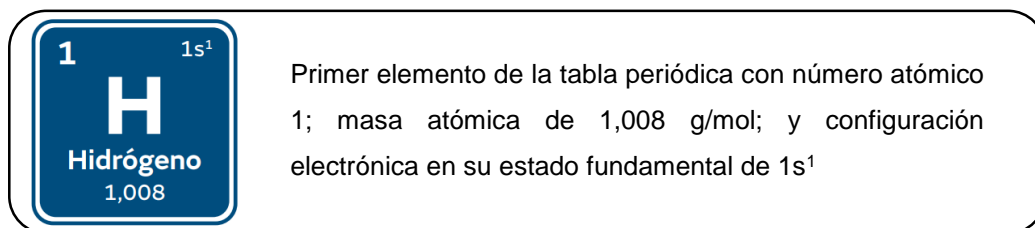


Figura 5. Símbolo del elemento químico hidrógeno.

Fuente: Gostzon, Albert y Torrell (2019).

En condiciones normales, el hidrógeno se encuentra en forma de molécula de gas diatómica, H_2 . Tiene un elevado valor de energía por unidad de masa (densidad energética), mucho más que los combustibles tradicionales. Sin embargo, es un gas muy ligero, con una densidad de tan sólo $0,09 \text{ kg/m}^3$, lo que no permite almacenar una cantidad másica importante en un volumen razonable. En resumen, tiene una alta densidad energética en masa y una baja densidad energética en volumen. Asimismo, su compresión, licuación o transformación en otros combustibles requiere una energía adicional que debe ser tenida en cuenta en el balance energético (Gostzon, Albert y Torrell, 2019).

Las propiedades energéticas del hidrógeno son decisivas para toda su cadena de valor: producción, distribución y consumo. Así, cuando se llena el depósito de un vehículo de hidrógeno se hace en base volumétrica, lo que implica que se dispone de menor cantidad de combustible almacenado en comparación a los combustibles convencionales y por tanto, de menor autonomía de desplazamiento. Por tanto, para obtener una cantidad suficiente en un volumen razonable, el hidrógeno se comprime o se licua.

Aunque las propiedades fisicoquímicas del hidrógeno puedan no ser las ideales para su incorporación simple, directa y de forma masiva en nuestra economía, los beneficios potenciales que podría aportar son lo suficientemente importantes como para considerar su significativo papel en la cadena de valor, siempre que se tomen las oportunas medidas de seguridad. Sus principales ventajas son:

- Es el único combustible que no genera dióxido de carbono durante su utilización, ya que su combinación con oxígeno produce únicamente agua.

- Las reservas son inagotables, ya que es un combustible renovable.
- Se puede almacenar físicamente de forma relativamente sencilla, como gas presurizado o como líquido (Gostzon, Albert y Torrell, 2019).

2.1.8.2 Usos y aplicaciones del hidrógeno

El hidrógeno ha sido utilizado de forma segura por muchas décadas en la industria. Solo en Estados Unidos se produce y usan sin peligro más de 9 millones de toneladas de hidrógeno al año, el cual es utilizado en aplicaciones químicas y metalúrgicas, en la industria alimenticia, el programa espacial entre otras. Por lo tanto, para un uso seguro, el diseño de estructuras donde el hidrógeno es almacenado y utilizado (Vásquez y Salinas, 2018).

En la industria alimentaria: Una aplicación importante del uso del hidrógeno en la industria de alimentos es la hidrogenación de las grasas. Es utilizado ampliamente en la fabricación de aceites y margarinas, ya que estas en contacto con oxígeno se descomponen. Para estabilizar estos aceites y así aumentar su periodo de conservación, se utiliza la hidrogenación, que significa que los ácidos grasos tienen que convertirse químicamente para reducir la cantidad de enlaces dobles. En términos prácticos, la hidrogenación vuelve el aceite mucho más estable y no se descompone tan rápido como el aceite no tratado (Vásquez y Salinas, 2018).

2.2. ANTECEDENTES

García (2020), en su tesis denominada “Automatización de un prototipo generador de gas hidrogeno a partir de aguas residuales, y su eficiencia en la conservación de frutos de aguaymanto” su objetivo general fue “Evaluar la influencia de la automatización (sensores y actuadores) incluidos en el prototipo generador de gas hidrogeno a partir de aguas residuales, aplicado en la conservación de frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana*)”. En primera instancia se elaboró el diagrama de la automatización y luego se procedió con la instalación de los componentes y el diseño del aplicativo, para luego poner en funcionamiento al prototipo automatizado. Una vez obtenido el gas hidrogeno se evaluó la pureza de este (0 al 100%) con el sensor MQ8, teniendo un resultado de 96% de concentración. Luego, el gas se aplicó como conservante en los frutos de aguaymanto (sin cáliz) en 3 tratamientos: 500 cm³, 750 cm³ y 1000 cm³ de gas/100 g de fruta, todos ellos evaluados a condiciones ambientales. Estos tratamientos se compararon con un testigo a iguales condiciones, pero sin adición del gas, teniendo como resultado que ningún tratamiento sufrió cambios significativos estadísticamente en los análisis organolépticos y físico químicos, a diferencia del testigo que si mostró cambios significativos.

Velásquez (2013), en su tesis denominada “El hidrógeno como conservante alimentario”, el objetivo es demostrar el uso del hidrogeno como conservante en margarinas y aceites. La metodología que utilizo fue aplicar el hidrógeno en su forma molecular mediante presión. Los tratamientos que aplico fueron tres presiones atmosféricas de gas hidrogeno diferentes (1, 2 y 3 atm) y por tres repeticiones. Los resultados que obtuvo fueron favorables, teniendo como ganador al tercer tratamiento (3 atm) concluyendo que el gas hidrogeno si es un buen conservante alimentario.

Landa (2012), en su tesis denominada “Aditivos utilizados en la industria alimentaria, que causan y no causan daños”, tiene como objetivo demostrar que aditivos alimentarios causan o no causan daño. La metodología que aplico fue de adicionar distintas dosis de diferentes aditivos alimentarios en la comida para ratas, dentro de esos aditivos considero al gas hidrogeno.

Los tratamientos que realizó fueron por 1, 2 y 3 semanas de consumo de cada aditivo y en diferentes concentraciones. Los resultados que obtuvo del gas hidrogeno fueron favorables, mencionando que afecto a su salud en lo más mínimo, es decir que este aditivo puede ser considerado dentro de su alimentación.

García y Garay (2016), en su tesis denominada “Diseño y construcción de un prototipo para obtener gas hidrogeno a partir de aguas residuales, y su aplicación en la conservación de frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana*)”, el objetivo es obtener gas hidrogeno de aguas residuales y aplicarlo en la conservación de aguaymanto. La metodología que aplicó fue de obtener el gas hidrogeno mediante hidrolisis y luego aplicar este gas en el aguaymanto en recipientes de vidrio a especie de capsulas de conservación. Obtenido el gas hidrogeno lo aplicó en tratamientos de 400, 750 y 1100 cm³ de gas por 100 g de fruto y por tres repeticiones. El mejor tratamiento fue de 750 cm³, conservando las características iniciales del fruto por un periodo de 30 días y sin el cáliz, concluyendo que el gas hidrogeno funciona como conservante en frutos de aguaymanto.

Aguilar (2012), en la segunda edición de su libro titulado “Métodos de conservación de alimentos” tiene como objetivo explicar con claridad los diferentes métodos de conservación de los alimentos. Explica los diferentes métodos de conservación dentro de los cuales menciona la conservación mediante atmosfera modificada, en las que se aplica los gases nitrógeno, oxigeno, CO₂ e hidrogeno. Los resultados que menciona son, que se conserva perfectamente la composición nutricional de los alimentos de origen vegetal (vitaminas), conserva y facilita la venta de alimentos fileteados o en trozos como los embutidos, carnes y pescados, aseguran que el hidrogeno es un buen conservante alimentario.

2.3. HIPÓTESIS

2.3.1. Hipótesis general

Si evaluamos la influencia positiva del gas hidrogeno en la conservación de carnes de res y ovino, mejoraremos el tiempo de vida útil.

2.3.2. Hipótesis específicos

Si determinamos el volumen óptimo de gas hidrógeno para la conservación de carnes de res y ovino, prolongaremos el tiempo de vida útil.

Si determinamos el tiempo máximo de conservación de la carne de res y ovino con el gas hidrogeno, sabremos en cuanto aumenta el tiempo de conservación.

2.4. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

2.4.1. Variable independiente

X₁: Gas hidrogeno.

2.4.2. Variable dependiente

Y₁: Características organolépticas y físico químicas

Y₂: Microorganismos patógenos

2.4.3. Operacionalización de variables

En la Tabla 6, se muestran la operacionalización de las variables para el estudio

Tabla 6: Operacionalización de variables.

| Variables | Indicadores |
|--|--|
| Variable Independiente | X_1 = Gas hidrógeno en diferentes volúmenes. |
| X_1 = Gas hidrógeno | $X_{1,1}$ = 100 cm ³ $X_{1,2}$ = 200 cm ³ $X_{1,3}$ = 300 cm ³ |
| Variable Dependiente | Y_1 = Características organolépticas y físico químicas |
| Y_1 = Características organolépticas y físico químicas | $Y_{1,1}$ = Color $Y_{1,2}$ = Olor $Y_{1,3}$ = pH |
| Y_2 = Microorganismos patógenos | Y_2 = Microorganismos patógenos $Y_{2,1}$ = Salmonella $Y_{2,2}$ = Escherichia coli $Y_{2,3}$ = Mohos |

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo y nivel de investigación

De acuerdo al tipo de investigación pertenece a:

Tipo : Es experimental porque se manipulan las variables de estudio.

Nivel: Es aplicativo porque se interviene en las unidades de estudio.

Diseño: Es experimental porque se aplicó un gas para hacer el experimento y saber si funciona o no.

3.2. Lugar de ejecución

La investigación se desarrolló en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial, así como en las instalaciones del CITE Agroindustrial de la Unidad Técnica Ambo, con una duración de 3 meses aproximadamente desde el inicio de ejecución hasta la evaluación de los resultados en los laboratorios.

3.3. Población, muestra y unidad de análisis

La población de estudio fue la carne de res y ovino.

Las muestras fueron 100 gramos de cada tipo de carne.

La unidad de análisis se realizó sometiendo las carnes a conservación con el gas hidrógeno la cual fue almacenada a 4 °C.

3.4. Tratamientos en estudio

Los tratamientos se realizaron según la tabla mostrada a continuación.

Tabla 7. Tratamientos para ambas carnes (res y ovino).

| Tabla de tratamientos | | |
|-----------------------|---------------|--|
| Símbolo | | Descripción |
| T0 | Testigo | 100 g de carne sin gas hidrógeno en refrigeración a 4 °C |
| T1 | tratamiento 1 | 100 g de carne con 100 cm ³ gas hidrógeno en refrigeración a 4 °C |
| T2 | tratamiento 2 | 100 g de carne con 200 cm ³ gas hidrógeno en refrigeración a 4 °C |
| T3 | tratamiento 3 | 100 g de carne con 300 cm ³ gas hidrógeno en refrigeración a 4 °C |

3.5. Prueba de hipótesis

3.5.1. Hipótesis nula

H0: El tiempo de conservación de la carne de res y ovino con diferentes volúmenes de gas hidrogeno es el mismo que sin este gas.

$$H0: T_0 = T_1 = T_2 = T_3 = 0$$

3.5.2. Hipótesis de investigación

H1: Al menos un tratamiento de conservación de la carne de res y ovino con diferentes volúmenes de gas hidrogeno será diferente respecto a la conservación convencional.

$$H1: \text{al menos un } T_n \neq 0$$

3.5.3. Diseño de la investigación

Este experimento fue conducido bajo los lineamientos de un DCA, para hallar el volumen óptimo de gas hidrógeno, por lo que el modelo aditivo es el siguiente:

$$Y_{i\varphi} = \mu + T_i + E_{i\varphi} \quad i = 1, \dots, k \quad i\varphi = 1, \dots, n_i$$

Dónde:

$Y_{i\varphi}$: tiempo de la eficiencia evaluada en la φ – ésima muestra del proceso sometida al i – ésimo tratamiento.

μ : La media general.

T_i : Efecto del i –ésimo tratamiento.

$E_{i\varphi}$: Error experimental.

$K = 4$ (número de tratamientos)

$n_1 = 3, n_2 = 3, n_3 = 3, n_4 = 3$ (número de repeticiones por tratamiento)

Para la comparación de medias de tratamientos se utilizó la prueba de comparación TUKEY a los niveles de 0,05 de probabilidades que corresponde al 95%.

Para el caso de las variables discretas como el análisis organoléptico, se ajustaron a la evaluación de un panel semi-entrenado y se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman a un nivel de significación de $\alpha=5\%$.

Se aplicó así mismo el diseño de medidas repetidas simple (S x A) para evaluar el pH de ambas carnes, donde se utilizó la prueba de comparación TUKEY y ANOVA a los niveles de 0,05 de probabilidades que corresponde al 95% para la comparación de las medias y desviación estándar de los tratamientos.

3.5.4. Datos registrados

Se registró el resultado obtenido de los diferentes volúmenes de gas hidrogeno aplicados como conservante en la carne de res y ovino refrigeradas a una temperatura de 4 °C, los distintos tiempos de conservación que estos generan al aplicarlos una cierta cantidad y los resultados de las pruebas realizadas en los laboratorios.

3.5.5. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información

La información se obtuvo mediante datos de fuentes secundarias y datos de fuentes primarias.

Para la obtención de datos de las fuentes secundarias, se utilizó la técnica de investigación documental o bibliográfica que sirvió de fuente para elaborar el marco teórico, los instrumentos de investigación y los antecedentes para la discusión.

Así mismo se utilizaron otros instrumentos como memorias USB para el almacenamiento de datos, cuaderno de apuntes, lápices, etc. Los datos fueron ordenados y procesados por una computadora utilizando el software Microsoft Office en sus diferentes aplicaciones: de texto (Word) y de cálculos (Excel). De acuerdo al diseño de investigación la presentación de los resultados los mostraremos en cuadros y figuras según correspondan y para el procesamiento de los datos estadísticos usamos el software estadístico SPSS.

Por otro lado, para los datos de las fuentes primarias, se utilizó la técnica de la observación e investigación, permitiéndonos obtener información sobre los indicadores de las variables dependientes.

3.6. Equipos y materiales

3.6.1. Materia prima

Carnes de res y ovino adquiridas del mercado modelo de la provincia de Huánuco.

3.6.2. Materiales

- Cuchillo
- Tabla de picar
- Bolsas plásticas de polipropileno para envasado

3.6.3. Equipos

- Empacadora al vacío modelo EV4DG marca KRETOR (presión de vacío de -2 atm.)
- Generador de hidrogeno (prototipo)
- Balanza gramera marca TREVELER
- pH-metro portátil MW102
- Selladora de bolsas marca SINDMEC
- Refrigerador biomédico marca ARCTIKO PR 700
- Incubadora de Laboratorio CLW 115 POL-EKO-APARATURA
- Autoclaves de laboratorio verticales de 33-169L | RAYPA
- Contador de colonias digital SCAN 100 INTERSCIENCE
- Vasos de precipitado
- Tubos de ensayo
- Probeta
- Bureta
- Matraz de erlenmeyer
- Mechero de alcohol con estabilizador de llama y ajuste de gas
- Placas Petrifilm 3M Salmonella Express 6536, caja con 50.
- Placa Petrifilm 3M de recuento de E. coli/coliformes, caja con 25.

- Placas Petrifilm 3M para recuento de mohos, caja con 25.

3.6.4. Reactivos

- Peptonas
- Agua destilada

3.7. Conducción de la investigación

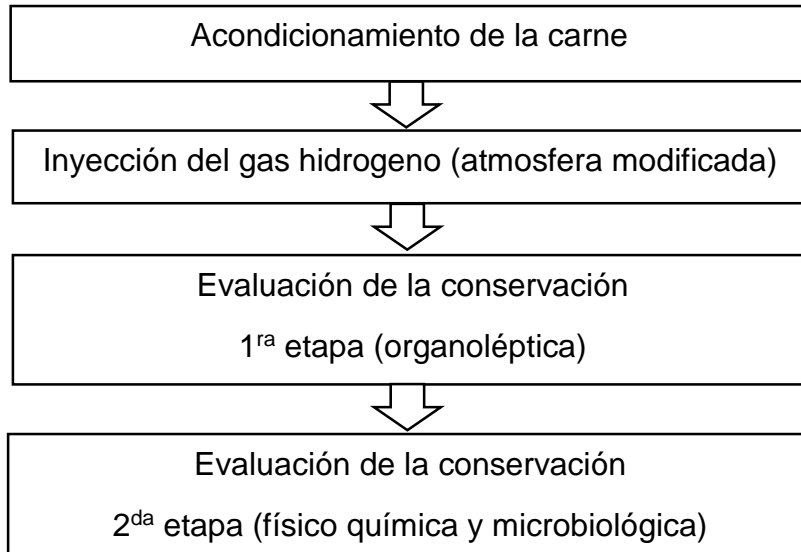


Figura 6. Conducción de las etapas en la investigación.

3.7.1. Acondicionamiento de la carne.

En esta etapa se adquirió la carne de res y ovino del mercado de abasto de Huánuco, luego se procedió a acondicionar las carnes en un lugar limpio e inocuo, quitándole los tendones, restos de huesos y grasa, realizando el corte en cubos de $2 \times 2 \text{ cm}^3$ aproximadamente y el peso de 100 g de muestra por cada tipo de carne, para luego envasar al vacío, con la finalidad de quitar todo el oxígeno contenido e inyectar el gas hidrógeno.

3.7.2. Inyección del gas hidrógeno (atmosfera modificada).

Una vez envasado al vacío todas las muestras de carne (la empacadora al vacío que manejamos fue de -2 atmosferas durante 15 segundos), se procedió a la inyección del gas hidrogeno (conservante) según los tratamientos definidos. La inyección del gas fue de la siguiente manera; el generador de gas hidrogeno tiene un temporizador automático programable

en el cual se digita el tiempo de funcionamiento para generar o adquirir el volumen del gas deseado.

El generador del gas hidrogeno, es un prototipo generador del gas hidrogeno a partir de las aguas residuales la pureza (0% al 100%) evaluada del gas hidrogeno con el sensor MQ8, tuvo como resultado 96% de concentración de hidrogeno (García, 2020).

La medida del volumen para suministrar a las bolsas se realizó la siguiente forma; para añadir 100 cm³, 200 cm³ y para 300 cm³ de gas hidrogeno se realizó mediante la programación del prototipo, la cual marca la cantidad de gas introducida en cm³. El generador de gas hidrógeno tiene una manguera en cuyo final tiene una aguja para hacer la inyección del gas, al pasar el tiempo programado el gas satura las bolsas según sus medidas específicas de volumen para finalmente retirarlas sellando instantáneamente por donde se realizó la inyección.

3.7.3. Evaluación de la conservación (1^{era} etapa).

Después de la inyección del gas hidrogeno las muestras pasaron a ser refrigeradas a una temperatura de 4 °C donde se procedió a evaluar diariamente registrando y verificando las características sensoriales: el color y olor. Las evaluaciones organolépticas se realizaron con especialistas en carnes. con conocimientos previos en el tema, esta evaluación se realizó cada día, para lo cual se utilizó: la escala japonesa de color para carnes (BCS) y la ficha de evaluación organoléptica (color), la cual se muestra en el anexo 4 y 5; para verificar el olor se utilizó una ficha que se muestra en el anexo 6.

3.7.4. Evaluación de la conservación (2^{da} etapa).

Después de la evaluación organoléptica se procedió a evaluar las características fisicoquímicas donde se midió el pH de la carne tanto en res y ovino, esto se realizó al inicio y al final de cada tratamiento (T0, T1, T2, T3), para lo cual se utilizó un pH-metro; se midió el pH de la carne fresca recién comprada, luego después de finalizar cada tratamiento en estudio: al

tratamiento T0 se midió el día 3 para la carne de ovino y el día 5 para la carne de res, al tratamiento T1 se midió el día 5 para la carne ovino y el día 6 para la carne de res; al tratamiento T2 se midió el día 6 para ovino y el día 7 para res, al tratamiento T3 se midió el día 9 para la carne ovino y el día 10 para la carne de res.

Finalmente se procedió a evaluar las muestras en los laboratorios con la finalidad de verificar la proliferación de microorganismos (microbiológica), la evaluación microbiológica se realizó al mejor tratamiento en ambas carnes:

Tabla 8. Matriz de evaluación microbiológica

| Tipo de carne | Microorganismos a analizar |
|----------------------|---|
| Res | Salmonella Escherichia coli Mohos |
| ovino | Salmonella Escherichia coli Mohos |

El procedimiento que se siguió para evaluar cada microorganismo fue lo mismo para los tres, salmonella, Escherichia coli y mohos; la cual fue de la siguiente manera:

Se esterilizaron todos los materiales de trabajo y el lugar a trabajar.

La preparación de la agua peptonada; se pesó 1 gramo de peptona para 1000 mL de agua destilada, posteriormente se mezcló por un tiempo de 2 minutos, luego se esterilizo el agua peptonada en un autoclave por un tiempo de 15 minutos a temperatura de 121 °C.

Pesado de todas las muestras a analizar, 10 gramos de muestra por cada tratamiento, cada uno con tres repeticiones, el lugar de trabajo en todo momento fue mantenida aséptica con un mechero de alcohol encendido y completamente cerrado. También se midió con la pipeta de 100 mL, 90 mL de agua peptonada para cada muestra a analizar. Después se mesclo bien la muestras y el agua peptonada ya estéril.

El sembrado en las placas Petri de cada microorganismo a analizar, esto se realizó con pipetas descartables destinadas a cada muestra a analizar.

El incubado de las placas sembradas se realizó por un tiempo de 24 horas a una temperatura de 35 °C para salmonella y Escherichia coli; para los mohos el incubado duro 48 horas a 26 °C, una vez cumplido el tiempo de incubación se procedió al conteo de colonias en un contador de colonias, para esto nos guiamos con la ficha técnica de las placas petrifilm de cada microorganismo analizado.

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluación organoléptica del color y olor de la carne.

La Tabla 9 muestra los resultados en cuanto a la evaluación organoléptica del color y olor de la carne de res con los tratamientos T1 = 100 cm³, T2 = 200 cm³, T3 = 300 cm³ de inyección de gas hidrogeno, donde se observa que presentaron diferencias significativas considerando un error de 0,05 entre los tratamientos interpretados de forma vertical con respecto a cada característica organoléptica, siendo el tratamientos T3 el que reportó la mejor conservación por mas periodo de tiempo frente a los demás tratamientos incluyendo al testigo la, como se muestra en el anexo 2.

La Tabla 10 muestra los resultados en cuanto a la evaluación organoléptica del color y olor de la carne de ovino con los tratamientos T1 = 100 cm³, T2 = 200 cm³, T3 = 300 cm³ de inyección de gas hidrogeno, donde se observa que presentaron diferencias significativas considerando un error de 0,05 entre los tratamientos interpretados de forma vertical con respecto a cada característica organoléptica, siendo el tratamientos T3 el que reportó la mejor conservación por mas periodo de tiempo frente a los demás tratamientos incluyendo al testigo como se muestra en el anexo 3.

4.1.1 Evaluación organoléptica del color y olor de la carne de res.

Tabla 9. Resultados expresados como promedio

| Día | Color | | | | | | Olor | | | | | |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|
| | Testigo | T1 | T2 | T3 | Media | Desviación estándar | Testigo | T1 | T2 | T3 | Media | Desviación estándar |
| inicio | 3,3 | 3,7 | 3,3 | 3,3 | 3,42 | 0,17 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 0,00 |
| 1 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 4,0 | 3,75 | 0,17 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 0,00 |
| 2 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 4,0 | 3,75 | 0,17 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 0,00 |
| 3 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,00 | 0,00 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 0,00 |
| 4 | 4,3 | 4,3 | 4,0 | 4,0 | 4,17 | 0,19 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 0,00 |
| 5 | 4,3 | 4,3 | 4,0 | 4,0 | 4,17 | 0,19 | 1,3 | 1,3 | 1,0 | 1,0 | 1,17 | 0,19 |
| 6 | 5,0 | 4,7 | 4,3 | 4,0 | 4,50 | 0,43 | 1,3 | 1,3 | 1,0 | 1,0 | 1,17 | 0,19 |
| 7 | 5,3 | 5,0 | 4,7 | 4,0 | 4,75 | 0,57 | 1,7 | 1,7 | 1,3 | 1,0 | 1,42 | 0,32 |
| 8 | 6,0 | 5,7 | 5,0 | 4,3 | 5,25 | 0,74 | 2,7 | 2,7 | 2,3 | 1,0 | 2,17 | 0,79 |
| 9 | 6,7 | 6,7 | 5,7 | 4,3 | 5,83 | 1,11 | 3,7 | 3,7 | 2,7 | 1,3 | 2,83 | 1,11 |
| 10 | 7,0 | 7,0 | 6,7 | 4,3 | 6,25 | 1,29 | 4,7 | 4,7 | 3,7 | 1,3 | 3,58 | 1,57 |
| Media | 4,85 | 4,79 | 4,45 | 4,03 | 4,53 | 0,46 | 1,85 | 1,85 | 1,55 | 1,06 | 1,58 | 0,38 |
| Desviación estándar | 1,26 | 1,19 | 0,99 | 0,28 | 0,91 | 0,42 | 1,27 | 1,27 | 0,92 | 0,13 | 0,89 | 0,54 |

4.1.2 Evaluación organoléptica del color y olor de la carne de ovino.

Tabla 10. Resultados expresados como promedio.

| Día | Color | | | | | | Olor | | | | | |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|
| | Testigo | T1 | T2 | T3 | Media | Desviación estándar | Testigo | T1 | T2 | T3 | Media | Desviación estándar |
| inicio | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,0 | 3,25 | 0,17 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 0,00 |
| 1 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,0 | 3,25 | 0,17 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 0,00 |
| 2 | 3,7 | 4,0 | 3,7 | 3,7 | 3,75 | 0,17 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 0,00 |
| 3 | 4,0 | 4,0 | 3,7 | 3,7 | 3,83 | 0,19 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 0,00 |
| 4 | 4,7 | 4,3 | 4,0 | 4,0 | 4,25 | 0,32 | 1,3 | 1,3 | 1,0 | 1,0 | 1,17 | 0,19 |
| 5 | 5,3 | 4,3 | 4,0 | 4,0 | 4,42 | 0,63 | 1,7 | 1,3 | 1,3 | 1,0 | 1,33 | 0,27 |
| 6 | 5,7 | 4,7 | 4,3 | 4,0 | 4,67 | 0,72 | 2,7 | 1,7 | 1,3 | 1,0 | 1,67 | 0,72 |
| 7 | 6,3 | 5,7 | 5,0 | 4,3 | 5,33 | 0,86 | 3,3 | 2,7 | 2,0 | 1,3 | 2,33 | 0,86 |
| 8 | 7,0 | 6,7 | 5,7 | 4,3 | 5,92 | 1,20 | 4,3 | 3,3 | 2,3 | 1,3 | 2,83 | 1,29 |
| 9 | 7,0 | 7,0 | 6,7 | 4,3 | 6,25 | 1,29 | 4,7 | 4,3 | 3,3 | 1,3 | 3,42 | 1,50 |
| 10 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 4,7 | 6,42 | 1,17 | 5,0 | 5,0 | 4,3 | 2,0 | 4,08 | 1,42 |
| Promedio | 5,21 | 4,94 | 4,61 | 3,91 | 4,67 | 0,63 | 2,45 | 2,15 | 1,79 | 1,18 | 1,89 | 0,57 |
| Desviación estándar | 1,49 | 1,40 | 1,31 | 0,54 | 1,16 | 0,45 | 1,61 | 1,46 | 1,13 | 0,31 | 1,11 | 0,61 |

4.2 Resultados físico químicos de la carne de res y ovino.

Tabla 11. Resultados físico químicos de los tratamientos de la carne de res y ovino.

| pH de la carne de res | | | | |
|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Ensayo | T0 | T1 | T2 | T3 |
| | 5,52 | 5,52 | 5,51 | 5,51 |
| pH inicial | 5,53 | 5,51 | 5,52 | 5,52 |
| | 5,52 | 5,51 | 5,52 | 5,51 |
| Promedio | 5,52 | 5,51 | 5,52 | 5,51 |
| Varianza | 0,0058 | 0,0058 | 0,0058 | 0,0058 |
| | 5,8 | 5,78 | 5,78 | 5,77 |
| pH final | 5,79 | 5,77 | 5,81 | 5,78 |
| | 5,8 | 5,8 | 5,79 | 5,78 |
| Promedio | 5,80 | 5,78 | 5,79 | 5,78 |
| Varianza | 0,0058 | 0,0153 | 0,0153 | 0,0058 |
| pH de la carne de ovino | | | | |
| | 5,64 | 5,63 | 5,65 | 5,66 |
| pH inicial | 5,64 | 5,64 | 5,64 | 5,64 |
| | 5,65 | 5,64 | 5,65 | 5,64 |
| Promedio | 5,64 | 5,64 | 5,65 | 5,65 |
| Varianza | 0,0058 | 0,0058 | 0,0058 | 0,0115 |
| | 5,89 | 5,86 | 5,86 | 5,85 |
| pH final | 5,9 | 5,86 | 5,88 | 5,86 |
| | 5,88 | 5,85 | 5,87 | 5,86 |
| Promedio | 5,89 | 5,86 | 5,87 | 5,86 |
| Varianza | 0,0100 | 0,0058 | 0,0100 | 0,0058 |

Leyenda:

T0: Testigo sin gas hidrógeno

T1: Tratamiento con 100 cm³ de gas hidrógeno

T2: Tratamiento con 200 cm³ de gas hidrógeno

T3: Tratamiento con 300 cm³ de gas hidrógeno

La Tabla 11 evidencia los resultados de la caracterización fisicoquímica en cuanto a su pH inicial y final de los tratamientos (T0, T1, T2, T3) de ambas carnes. Las comparaciones con SPS se muestran en el anexo 7 y 8.

4.3 Resultados microbiológicos de la carne de res y ovino.

La Tabla 12 muestra los resultados del análisis microbiológico del mejor tratamiento (T3) de la carne de res al final de los 10 días, en ella se evidencia los datos obtenidos del conteo de la Salmonella, Escherichia coli y mohos.

También se muestra los resultados de la caracterización microbiológica del mejor tratamiento (T3) de la carne de ovino al final de los 9 días, en ella se evidencia los datos obtenidos del conteo de Salmonella, Escherichia coli y mohos.

Tabla 12. Resultados microbiológico

| Tratamientos | N° | Ensayo | Resultado | Unidades |
|---|-----------|--|------------------|-----------------|
| Carne de res (T3 = 300 cm ³ almacenada 4 °C) | 01 | Detección de | 0 | UFC/g |
| | 02 | Salmonella | 0 | NMP/g |
| | 03 | Numeración de Escherichia coli Mohos | 0 | UFC/g |
| Carne de ovino (T3 = 300 cm ³ almacenada 4 °C) | 01 | Detección de | 0 | UFC/g |
| | 02 | Salmonella | 0 | NMP/g |
| | 03 | Numeración de Escherichia coli Mohos | 0 | UFC/g |

V. DISCUSIÓN

A partir de los hallazgos encontrados aceptamos la hipótesis alternativa general que establece si evaluamos la influencia positiva del gas hidrogeno en la conservación de carnes de res y ovino, mejoraremos el tiempo de vida útil.

Estos resultados guardan relación con los que sostienen Velásquez (2013), Landa (2012) y Aguilar (2012), quienes señalan que el gas hidrogeno si es un buen conservante alimenticio. Estos autores señalan que el gas hidrogeno es aceptable para utilizar como conservante en los alimentos. Ello es acorde con lo que en este estudio se halla.

En lo que respecta la determinación del volumen óptimo de gas hidrógeno para la conservación de carnes de res y ovino, prolongaremos el tiempo de vida útil.

Los resultados obtenidos guardan relación con lo que sostiene García y Garay (2016), quienes afirman que el volumen optimo del gas hidrogeno prolonga la vida útil del producto manteniendo sus características iniciales. Estos autores señalan que el gas hidrogeno funciona como conservante con un volumen optimo determinado alargando la vida útil de producto manteniendo sus características iniciales. Lo cual concuerda con la investigación realizada.

En cuanto a la determinación del tiempo máximo de conservación de la carne de res y ovino con el gas hidrogeno, sabremos en cuanto aumenta el tiempo de conservación.

Los resultados obtenidos no guardan relación con lo que sostiene García y col. (2015), donde mencionan que la carne de res envasado al vacío tiende a malograrse en el tercer mes almacenado a 4 °C. Estos autores afirman que la temperatura de almacenamiento de la carne envasado al vacío influye mucho en el tiempo de conservación. Lo mencionado por estos autores no concuerda parcialmente con los resultados obtenidos en la investigación, ya que el tiempo máximo de conservación con el gas hidrogeno de la carne de res y ovino fue de 9 y 10 días almacenados a 4 °C.

En lo que respecta las evaluaciones de las características organolépticas, físico químicas y microbiológicas de la carne de res y ovino conservada con gas hidrogeno, determinaremos el tiempo máximo de conservación.

5.1 De la evaluación organoléptica

Los resultados obtenidos en esta investigación guardan relación con lo que sostienen Carduza, Grigioni y Irurueta (2000), mencionan que el análisis organoléptico de productos cárnicos se realiza mediante los sentidos la vista, olfato, tacto, gusto y oído. Estos autores mencionan que las carnes aceptables son de color; rojo brillante para res, rojo para ovino y olor característico. Esto concuerda con la investigación donde se evaluaron organolépticamente las características como color y olor de las carnes de res y ovino.

En lo que respecta al color de la carne de res y ovino Livingston y Brown (1981) mencionan que el color normal o aceptable de la carne de vacuno es el rojo purpura o rojo cereza brillante esto depende de muchos factores. En cuanto al color de la carne realizada en esta investigación se concuerda con estos autores, ya que la carne aceptable al consumidor y su posterior venta influye mucho el color de la carne como lo mencionan también Pérez y Andújar (2008), ellos indican que el color es el factor que más afecta al aspecto de la carne y de los productos cárnicos durante su almacenamiento, y el que más influye en la preferencia de los consumidores.

En la carne de res testigo, sin la inyección del gas hidrogeno mantuvo un color rojo purpura y olor característico hasta el día 6, aunque se notó una leve aparición de gotas de agua dentro del envase, mientras que con la inyección de 100 cm³ de gas hidrogeno comparando con el testigo no se observaron ninguna diferencia significativa, debido a que ambos tratamientos mantuvieron similares características hasta el día 6, mostrando solo diferencias en cuanto al color ya que este se mantenía rojo brillante hasta el día 6 y una leve aparición de gotas de agua dentro del envase, un signo que nos indicó que la muestra pasaría a estado de descomposición en

los siguientes días. Los cambios notables de la carne con 100 cm³ de gas hidrogeno fue del día 6 en adelante, en la cual la muestra empezó a perder sus características, llegando a tener un color rojo oxido y un olor a putrefacción en el día 10; la carne con 200 cm³ de gas hidrogeno se mantuvo con un color rojo brillante y olor característico hasta el día 7 aunque se notó una leve aparición de rastros de agua. El tratamiento presento cambios notables desde el día 7 en adelante, en la cual la muestra empezó a perder sus características llegando a tener un color rojo oxido y un olor sulfhídrico o acido muy fuerte en el día 10; la carne con 300 cm³ de gas hidrogeno se mantuvo con un color rojo brillante y olor característico hasta el día 10, notándose una leve aparición de rastros de agua. El tratamiento presento cambios notables a partir del día 10 en adelante, llegando a perder sus características iniciales.

En la carne de ovino se pudo notar que la carne testigo sin la inyección del gas hidrogeno mantuvo un color rojo purpura y olor característico hasta el día 4, aunque se notó una leve aparición de gotas de agua; en la carne con 100 cm³ de gas hidrogeno en comparación con el testigo se observó una diferencia significativa, debido a que ambos tratamientos tuvieron una diferencia de un día en cuanto al tiempo de conservación manteniendo sus características iniciales la cual duro hasta el día 5 con un color rojo brillante y olor característico y leve aparición de gotas de agua dentro de la bolsa, un signo que nos indicó que la muestra pasaría a estado de descomposición en los siguientes días. Los cambios notables que sufrió la carne con 100 cm³ de gas hidrogeno fue desde el día 5 en adelante, llegando a tener un color rojo oxido y un olor a putrefacción en el día 9; la carne con 200 cm³ de gas hidrogeno se mantuvo con un color rojo brillante y olor característico hasta el día 6 aunque se notó una leve aparición de rastros de agua, este tratamiento presento cambios notables desde el día 6 en adelante, en la cual la muestra empezó a perder sus características llegando a tener un color rojo oxido y un olor a putrefacción en el día 9; la carne con 300 cm³ de gas hidrogeno se mantuvo con un color rojo brillante y olor característico hasta el día 9, notándose una leve aparición de rastros de agua, este tratamiento

presento cambios notables a partir del día 9 en adelante, llegando a tener un color rojo purpura y un olor levemente a ácido en el día 10.

Con ello afirmamos que el gas hidrógeno sí influye en la conservación de las carnes, siendo el mejor tratamiento de 300 cm³ de gas hidrógeno en ambos tipos de carne.

De la misma forma se concuerda en esta investigación con el Manual de Microbiología de los Alimentos cap. 10 (2007) donde se mencionan que los factores asociados con la alteración de la carne vacuna suelen ser cambios de color y textura, así como el desarrollo de malos olores y limo. Esto se evaluó diariamente con los factores determinantes hasta ver la alteración de las muestras estudiadas.

5.2 De la evaluación fisicoquímica

La carne de res consume menos oxígeno que la de ovino y se conserva mejor (Atkinson y Follet, 1973). Esta afirmación concuerda con la investigación realizada ya que según los resultados obtenidos la carne que conserva mejor sus características físicas y su vida útil por más tiempo fue la carne de res, empezando desde testigo, donde la diferencia visible fue de dos días frente a la carne de ovino, en cuanto a los tratamientos con el gas hidrógeno 100 cm³, 200 cm³ y 300 cm³ la diferencia fue de un día con respecto a la carne ovino.

En lo que respecta al pH de las carnes frescas se concuerda con la Norma técnica peruana (NTP 201.055:2008), la cual afirma que el pH de las carnes debe oscilar entre 5,5 y 6,4. Lo cual guarda relación con la tesis investigada.

Según los estudios realizados por Mariño (2003) en la medición del pH de carne de res correspondiente a la raza de res Holstein y Nelore después de 24 horas post mortem fueron de 5,57 y 5,43. Estos valores tienen cierta relación con los valores del pH obtenidos en esta investigación, con la única diferencia de las horas de almacenado.

La investigación realizada guarda cierta relación con lo que menciona Universidad de Murcia (2012), la cual dice que un pH comprendido entre 5,4 y 5,6 es como pH idóneo de la carne, que permite una buena vida comercial, al inhibir el crecimiento de microorganismos, y le proporciona las características físico-química adecuadas. Los pH obtenidos en la investigación en lo que respecta la carne de res fue; el pH inicial de todos los tratamientos con inyección de gas hidrogeno incluyendo el testigo estuvo por encima de 5,4 y por debajo de 5,6 la cual guarda relación con lo dicho por la Universidad de Murcia; pero los pH iniciales para la carne de ovino no guarda ninguna relación, por lo que los resultados obtenidos fueron por encima de 5,6 sin embargo los pH finales de cada uno de los tratamientos obtenidos en esta investigación se mantuvieron por encima de 5,6 tanto en la carne de res como en el de ovino, la cual no guarda ninguna relación.

Según los resultados obtenidos en esta investigación se nota una clara diferencia en cuanto al pH de la carne de res y la carne de ovino; siendo el más alto del ovino debido a esto también la carne de dicho animal tiende a deteriorarse más rápido que la del res.

5.3 De la evaluación microbiológica

En el trabajo de investigación realizado no se encontraron salmonellas, Escherichia Coli, ni mohos en ninguno de los tratamientos analizados, en cierta forma se concuerda con Mclaughlin y col. (2006), en la cual este autor menciona que la salmonella necesita para su crecimiento temperaturas de 18 a 24 °C, no reproduciéndose en sitios refrigerados, por lo que su presencia indica que ha habido fallos en la cadena de frío, cuya temperatura óptima debe ser de 3 °C, también se concuerda con Croxen y col.,(2013), donde menciona que la contaminación por Escherichia Coli puede producirse por una contaminación cruzada entre alimentos cocidos y crudos, contaminación de las materias primas a través del agua, por ruptura de la cadena de frío, aunque estos microorganismos patógenos en cantidades mínimas pueden eliminarse si la temperatura interna de cocción alcanza los 65 °C y dejar de ser un peligro.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos, resultados y discusión de la investigación llegamos a las siguientes conclusiones:

- La influencia del uso de gas hidrógeno en la conservación de carne de res y ovino es positiva, afirmamos que el gas hidrogeno es un buen conservante; esto se afirma haciendo una comparación con los resultados obtenidos frente al testigo estudiado en la investigación; la cual no tuvo ninguna modificación interna. El volumen óptimo del gas hidrógeno para la conservación de las carnes de res y ovino fue de 300 cm³ con 100 g de carne, siendo el tratamiento 3 (T3) en ambos casos, las cuales mantuvieron mejor sus características organolépticas y físico químicas, de esta forma prolongando la vida útil de la carne de res y ovino. El tiempo de conservación de las carnes con el gas hidrógeno manteniendo sus características iniciales según cada tratamiento fueron; en carne de res hasta el día 10 y 9 en la carne de ovino almacenados a 4 °C, el tiempo de conservación con el gas hidrogeno en comparación con el testigo aumento al doble en lo que respecta su vida útil.
- Las características organolépticas, físico químicas y microbiológicas de las carnes conservadas con gas hidrogeno se mantuvieron con las características iniciales tanto en res y ovino con un color rojo brillante y olor característico; un pH promedio de 5,79 en carne de res y 5,87 en ovinos, dentro del tiempo establecido para cada tipo de carne y tratamiento, estas características determinaron el tiempo máximo de conservación y el volumen optimo, en las características microbiológicas no se hallaron microorganismo latentes dentro de ellas, con esto se concluye que el gas hidrogeno influye parcialmente en la inhibición de la proliferación de salmonella, Escherichia coli y mohos.

VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados y discusión de la investigación planteamos las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda evaluar la conservación en diferentes parámetros de temperatura para obtener una mayor efectividad.
- Se recomienda tener mucho cuidado al momento de manipular el gas hidrógeno.
- Se recomienda realizar estudios con el uso de gas hidrógeno en carnes de aves y cerdos.

VIII. LITERATURA CITADA

- Aguilar, J. (2012). Métodos de conservación de alimentos. Primera edición, ISBN 978-607-733-150-6. Estado de México. Editorial: red tercer milenio.
- Apple, J.K. (1995). Effects of Restraint and Isolation Stress and Epidural Blockade on Endocrine and Blood Metabolite Status, Muscle Glycogen Metabolism, and Incidence of Dark – Cutting Longissimus Muscle of Sheep. *Journal of Animal Science*. Vol. 73(8), 2295 – 2307.
- Araneda, M. (2018). Carnes y Derivados. Composición y Propiedades. Educación en alimentación y nutrición. Consultado el 10 junio 2020. Disponible en: <https://www.edualimentaria.com/carnes-cecinas-composicion-propiedades>.
- Aspé, E., Roeckel, M., Martí, C., y Jiménez, R. (2008). Envasado de Carne de Vacuno con Hueso y Grasa en Atmósfera Modificada con CO₂ y CO. Universidad de Concepción, Departamento de Ingeniería Química y Farmacología, Concepción-Chile. Vol. 19 (6). Pp. 57-69.
- Atkinson, J.L. y Follet, M.J., (1973). Biochemical studies on the discoloration of fresh meat, *Journal of Food Technology* 8, págs.51-58.
- Beltrán, J., Roncalés, P. (2005). Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes: Determinación de la textura. Monografías INIA: Serie Ganadera N° 3. Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA).
- Brody, A. (1996). Envasado de alimentos en atmósferas controladas, modificadas y al vacío. 1^{ra} edición. Zaragoza, España. Editorial: Acribia S.A.
- Callejas, A.R. (2005). Efecto de diversas condiciones de almacenamiento sobre la calidad de la carne de cordero. Licenciada en Biología y Maestra en Ciencias, para optar al grado de Doctora. Universidad de

León. Facultad de veterinaria departamento de producción animal.
León, España.

Carduza, F., Grigioni, G., Irurueta, M. (2000). Evaluación organoléptica de calidad en carne. Sitio Argentino de Producción Animal. Instituto Tecnología de Alimentos, INTA Castelar. Pp. 1-6.

Cicuta, M.E., Deza, N., Roibón, W.R. (2006). Detección de *Escherichia coli* productor de toxina Shiga en reses bovinas y carne molida de Corrientes. *Revista Veterinaria*. Vol. 17(1). Pp. 20-25.

Código Alimentario Español, (2016). Disposiciones comunes sobre carnes. Decreto 2484/1967. Consultado el 13 junio 2020. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/d/1967/09/21/2484/con>.

Croxen, M. A., Law, R.J., Scholz, R., Keeney, K.M., Wlodarska M., Finlay B.B. (2013). Recent advances in understanding enteric pathogenic *Escherichia coli*. *Clinical microbiology reviews*, 26(4), 822-880

Dantzer, R., y Morméde, P. (2002). Stress in Farm Animals: A need for Reevaluation. *Journal Animal Science*. Vol. 57(1). Pp. 6-18.

Ercolini D., Russo F., Torrieri E., Masi P., Villani F. (2006). Changes in the Spoilage-Related Microbiota of Beef during Refrigerated Storage under Different Packaging Conditions. Vol.72 (7). Pp. 4663-4671.

Espino, L.R. (2006). Recuento de bacterias aerobias mesofilas totales en canales bovinas mediante el método de hisopado en un camal de Lima Metropolitana. Tesis para optar el título profesional de Médico Veterinario. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Medicina Veterinaria. Lima, Perú.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2007. Meat processing technology. For small- to mediumscale producers. Food and agriculture organization of the united nations regional office for asia and the pacific. Vol. 20(1). Pp. 2-3.

- Franco, J. (2009). Importancia de los factores productivos, tecnológicos y de manejo en la calidad de la canal y de la carne vacuna. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. Vol. 25(2). Pp. 769-784.
- García, A. L., Brugnini, G., Rodriguez, S., Mir, A., Carriquiry, J., Rufo, C., & Briano, B. (2015). Vida útil de carne fresca de res envasada al vacío a 0 °C y +4 °C. *Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible*. Vol. 4. Pp. 27–45.
- García, E., Gago, L., Fernández, J.L. (2006). *Tecnologías de envasado en atmósfera protectora*. Edición: CEIM Dirección General de Universidades e Investigación. Madrid, España. Editorial: Fundación para el conocimiento Madrid CEIM.
- García, M. (2020). Automatización de un prototipo generador de gas hidrogeno a partir de aguas residuales, y su eficiencia en la conservación de frutos de aguaymanto. Tesis para optar grado de doctorado. Universidad Nacional Hermilio Valdizan. Huánuco, Perú.
- García, M.; Garay, W. (2016). Diseño y construcción de un prototipo para obtener gas hidrogeno a partir de aguas residuales, y su aplicación en la conservación de frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana*). *Revista de Investigaciones Altoandinas*. Vol. 19 (4). Pp. 8.
- Hamasaki, Y. (2003). *Applied and Environmental Microbiology*. ASM Journals. Vol. 69, núm. 6. Pp.9.
- Hedrick, H., Aberle, E., Forrest, J., Judge, M., y Merkel, R. (1994). *Principles of meat science*. 3^a edition. Dubuque. publishing: Kendall Hunt Pub Co.
- INIFAP. (2011). *Manual de Análisis de Calidad en Muestras de Carne*. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. Primera edición. Ajuchitlán. Colón, Querétaro. Folleto Técnico N°11.

- Instituto Nacional de Calidad (INACAL). 2016. Normas Técnicas Peruanas. Carnes y productos cárnicos. Requisitos. 201.055:2008. Lima, Perú.
- Japan Meat Grading Association, (2000). Beef carcass grading standard. Consultado el 15 mayo 2020. Disponible en: <http://www.group.lin.go.jp/kakuduke/>
- Khen B., Lynch, O., Carroll, J., Mcdowell, D., Duffy, G. (2014). Occurrence, antibiotic resistance and molecular characterization of *Listeria monocytogenes* in the beef chain in the Republic of Ireland. *Zoonoses and Public Health*. 10(1).Pp. 1-7.
- Landa, C. (2012). Aditivos utilizados en la industria alimentaria, que causan y no causan daños a la salud. Tesis para optar título de ing. Alim. Universidad Veracruzana de México.
- Lawrie, R.A. & Ledward, D.A. (2006). Calidad de carnes bovinas. Aspectos nutritivos y organolépticos relacionados con sistemas de alimentación y prácticas de elaboración. Universidad Nacional de Entre Ríos Argentina. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, vol. XVII, núm. 33, noviembre, 2006, pp. 173-193.
- Lepetit, J. (2007). A theoretical approach of the relationships between collagen content, collagen cross-links and meat tenderness. *Meat Sci* 76: 147-159.
- Livingston, D.J., Brown, W.D., 1981. The chemistry of myoglobin and its reactions (Meat pigments, food quality indices). *Food Technology*, Vol.35, Nº 5. Pp. 238-252.
- Manual de Microbiología de los Alimentos, (2007). Carnes rojas – cap. 10. Consultado el 3 julio 2020. Disponible en: <http://www.unsa.edu.ar/biblio/repositorio/malim2007/10%20carnes%20rojas.pdf>.
- Mariño, G. (2003). Determinación y evaluación del pH en canales de bovinos de las razas Holstein (*Bos taurus*) y Nelore (*Bos indicus*) en Lima-

Perú. Tesis para optar el Título Profesional de Médico Veterinario. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Medicina Veterinaria. Lima, Perú.

Martínez de la Cruz, A. (2010). Proceso de Electrolisis. Aplicaciones – Tecnologías de Hidrógeno y Pilas de Combustible. Fundación San Valero. Vol. 28, N° 1-2, pp. 23.

Menchu, C. (2005). Determinación de vida anaquel de carne fresca de cerdo empacada en atmósfera modificada. Tesis para Para optar al título de Nutricionista. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Guatemala.

Monsón, F., Sañudo, C., Sierra, I. (2005). Influence of breed and ageing time on the sensory meat quality and consumer acceptability in intensively reared beef. *Meat Sci* 71: 471-479.

Muchenje, V. (2009). Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. *Food Chem* 112: 279-289.

Muir, P.D., Wallace, G.J., Dobbie, P.M., Bown, M.D. (2000). A comparison of animal performance and carcass and meat quality characteristics in Hereford, Hereford x Friesian, and Friesian steers grazed together at pasture. *New Zeal J Agric Res* 43: 193-205.

Mclaughlin J.B., Castrodale, L.J, Gardner, M.J, Ahmed, R., Gessner, B.D. (2006). Outbreak of multidrug-resistant *Salmonella* Typhimurium associated with ground beef served at a school potluck. *Journal of Food Protection* 69: 666-670.

Ospina, S.M., Cartagena, J.R. (2008) La atmósfera modificada: una alternativa para la conservación de los alimentos. Corporación Universitaria Lasallista Antioquia. *Revista Lasallista de Investigación, Colombia*, vol. 5, núm. 2, pp. 112-123.

Parry, R.T. (1995). Envasado de los alimentos en atmosfera modificada. Madrid, España. Madrid Vicente Ediciones. Pp. 15-150.

- Pearson, A.M. (1966). Desirability of beef - its characteristics and their measurement. *Journal of Animal Science*. 25: 843-851.
- Pérez, D., Andújar, G., 2008. Cambios de coloración de los productos cárnicos. *Mundo Lácteo y Cárnico*, N° 1. Pp. 7-13.
- Price, J.F. y Schweigert, B. S. (1994). *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos*. 2ª edición. Zaragoza España. Editorial: Acribia.
- Ramón, J., Gostzon, T.A., Albert, J.G., Torrell, M. (2019). *Hidrógeno. Vector energético de una economía descarbonizada*. Segunda edición. Madrid. Edita: Fundación Naturgy.
- Restrepo F., Patiño G, (2010). Efecto del monóxido de carbono (CO) en el envasado bajo atmosferas modificadas de carne roja fresca. *Revista Fundación INTAL*. Cra. 50 (12). Pp. 11.
- Roncalés, P. (2001). Transformación del músculo en carne: rigor mortis y maduración. En: *Enciclopedia de la carne y de los productos cárnicos*, Primera edición. Editorial: Martín y Martín. Pp. 884.
- Sauders, B.D., Mangione, K., Vincent, C., Schermerhorn, J., Farchione, C.M, Dumas, N.B., Bopp, D., Kornstein, L., Fortes, E.D., Windham, K. (2004). Distribution of *Listeria monocytogenes* molecular subtypes among human and food isolates from New York State shows persistence of human disease-associated *Listeria monocytogenes* strains in retail environments. *Journal of Food Protection* 67: 1417-1428.
- Schweigert, B.S. (1994). *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos*. 2ª edición. Acribia. Editorial: Zaragoza.
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú (SENASA). 2020. Ovinos, Beneficios nutricionales de la carne de cordero. Consultado el 16 junio 2020. Disponible en:
<https://supercampo.perfil.com/2020/01/chanchogate-beneficios-nutricionales-de-la-carne-de-cordero/>

- Sorheim, O., Nissen, H. (2008). Tecnología actual para el empaquetado de carne con atmósferas modificadas. Mundo Lácteo y Cárnico. Pp. 10-14.
- Universidad de Murcia, (2012). Higiene, Inspección y Control Alimentario Técnicas analíticas en carne y productos cárnicos. Consultada el 3 de julio 2020. Disponible en:
<https://www.um.es/documents/4874468/10812050/protocolos-control-de-calidad-carnicos.pdf/8b929330-cc73-4afc-b050-1b2066eff03d>.
- Vásquez R., Salinas F. (2018). Tecnologías del Hidrogeno y perspectivas para Chile. Primera edición. Santiago, Chile. Edición: Friedrich-Ebert-Allee 40.
- Vásquez, R. & Salinas, F. (2013). Tecnologías del hidrógeno y perspectivas para Chile. Consultado el 10 junio 2020. Disponible en:
<https://4echile-datastore.s3.eu-central-1.amazonaws.com/wp-content/uploads/2020/07/23185348/LIBRO-TECNOLOGIAS-H2-Y-PERSPECTIVAS-CHILE.pdf>
- Velásquez, P. (2013). El Hidrogeno como conservante alimentario. Tesis para optar título profesional de ing. Industrial. Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia.

ANEXOS

ANEXO 1. ESCALA HEDONICA

Tabla 13. Escala hedónica de evaluación de color de la carne

| Color | Escala |
|----------------|--------|
| Muy rosa | 1 |
| rosa | 2 |
| rojo pálido | 3 |
| rojo brillante | 4 |
| rojo purpura | 5 |
| rojo vino | 6 |
| rojo oxido | 7 |

Tabla 14. Escala hedónica de evaluación de olor de la carne

| Olor | Escala |
|---------------------|--------|
| Olor característico | 1 |
| Levemente ácido | 2 |
| Ácido | 3 |
| Sulfhídrico | 4 |
| Putrefacción | 5 |

ANEXO 2. EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA DE LA CARNE DE RES

Tabla 14. Evaluación del color y olor en la carne de res

| Día | Color | | | | Olor | | | |
|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | Testigo | T1 | T2 | T3 | Testigo | T1 | T2 | T3 |
| Evaluación inicial | 4 | 4 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 3 | 4 | 3 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 3 | 3 | 4 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Promedio | 3,3 | 3,7 | 3,3 | 3,3 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 1 | 4 | 4 | 3 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 3 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 4 | 3 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Promedio | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 4,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 2 | 4 | 4 | 3 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 3 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 4 | 3 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Promedio | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 4,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |

| | | | | | | | | |
|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Promedio | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 4 | 5 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Promedio | 4,3 | 4,3 | 4,0 | 4,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| | 4 | 5 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Promedio | 4,3 | 4,3 | 4,0 | 4,0 | 1,3 | 1,3 | 1,0 | 1,0 |
| 6 | 6 | 5 | 4 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| | 5 | 4 | 5 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| | 4 | 5 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Promedio | 5,0 | 4,7 | 4,3 | 4,0 | 1,3 | 1,3 | 1,0 | 1,0 |
| 7 | 6 | 5 | 5 | 4 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| | 5 | 5 | 5 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| | 5 | 5 | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| Promedio | 5,3 | 5,0 | 4,7 | 4,0 | 1,7 | 1,7 | 1,3 | 1,0 |
| 8 | 7 | 6 | 5 | 5 | 2 | 3 | 3 | 1 |
| | 6 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 2 | 1 |
| | 5 | 5 | 5 | 4 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| Promedio | 6,0 | 5,7 | 5,0 | 4,3 | 2,7 | 2,7 | 2,3 | 1,0 |
| 9 | 7 | 7 | 6 | 5 | 3 | 4 | 3 | 2 |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| | 6 | 7 | 6 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1 |
| Promedio | 6,7 | 6,7 | 5,7 | 4,3 | 3,7 | 3,7 | 2,7 | 1,3 |
| 10 | 7 | 7 | 7 | 5 | 4 | 5 | 4 | 2 |
| | 7 | 7 | 6 | 4 | 5 | 4 | 3 | 1 |
| | 7 | 7 | 7 | 4 | 5 | 5 | 4 | 1 |
| Promedio | 7,0 | 7,0 | 6,7 | 4,3 | 4,7 | 4,7 | 3,7 | 1,3 |

Tabla 15. Resultados expresados como promedio del color y olor de la carne de res

| DIA | Color | | | | | | Olor | | | | | |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|
| | Testigo | T1 | T2 | T3 | Media | Desviación estándar | Testigo | T1 | T2 | T3 | Media | Desviación estándar |
| inicio | 3,3 | 3,7 | 3,3 | 3,3 | 3,42 | 0,17 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 0,00 |
| 1 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 4,0 | 3,75 | 0,17 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 0,00 |
| 2 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 4,0 | 3,75 | 0,17 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 0,00 |
| 3 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,00 | 0,00 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 0,00 |
| 4 | 4,3 | 4,3 | 4,0 | 4,0 | 4,17 | 0,19 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 0,00 |
| 5 | 4,3 | 4,3 | 4,0 | 4,0 | 4,17 | 0,19 | 1,3 | 1,3 | 1,0 | 1,0 | 1,17 | 0,19 |
| 6 | 5,0 | 4,7 | 4,3 | 4,0 | 4,50 | 0,43 | 1,3 | 1,3 | 1,0 | 1,0 | 1,17 | 0,19 |
| 7 | 5,3 | 5,0 | 4,7 | 4,0 | 4,75 | 0,57 | 1,7 | 1,7 | 1,3 | 1,0 | 1,42 | 0,32 |
| 8 | 6,0 | 5,7 | 5,0 | 4,3 | 5,25 | 0,74 | 2,7 | 2,7 | 2,3 | 1,0 | 2,17 | 0,79 |
| 9 | 6,7 | 6,7 | 5,7 | 4,3 | 5,83 | 1,11 | 3,7 | 3,7 | 2,7 | 1,3 | 2,83 | 1,11 |
| 10 | 7,0 | 7,0 | 6,7 | 4,3 | 6,25 | 1,29 | 4,7 | 4,7 | 3,7 | 1,3 | 3,58 | 1,57 |
| Media | 4,85 | 4,79 | 4,45 | 4,03 | 4,53 | 0,46 | 1,85 | 1,85 | 1,55 | 1,06 | 1,58 | 0,38 |
| Desviación estándar | 1,26 | 1,19 | 0,99 | 0,28 | 0,91 | 0,42 | 1,27 | 1,27 | 0,92 | 0,13 | 0,89 | 0,54 |

Tabla 16. Descripción estadístico de la carne de res

| | | N | Media | Desviación estándar | Error estándar | 95% del intervalo de confianza para la media | | Mínimo | Máximo |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------------------|----------------|--|-----------------|-------------|-------------|
| | | | | | | Límite inferior | Límite superior | | |
| Color | inicio | 4 | 3,4000 | ,20000 | ,10000 | 3,0818 | 3,7182 | 3,30 | 3,70 |
| | 1 | 4 | 3,7750 | ,15000 | ,07500 | 3,5363 | 4,0137 | 3,70 | 4,00 |
| | 2 | 4 | 3,7750 | ,15000 | ,07500 | 3,5363 | 4,0137 | 3,70 | 4,00 |
| | 3 | 4 | 4,0000 | ,00000 | ,00000 | 4,0000 | 4,0000 | 4,00 | 4,00 |
| | 4 | 4 | 4,1500 | ,17321 | ,08660 | 3,8744 | 4,4256 | 4,00 | 4,30 |
| | 5 | 4 | 4,1500 | ,17321 | ,08660 | 3,8744 | 4,4256 | 4,00 | 4,30 |
| | 6 | 4 | 4,5000 | ,43970 | ,21985 | 3,8003 | 5,1997 | 4,00 | 5,00 |
| | 7 | 4 | 4,7500 | ,55678 | ,27839 | 3,8640 | 5,6360 | 4,00 | 5,30 |
| | 8 | 4 | 5,2500 | ,75939 | ,37969 | 4,0416 | 6,4584 | 4,30 | 6,00 |
| | 9 | 4 | 5,8500 | 1,13578 | ,56789 | 4,0427 | 7,6573 | 4,30 | 6,70 |
| | 10 | 4 | 6,2500 | 1,30767 | ,65383 | 4,1692 | 8,3308 | 4,30 | 7,00 |
| | Total | 44 | 4,5318 | 1,03087 | ,15541 | 4,2184 | 4,8452 | 3,30 | 7,00 |
| Olor | inicio | 4 | 1,0000 | ,00000 | ,00000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,00 | 1,00 |
| | 1 | 4 | 1,0000 | ,00000 | ,00000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,00 | 1,00 |
| | 2 | 4 | 1,0000 | ,00000 | ,00000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,00 | 1,00 |
| | 3 | 4 | 1,0000 | ,00000 | ,00000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,00 | 1,00 |
| | 4 | 4 | 1,0000 | ,00000 | ,00000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,00 | 1,00 |
| | 5 | 4 | 1,1500 | ,17321 | ,08660 | ,8744 | 1,4256 | 1,00 | 1,30 |
| | 6 | 4 | 1,1500 | ,17321 | ,08660 | ,8744 | 1,4256 | 1,00 | 1,30 |
| | 7 | 4 | 1,4250 | ,34034 | ,17017 | ,8834 | 1,9666 | 1,00 | 1,70 |
| | 8 | 4 | 2,1750 | ,80571 | ,40285 | ,8929 | 3,4571 | 1,00 | 2,70 |
| | 9 | 4 | 2,8500 | 1,13578 | ,56789 | 1,0427 | 4,6573 | 1,30 | 3,70 |
| | 10 | 4 | 3,6000 | 1,60416 | ,80208 | 1,0474 | 6,1526 | 1,30 | 4,70 |
| | Total | 44 | 1,5773 | 1,04054 | ,15687 | 1,2609 | 1,8936 | 1,00 | 4,70 |

Tabla 17. Frecuencias estadísticas

| | | Color | Olor |
|---------------------|----------|--------------|-------------|
| N | Válido | 44 | 44 |
| | Perdidos | 0 | 0 |
| Media | | 4,5318 | 1,5773 |
| Mediana | | 4,1500 | 1,0000 |
| Moda | | 4,00 | 1,00 |
| Desviación estándar | | 1,03087 | 1,04054 |
| Varianza | | 1,063 | 1,083 |
| Rango | | 3,70 | 3,70 |

Tabla 17. ANOVA

| | | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------------|------------------|------------------------------|-----------|-----------------------------|----------|-------------|
| Color | Entre grupos | 33,020 | 10 | 3,302 | 8,597 | ,000 |
| | Dentro de grupos | 12,675 | 33 | ,384 | | |
| | Total | 45,695 | 43 | | | |
| Olor | Entre grupos | 32,492 | 10 | 3,249 | 7,623 | ,000 |
| | Dentro de grupos | 14,065 | 33 | ,426 | | |
| | Total | 46,557 | 43 | | | |

Tabla 18. Media de subconjuntos homogéneos del color de la carne de res

| | | Color | | | |
|------------------------------|----------|-------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| HSD Tukey^a | | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | |
| Día | N | 1 | 2 | 3 | 4 |
| inicio | 4 | 3,4000 | | | |
| 1 | 4 | 3,7750 | 3,7750 | | |
| 2 | 4 | 3,7750 | 3,7750 | | |
| 3 | 4 | 4,0000 | 4,0000 | | |
| 4 | 4 | 4,1500 | 4,1500 | | |
| 5 | 4 | 4,1500 | 4,1500 | | |
| 6 | 4 | 4,5000 | 4,5000 | 4,5000 | |
| 7 | 4 | 4,7500 | 4,7500 | 4,7500 | 4,7500 |
| 8 | 4 | | 5,2500 | 5,2500 | 5,2500 |
| 9 | 4 | | | 5,8500 | 5,8500 |
| 10 | 4 | | | | 6,2500 |
| Sig. | | ,115 | ,061 | ,115 | ,054 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

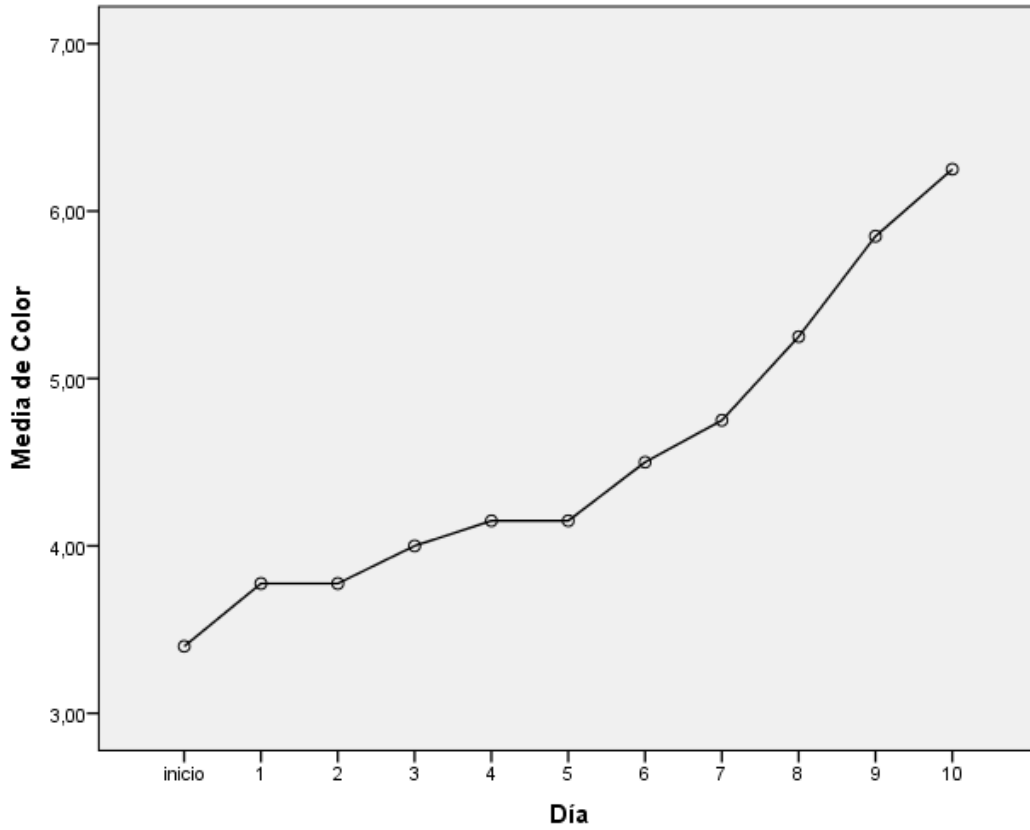


Figura 7. Media del color de la carne de res

Tabla 19. Media de subconjuntos homogéneos del olor de la carne de res

| Olor | | | | |
|------------------------|---|------------------------------|-------------|-------------|
| HSD Tukey ^a | | | | |
| Día | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | |
| | | 1 | 2 | 3 |
| inicio | 4 | 1,0000 | | |
| 1 | 4 | 1,0000 | | |
| 2 | 4 | 1,0000 | | |
| 3 | 4 | 1,0000 | | |
| 4 | 4 | 1,0000 | | |
| 5 | 4 | 1,1500 | | |
| 6 | 4 | 1,1500 | | |
| 7 | 4 | 1,4250 | 1,4250 | |
| 8 | 4 | 2,1750 | 2,1750 | 2,1750 |
| 9 | 4 | | 2,8500 | 2,8500 |
| 10 | 4 | | | 3,6000 |
| Sig. | | ,316 | ,114 | ,114 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

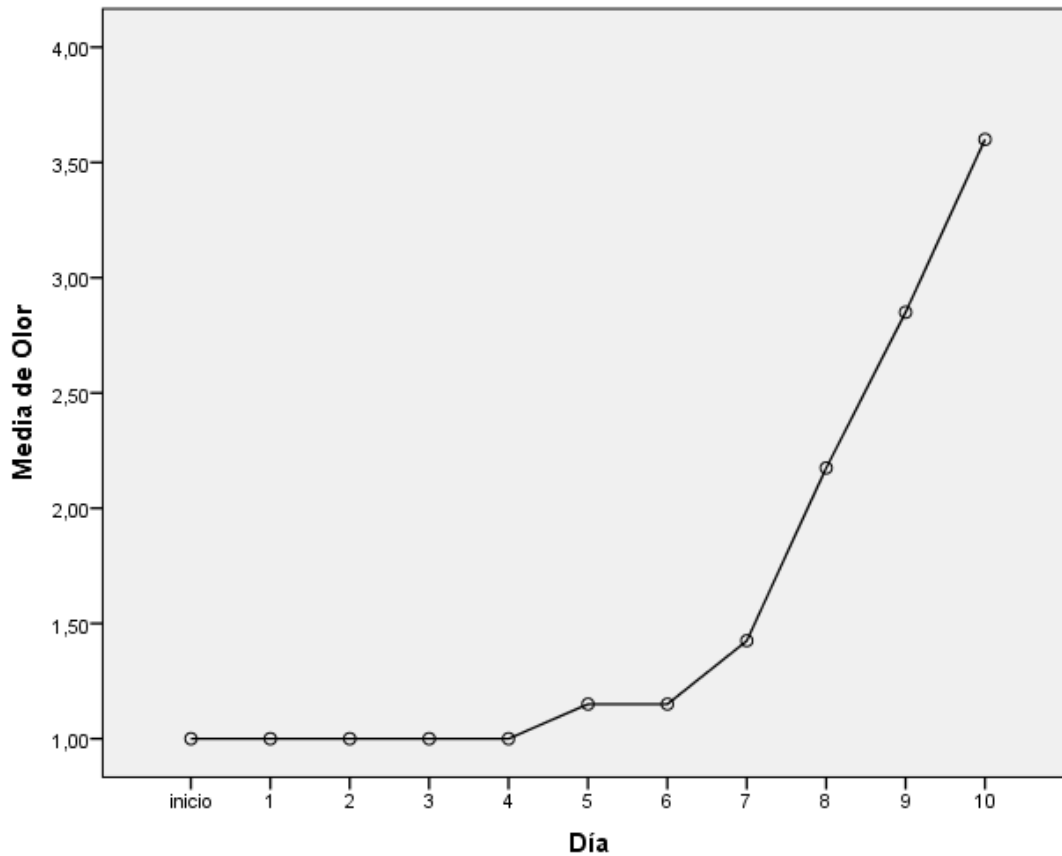


Figura 8. Media del olor de la carne de res

ANEXO 3. EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA DE LA CARNE DE OVINO

Tabla 20. Evaluación del color y olor en la carne de ovino

| Día | Color | | | | Olor | | | |
|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | Testigo | T1 | T2 | T3 | Testigo | T1 | T2 | T3 |
| Evaluación inicial | 4 | 3 | 4 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 3 | 4 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Promedio | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 1 | 4 | 3 | 4 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 3 | 4 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Promedio | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 3 | 4 | 3 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 4 | 4 | 4 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Promedio | 3,7 | 4,0 | 3,7 | 3,7 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |

| | | | | | | | | |
|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 4 | 4 | 4 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Promedio | 4,0 | 4,0 | 3,7 | 3,7 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| | 5 | 5 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Promedio | 4,7 | 4,3 | 4,0 | 4,0 | 1,3 | 1,3 | 1,0 | 1,0 |
| | 6 | 5 | 4 | 4 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| | 5 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Promedio | 5,3 | 4,3 | 4,0 | 4,0 | 1,7 | 1,3 | 1,3 | 1,0 |
| | 6 | 5 | 5 | 4 | 3 | 2 | 2 | 1 |
| 6 | 6 | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 |
| | 5 | 5 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Promedio | 5,7 | 4,7 | 4,3 | 4,0 | 2,7 | 1,7 | 1,3 | 1,0 |
| | 7 | 6 | 6 | 5 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| 7 | 6 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| | 6 | 6 | 4 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 |
| Promedio | 6,3 | 5,7 | 5,0 | 4,3 | 3,3 | 2,7 | 2,0 | 1,3 |
| | 7 | 7 | 6 | 5 | 4 | 4 | 3 | 2 |
| 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 5 | 3 | 2 | 1 |
| | 7 | 7 | 6 | 4 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Promedio | 7,0 | 6,7 | 5,7 | 4,3 | 4,3 | 3,3 | 2,3 | 1,3 |
| | 7 | 7 | 7 | 5 | 5 | 5 | 4 | 2 |
| 9 | 7 | 7 | 6 | 4 | 5 | 4 | 3 | 1 |
| | 7 | 7 | 7 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1 |
| Promedio | 7,0 | 7,0 | 6,7 | 4,3 | 4,7 | 4,3 | 3,3 | 1,3 |
| | 7 | 7 | 7 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 |
| 10 | 7 | 7 | 7 | 5 | 5 | 5 | 4 | 2 |
| | 7 | 7 | 7 | 4 | 5 | 5 | 4 | 1 |
| Promedio | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 4,7 | 5,0 | 5,0 | 4,3 | 2,0 |

Tabla 21. Resultados expresados como promedio de la carne de ovino.

| DIA | Color | | | | | | Olor | | | | | |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|
| | Testigo | T1 | T2 | T3 | Media | Desviación estándar | Testigo | T1 | T2 | T3 | Media | Desviación estándar |
| inicio | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,0 | 3,25 | 0,17 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 0,00 |
| 1 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,0 | 3,25 | 0,17 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 0,00 |
| 2 | 3,7 | 4,0 | 3,7 | 3,7 | 3,75 | 0,17 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 0,00 |
| 3 | 4,0 | 4,0 | 3,7 | 3,7 | 3,83 | 0,19 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 0,00 |
| 4 | 4,7 | 4,3 | 4,0 | 4,0 | 4,25 | 0,32 | 1,3 | 1,3 | 1,0 | 1,0 | 1,17 | 0,19 |
| 5 | 5,3 | 4,3 | 4,0 | 4,0 | 4,42 | 0,63 | 1,7 | 1,3 | 1,3 | 1,0 | 1,33 | 0,27 |
| 6 | 5,7 | 4,7 | 4,3 | 4,0 | 4,67 | 0,72 | 2,7 | 1,7 | 1,3 | 1,0 | 1,67 | 0,72 |
| 7 | 6,3 | 5,7 | 5,0 | 4,3 | 5,33 | 0,86 | 3,3 | 2,7 | 2,0 | 1,3 | 2,33 | 0,86 |
| 8 | 7,0 | 6,7 | 5,7 | 4,3 | 5,92 | 1,20 | 4,3 | 3,3 | 2,3 | 1,3 | 2,83 | 1,29 |
| 9 | 7,0 | 7,0 | 6,7 | 4,3 | 6,25 | 1,29 | 4,7 | 4,3 | 3,3 | 1,3 | 3,42 | 1,50 |
| 10 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 4,7 | 6,42 | 1,17 | 5,0 | 5,0 | 4,3 | 2,0 | 4,08 | 1,42 |
| Media | 5,21 | 4,94 | 4,61 | 3,91 | 4,67 | 0,63 | 2,45 | 2,15 | 1,79 | 1,18 | 1,89 | 0,57 |
| Desviación estándar | 1,49 | 1,40 | 1,31 | 0,54 | 1,16 | 0,45 | 1,61 | 1,46 | 1,13 | 0,31 | 1,11 | 0,61 |

Tabla 21. Resultados descriptivos de la carne de ovino.

| | | N | Media | Desviación estándar | Error estándar | 95% del intervalo de confianza para la media | | Mínimo | Máximo |
|--------------|--------|-----------|---------------|------------------------|-------------------|--|-----------------|-------------|-------------|
| | | | | | | Límite inferior | Límite superior | | |
| Color | inicio | 4 | 3,2250 | ,15000 | ,07500 | 2,9863 | 3,4637 | 3,00 | 3,30 |
| | 1 | 4 | 3,2250 | ,15000 | ,07500 | 2,9863 | 3,4637 | 3,00 | 3,30 |
| | 2 | 4 | 3,7750 | ,15000 | ,07500 | 3,5363 | 4,0137 | 3,70 | 4,00 |
| | 3 | 4 | 3,8500 | ,17321 | ,08660 | 3,5744 | 4,1256 | 3,70 | 4,00 |
| | 4 | 4 | 4,2500 | ,33166 | ,16583 | 3,7223 | 4,7777 | 4,00 | 4,70 |
| | 5 | 4 | 4,4000 | ,61644 | ,30822 | 3,4191 | 5,3809 | 4,00 | 5,30 |
| | 6 | 4 | 4,6750 | ,74106 | ,37053 | 3,4958 | 5,8542 | 4,00 | 5,70 |
| | 7 | 4 | 5,3250 | ,86554 | ,43277 | 3,9477 | 6,7023 | 4,30 | 6,30 |
| | 8 | 4 | 5,9250 | 1,21758 | ,60879 | 3,9876 | 7,8624 | 4,30 | 7,00 |
| | 9 | 4 | 6,2500 | 1,30767 | ,65383 | 4,1692 | 8,3308 | 4,30 | 7,00 |
| | 10 | 4 | 6,4250 | 1,15000 | ,57500 | 4,5951 | 8,2549 | 4,70 | 7,00 |
| Total | | 44 | 4,6659 | 1,30401 | ,19659 | 4,2695 | 5,0624 | 3,00 | 7,00 |
| Olor | inicio | 4 | 1,0000 | ,00000 | ,00000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,00 | 1,00 |
| | 1 | 4 | 1,0000 | ,00000 | ,00000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,00 | 1,00 |
| | 2 | 4 | 1,0000 | ,00000 | ,00000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,00 | 1,00 |
| | 3 | 4 | 1,0000 | ,00000 | ,00000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,00 | 1,00 |
| | 4 | 4 | 1,1500 | ,17321 | ,08660 | ,8744 | 1,4256 | 1,00 | 1,30 |
| | 5 | 4 | 1,3250 | ,28723 | ,14361 | ,8680 | 1,7820 | 1,00 | 1,70 |
| | 6 | 4 | 1,6750 | ,74106 | ,37053 | ,4958 | 2,8542 | 1,00 | 2,70 |
| | 7 | 4 | 2,3250 | ,86554 | ,43277 | ,9477 | 3,7023 | 1,30 | 3,30 |
| | 8 | 4 | 2,8000 | 1,29099 | ,64550 | ,7457 | 4,8543 | 1,30 | 4,30 |
| | 9 | 4 | 3,4000 | 1,51877 | ,75939 | ,9833 | 5,8167 | 1,30 | 4,70 |
| | 10 | 4 | 4,0750 | 1,42215 | ,71107 | 1,8120 | 6,3380 | 2,00 | 5,00 |
| Total | | 44 | 1,8864 | 1,28345 | ,19349 | 1,4962 | 2,2766 | 1,00 | 5,00 |

Tabla 22. Frecuencias estadísticas

| | | Color | Olor |
|---------------------|----------|--------------|-------------|
| N | Válido | 44 | 44 |
| | Perdidos | 0 | 0 |
| Media | | 4,6659 | 1,8864 |
| Mediana | | 4,3000 | 1,3000 |
| Moda | | 4,00 | 1,00 |
| Desviación estándar | | 1,30401 | 1,28345 |
| Varianza | | 1,700 | 1,647 |
| Rango | | 4,00 | 4,00 |

Tabla 22. ANOVA

| | | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------------|------------------|--------------------------|-----------|-------------------------|----------|-------------|
| Color | Entre grupos | 53,916 | 10 | 5,392 | 9,266 | ,000 |
| | Dentro de grupos | 19,202 | 33 | ,582 | | |
| | Total | 73,119 | 43 | | | |
| Olor | Entre grupos | 48,612 | 10 | 4,861 | 7,220 | ,000 |
| | Dentro de grupos | 22,220 | 33 | ,673 | | |
| | Total | 70,832 | 43 | | | |

Tabla 23. Media de subconjuntos homogéneos del color de la carne de ovino.

| | | Color | | | | |
|------------------------------|----------|-------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| HSD Tukey^a | | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | | |
| Día | N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| inicio | 4 | 3,2250 | | | | |
| 1 | 4 | 3,2250 | | | | |
| 2 | 4 | 3,7750 | 3,7750 | | | |
| 3 | 4 | 3,8500 | 3,8500 | | | |
| 4 | 4 | 4,2500 | 4,2500 | 4,2500 | | |
| 5 | 4 | 4,4000 | 4,4000 | 4,4000 | 4,4000 | |
| 6 | 4 | 4,6750 | 4,6750 | 4,6750 | 4,6750 | 4,6750 |
| 7 | 4 | | 5,3250 | 5,3250 | 5,3250 | 5,3250 |
| 8 | 4 | | | 5,9250 | 5,9250 | 5,9250 |
| 9 | 4 | | | | 6,2500 | 6,2500 |
| 10 | 4 | | | | | 6,4250 |
| Sig. | | ,248 | ,175 | ,109 | ,053 | ,081 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

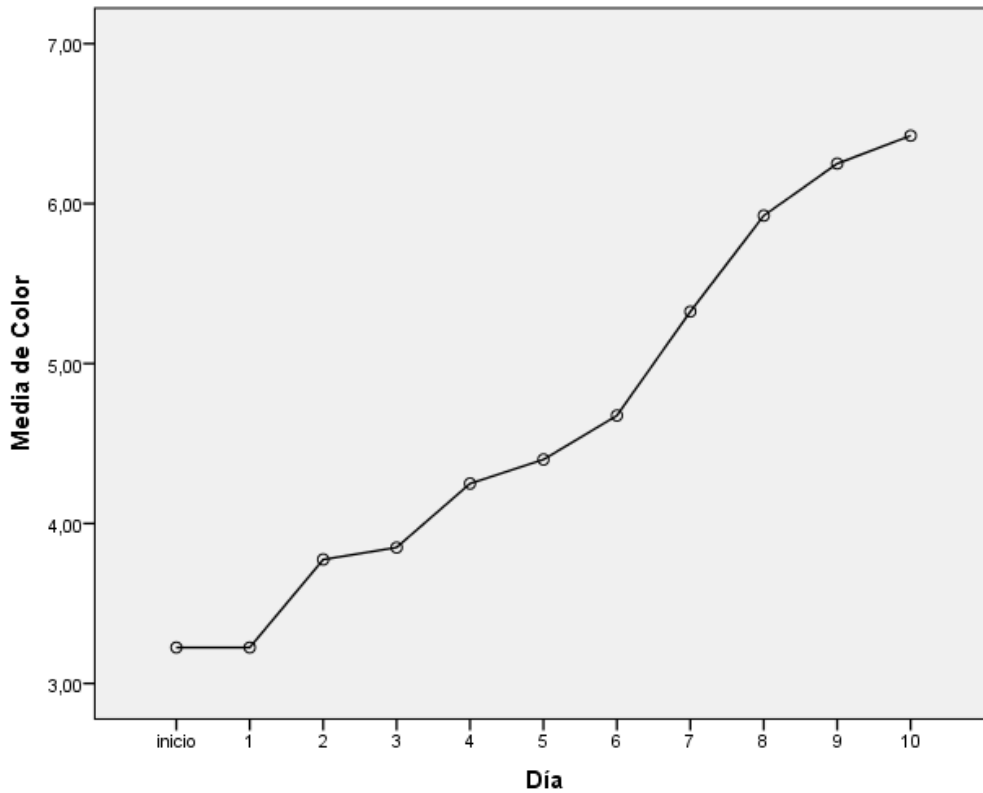


Figura 9. Media del color de la carne de ovino.

Tabla 24. Media de subconjuntos homogéneos del olor de la carne de ovino.

| Olor | | | | |
|------------------------------|----------|-------------------------------------|-------------|-------------|
| HSD Tukey^a | | | | |
| Día | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | |
| | | 1 | 2 | 3 |
| inicio | 4 | 1,0000 | | |
| 1 | 4 | 1,0000 | | |
| 2 | 4 | 1,0000 | | |
| 3 | 4 | 1,0000 | | |
| 4 | 4 | 1,1500 | | |
| 5 | 4 | 1,3250 | | |
| 6 | 4 | 1,6750 | 1,6750 | |
| 7 | 4 | 2,3250 | 2,3250 | 2,3250 |
| 8 | 4 | 2,8000 | 2,8000 | 2,8000 |
| 9 | 4 | | 3,4000 | 3,4000 |
| 10 | 4 | | | 4,0750 |
| Sig. | | ,110 | ,144 | ,132 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

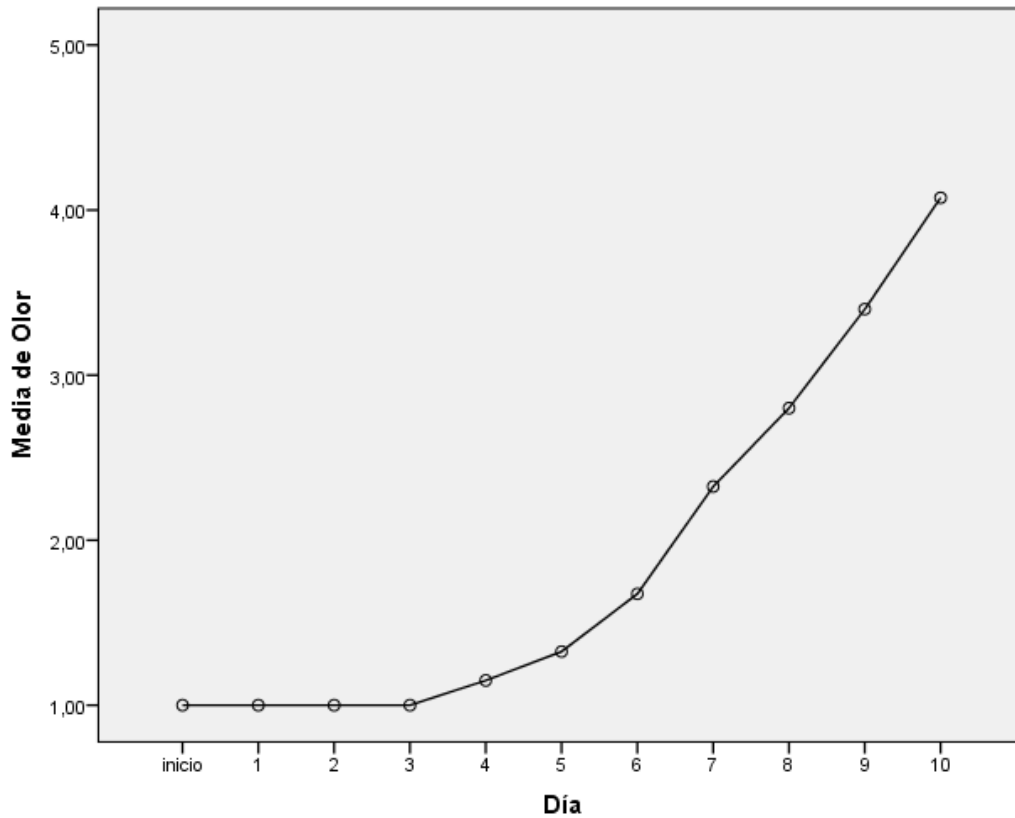


Figura 10. Media del olor de la carne de ovino.

ANEXO 4. ESCALA JAPONESA BCS

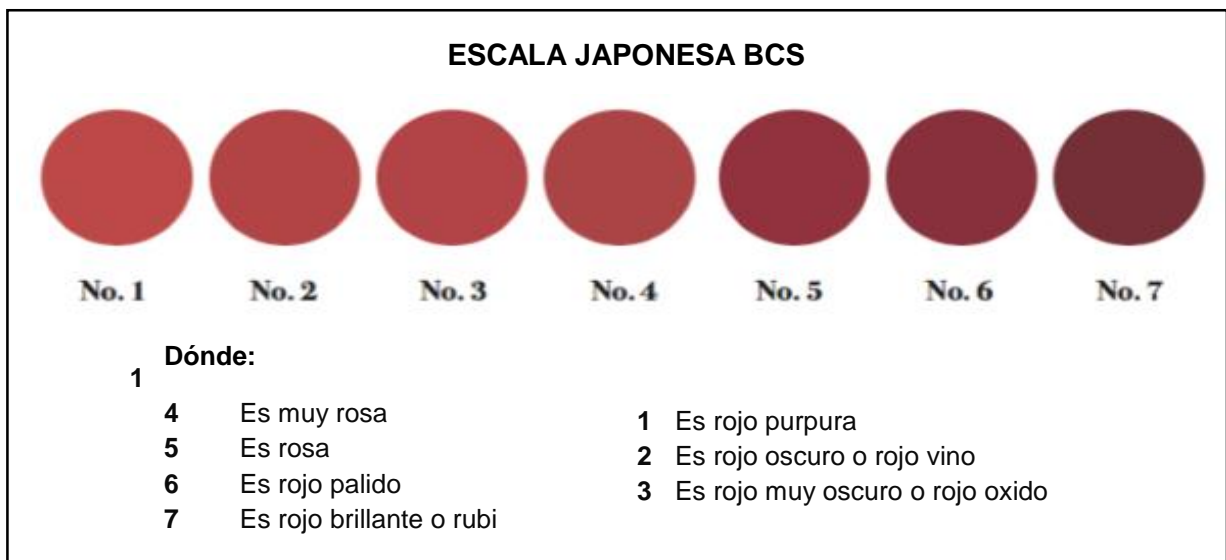


Figura 11. Escala japonesa BCS.

ANEXO 5. FICHA DE EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA (COLOR)

Fecha: Día:.....

Muestra:

Carne de res

Carne de ovino

Puntuación:

| | |
|---------------------------------|---|
| Es muy rosa | 1 |
| Es rosa | 2 |
| Es rojo pálido | 3 |
| Es rojo brillante o rubí | 4 |
| Es rojo púrpura | 5 |
| Es rojo oscuro o rojo vino | 6 |
| Es rojo muy oscuro o rojo óxido | 7 |

De acuerdo a la Escala Japonesa BCS marque con una (X) según lo observado:

Tratamiento: Testigo sin gas hidrógeno (T0)

Es muy rosa

Es rojo púrpura

Es rosa

Es rojo oscuro o rojo vino

Es rojo pálido

Es rojo muy oscuro o rojo óxido.

Es rojo brillante o rubí

Tratamiento: Tratamiento con 100 cm³ de gas hidrógeno (T1)

Es muy rosa

Es rojo púrpura

Es rosa

Es rojo oscuro o rojo vino

Es rojo pálido

Es rojo muy oscuro o rojo óxido.

Es rojo brillante o rubí

Tratamiento: Tratamiento con 200 cm³ de gas hidrógeno (T2)

Es muy rosa

Es rojo púrpura

Es rosa

Es rojo oscuro o rojo vino

Es rojo pálido

Es rojo muy oscuro o rojo óxido.

Es rojo brillante o rubí

Tratamiento: Tratamiento con 300 cm³ de gas hidrógeno (T2)

Es muy rosa

Es rojo púrpura

Es rosa

Es rojo oscuro o rojo vino

Es rojo pálido

Es rojo muy oscuro o rojo óxido.

Es rojo brillante o rubí

ANEXO 6. FICHA DE EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA (OLOR).

Fecha: Día:.....

Muestra:

- Carne de res Carne de ovino

Puntuación:

| | |
|----------------------------|---|
| Olor característico | 1 |
| Levemente ácido | 2 |
| Ácido | 3 |
| Ácido fuerte o sulfhídrico | 4 |
| Putrefacción | 5 |

Marque con una (X) según lo percibido:

Tratamiento: Testigo sin gas hidrógeno (T0)

- Olor característico. Ácido fuerte o sulfhídrico.
 Levemente ácido. Putrefacción.
 Ácido.

Tratamiento: Tratamiento con 100 cm³ de gas hidrógeno (T1)

- Olor característico. Ácido fuerte o sulfhídrico.
 Levemente ácido. Putrefacción.
 Ácido.

Tratamiento: Tratamiento con 200 cm³ de gas hidrógeno (T2)

- Olor característico. Ácido fuerte o sulfhídrico.
 Levemente ácido. Putrefacción.
 Ácido.

Tratamiento: Tratamiento con 300 cm³ de gas hidrógeno (T2)

- Olor característico. Ácido fuerte o sulfhídrico.
 Levemente ácido. Putrefacción.
 Ácido.

ANEXO 7. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN FISICOQUÍMICO SEGÚN EL SPSS PARA LA CARNE DE RES.

Tabla 25. Media y desviación estándar de la carne de res

| | | N | Media | Desviación estándar | Error estándar | 95% del intervalo de confianza | | Mínimo | Máximo |
|-----------------------------------|--------------|-----------|---------------|---------------------|----------------|--------------------------------|-----------------|-------------|-------------|
| | | | | | | para la media | | | |
| | | | | | | Límite inferior | Límite superior | | |
| pH inicial de carne de res | T0 | 3 | 5,5233 | ,00577 | ,00333 | 5,5090 | 5,5377 | 5,52 | 5,53 |
| | T1 | 3 | 5,5133 | ,00577 | ,00333 | 5,4990 | 5,5277 | 5,51 | 5,52 |
| | T2 | 3 | 5,5167 | ,00577 | ,00333 | 5,5023 | 5,5310 | 5,51 | 5,52 |
| | T3 | 3 | 5,5133 | ,00577 | ,00333 | 5,4990 | 5,5277 | 5,51 | 5,52 |
| | Total | 12 | 5,5167 | ,00651 | ,00188 | 5,5125 | 5,5208 | 5,51 | 5,53 |
| pH final de carne de res | T0 | 3 | 5,7967 | ,00577 | ,00333 | 5,7823 | 5,8110 | 5,79 | 5,80 |
| | T1 | 3 | 5,7833 | ,01528 | ,00882 | 5,7454 | 5,8213 | 5,77 | 5,80 |
| | T2 | 3 | 5,7933 | ,01528 | ,00882 | 5,7554 | 5,8313 | 5,78 | 5,81 |
| | T3 | 3 | 5,7767 | ,00577 | ,00333 | 5,7623 | 5,7910 | 5,77 | 5,78 |
| | Total | 12 | 5,7875 | ,01288 | ,00372 | 5,7793 | 5,7957 | 5,77 | 5,81 |

Tabla 26. ANOVA

| | | Suma de | gl | Media | F | Sig. |
|-------------------------------|------------------|-----------|----|------------|-------|------|
| | | cuadrados | | cuadrática | | |
| pH inicial de carne de res | Entre grupos | ,000 | 3 | ,000 | 2,000 | ,193 |
| | Dentro de grupos | ,000 | 8 | ,000 | | |
| | Total | ,000 | 11 | | | |
| pH final de carne de res | Entre grupos | ,001 | 3 | ,000 | 1,896 | ,209 |
| | Dentro de grupos | ,001 | 8 | ,000 | | |
| | Total | ,002 | 11 | | | |

Tabla 27. Subconjuntos homogéneos del pH inicial de carne de res.

| pH inicial de carne de res | | |
|----------------------------|---|------------------------------|
| HSD Tukey ^a | | |
| Tratamientos | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |
| | | 1 |
| T1 | 3 | 5,5133 |
| T3 | 3 | 5,5133 |
| T2 | 3 | 5,5167 |
| T0 | 3 | 5,5233 |
| Sig. | | ,225 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

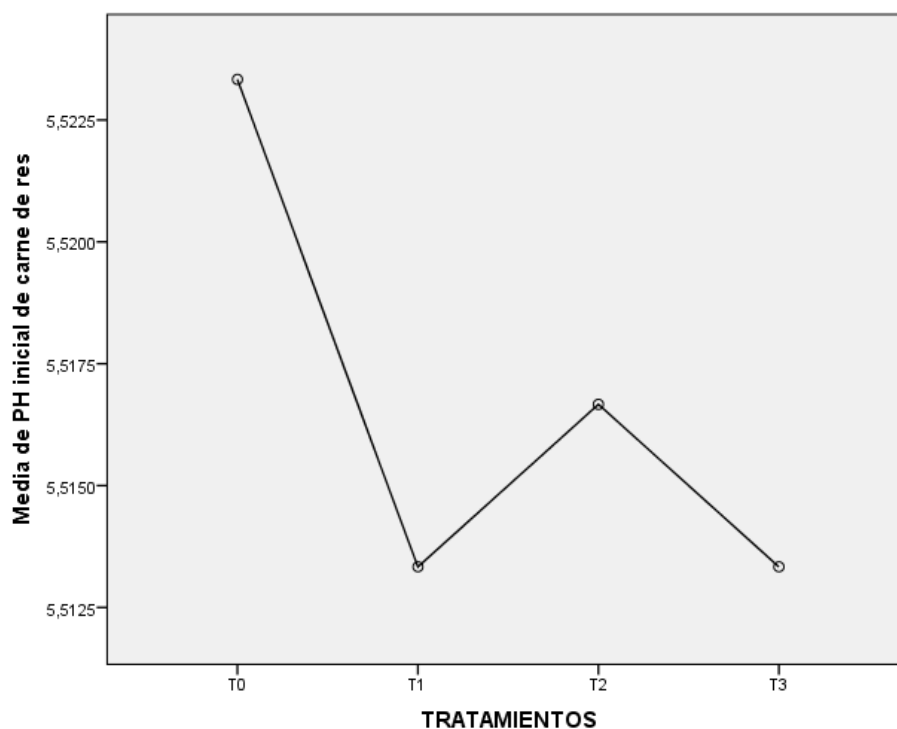


Figura 12. Varianza de pH inicial de carne de res.

Tabla 28. Subconjuntos homogéneos del pH final de carne de res.

| pH final de carne de res | | |
|--------------------------|---|------------------------------|
| HSD Tukey ^a | | |
| TRATAMIENTOS | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |
| | | 1 |
| T3 | 3 | 5,7767 |
| T1 | 3 | 5,7833 |
| T2 | 3 | 5,7933 |
| T0 | 3 | 5,7967 |
| Sig. | | ,225 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

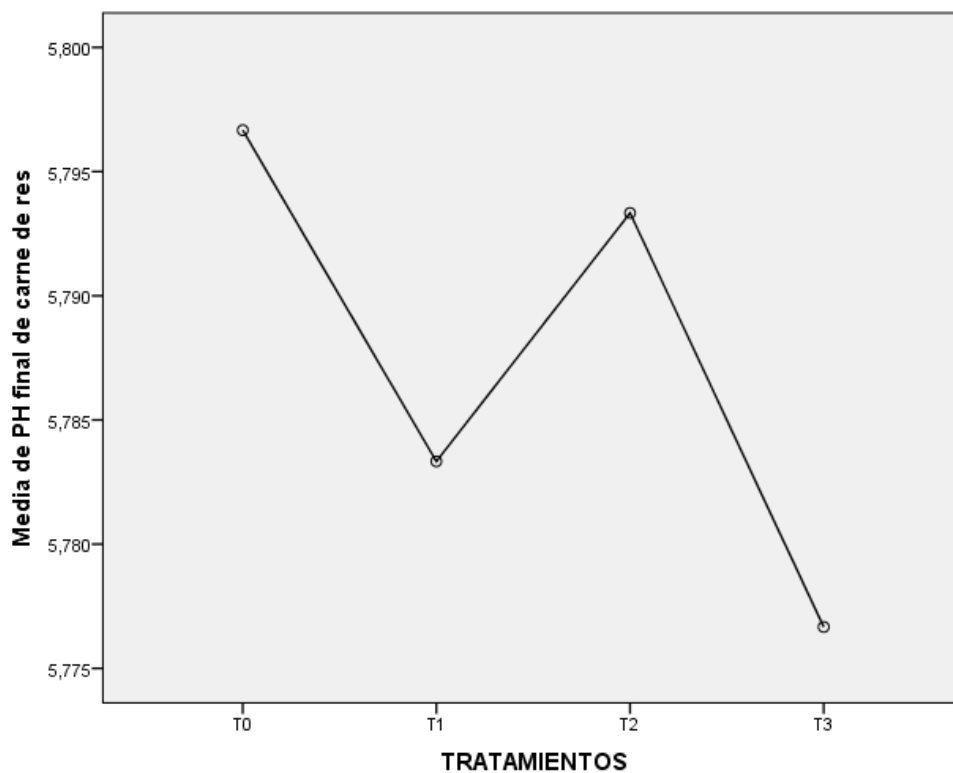


Figura 13. Varianza de pH final de carne de res.

ANEXO 8. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICO SEGÚN EL SPSS PARA LA CARNE DE OVINO.

Tabla 29. Media y desviación estándar de la carne de ovino

| | | N | Media | Desviación estándar | Error estándar | 95% del intervalo de confianza para la media | | Mínimo | Máximo |
|--|--------------|-----------|---------------|---------------------|----------------|--|-----------------|-------------|-------------|
| | | | | | | Límite inferior | Límite superior | | |
| pH inicial de la carne de ovino | T0 | 3 | 5,6433 | ,00577 | ,00333 | 5,6290 | 5,6577 | 5,64 | 5,65 |
| | T1 | 3 | 5,6367 | ,00577 | ,00333 | 5,6223 | 5,6510 | 5,63 | 5,64 |
| | T2 | 3 | 5,6467 | ,00577 | ,00333 | 5,6323 | 5,6610 | 5,64 | 5,65 |
| | T3 | 3 | 5,6467 | ,01155 | ,00667 | 5,6180 | 5,6754 | 5,64 | 5,66 |
| | Total | 12 | 5,6433 | ,00778 | ,00225 | 5,6384 | 5,6483 | 5,63 | 5,66 |
| pH final de la carne de ovino | T0 | 3 | 5,8900 | ,01000 | ,00577 | 5,8652 | 5,9148 | 5,88 | 5,90 |
| | T1 | 3 | 5,8567 | ,00577 | ,00333 | 5,8423 | 5,8710 | 5,85 | 5,86 |
| | T2 | 3 | 5,8700 | ,01000 | ,00577 | 5,8452 | 5,8948 | 5,86 | 5,88 |
| | T3 | 3 | 5,8567 | ,00577 | ,00333 | 5,8423 | 5,8710 | 5,85 | 5,86 |
| | Total | 12 | 5,8683 | ,01586 | ,00458 | 5,8583 | 5,8784 | 5,85 | 5,90 |

Tabla 30. ANOVA

| | | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|---------------------------------|------------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| pH inicial de la carne de ovino | Entre grupos | ,000 | 3 | ,000 | 1,143 | ,389 |
| | Dentro de grupos | ,000 | 8 | ,000 | | |
| | Total | ,001 | 11 | | | |
| pH final de la carne de ovino | Entre grupos | ,002 | 3 | ,001 | 11,167 | ,003 |
| | Dentro de grupos | ,001 | 8 | ,000 | | |
| | Total | ,003 | 11 | | | |

Tabla 30. Subconjuntos homogéneos del pH inicial de la carne de ovino

pH inicial de la carne de ovino

HSD Tukey^a

| TRATAMIENTOS | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |
|--------------|---|------------------------------|
| | | 1 |
| T1 | 3 | 5,6367 |
| T0 | 3 | 5,6433 |
| T2 | 3 | 5,6467 |
| T3 | 3 | 5,6467 |
| Sig. | | ,428 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

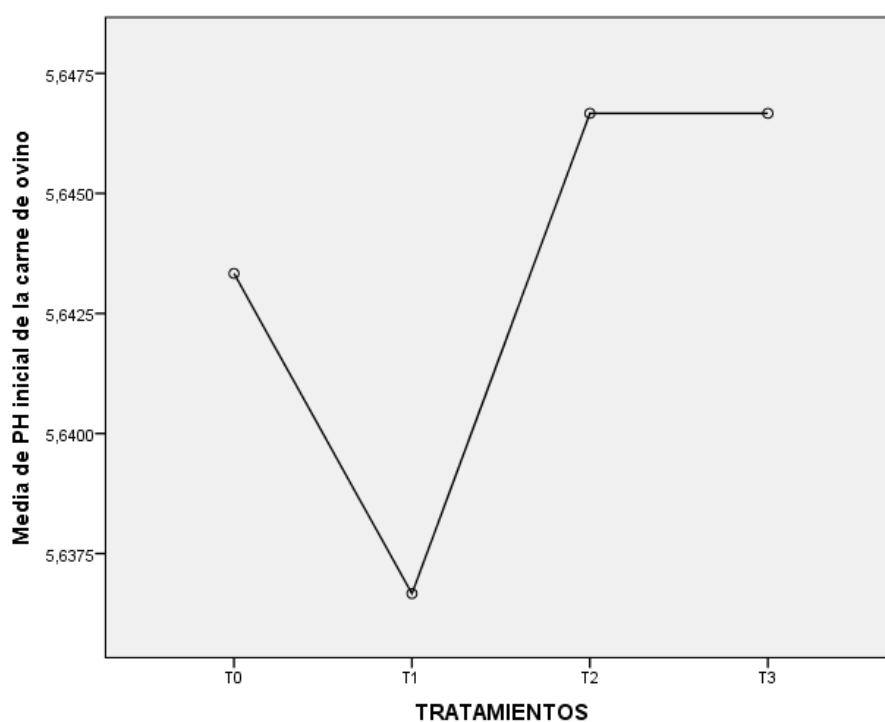


Figura 14. Varianza de pH inicial de la carne de ovino.

Tabla 31. Subconjuntos homogéneos del pH final de la carne de ovino.

| pH final de la carne de ovino | | | |
|--------------------------------------|---|------------------------------|-------------|
| HSD Tukey^a | | | |
| TRATAMIENTOS | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | |
| | | 1 | 2 |
| T1 | 3 | 5,8567 | |
| T3 | 3 | 5,8567 | |
| T2 | 3 | 5,8700 | 5,8700 |
| T0 | 3 | | 5,8900 |
| Sig. | | ,264 | ,067 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

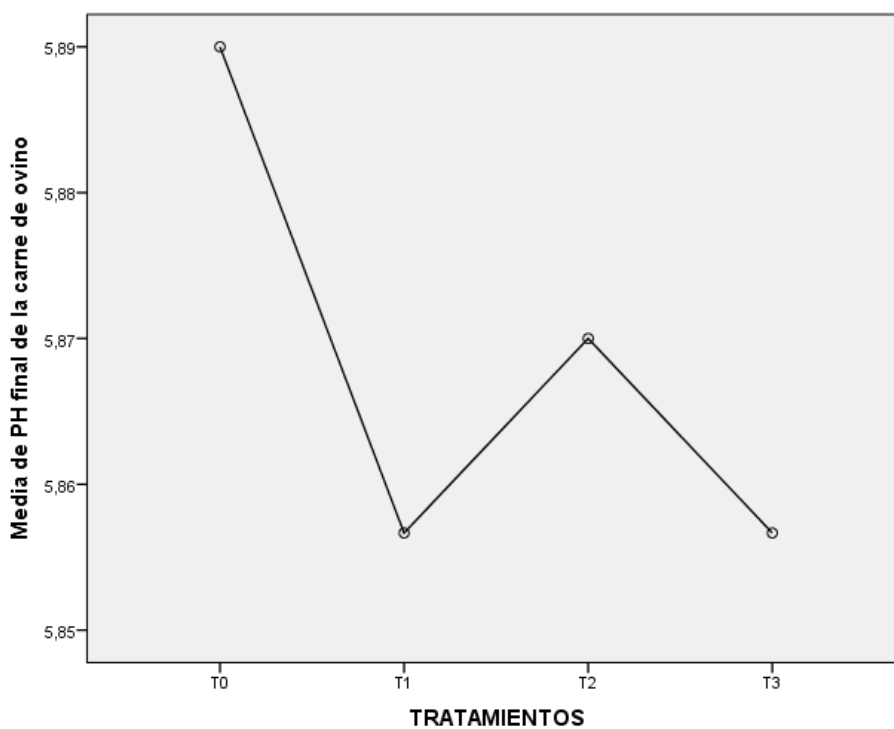


Figura 15. Varianza de pH final de la carne de ovino.

ANEXO 9. TOMAS FOTOGRÁFICAS DEL ACONDICIONAMIENTO, INYECCIÓN DEL GAS HIDRÓGENO EN LA CARNE DE RES Y OVINO Y REFRIGERACIÓN DE LAS MUESTRAS.

Acondicionamiento de la carne de res y ovino.



Quitándolo los tendones, restos de huesos y grasa.



Realizado del corte en cubos de 2 x 2 cm³ aproximadamente.



Pesado de la carne de res y ovino 100 g cada tipo de



Muestras envasadas al vacío

Inyección del gas hidrógeno en la carne de res y ovino y refrigeración.



Inyección del gas hidrógeno según los tratamientos definidos.



Muestras de carne de res y ovino envasadas al vacío con inyección de 100 cm³ gas hidrógeno .



Muestras de carne de res y ovino envasadas al vacío con inyección de 200 cm³ gas hidrógeno .

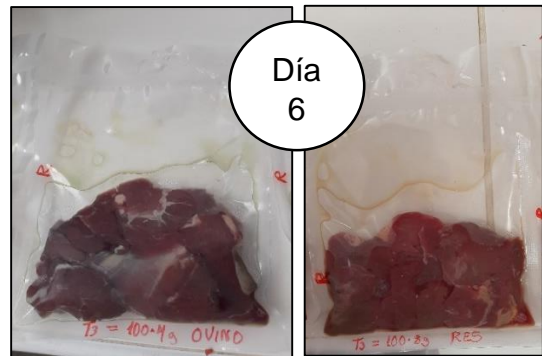


Muestras de carne de res y ovino envasadas al vacío con inyección de 300 cm³ de gas hidrógeno.

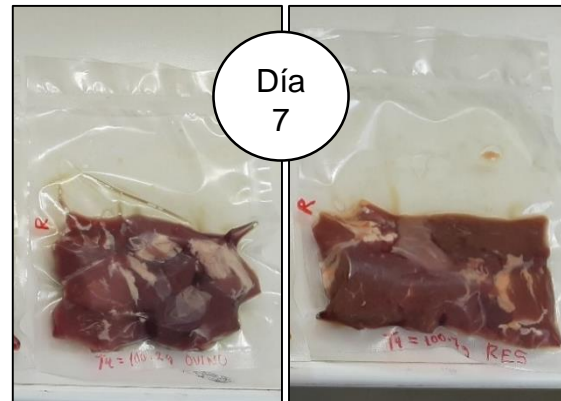


Refrigeración de las muestras a 4 °C.

ANEXO 10. TOMA FOTOGRÁFICA DEL ANÁLISIS ORGANOLÉPTICA.



Carne de res y ovino con 100 cm³ de gas hidrogeno.



Carne de res y ovino con 200 cm³ de gas hidrogeno.



Carne de res y ovino con 300 cm³ de gas hidrogeno.

ANEXO 11. TOMA FOTOGRÁFICA DEL ANALISIS MICROBIOLÓGICO



Mescla de la peptona y agua



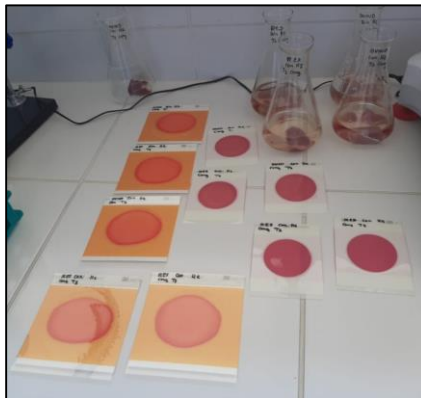
Esterilizado de la peptona



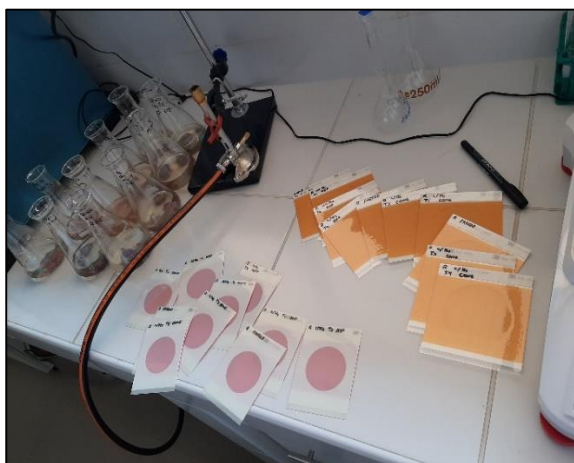
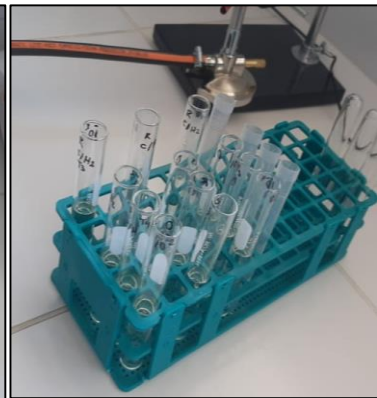
Muestras a analizar



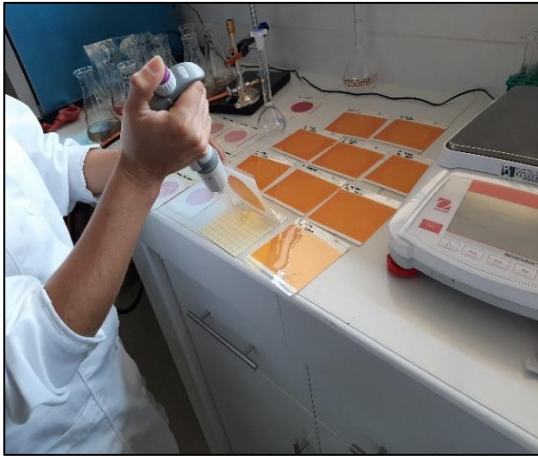
Pesado de la muestra



Diluciones de muestras



Rotulado de muestras



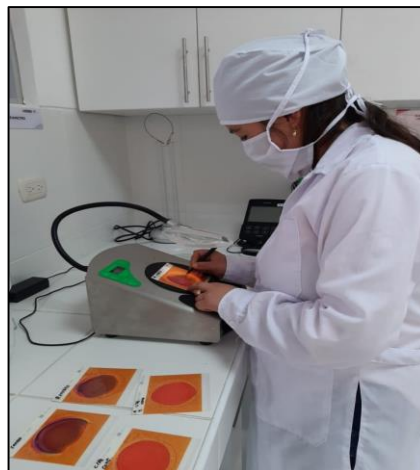
Sembrado



Incubado por 24 horas



Muestras después de 24 horas de incubado



Conteo de microorganismos

ANEXO 12. EQUIPOS



Generador de gas hidrogeno



Balanza



Empacadora al vacio



Refrigerador



Incubadora



Selladora



Autoclave



**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
HUÁNUCO - PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

En la ciudad de Huánuco a los 29 días del mes de diciembre del año 2021, siendo las 17 horas de acuerdo al Reglamento de Grado Académico y Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias y a la directiva de sustentación virtual de tesis, aprobada con Resolución Consejo Universitario N°0970-2020-UNHEVAL, del 29.MAY.2020, se reunieron en la plataforma virtual Cisco Webex de la UNHEVAL los miembros integrantes del Jurado de tesis designados con **Resolución N° 386 -2021-UNHEVAL/FCA-D**, del 15 de Diciembre de.2021, para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis titulada: **“EVALUACIÓN DEL GAS HIDRÓGENO USADO COMO CONSERVANTE EN CARNES DE RES Y OVINO”**, presentado por la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial: **GARGATE MARIÑO GIEZI MARLENI**, bajo el asesoramiento del **Dr. ITALO WILE ALEJOS PATIÑO**.

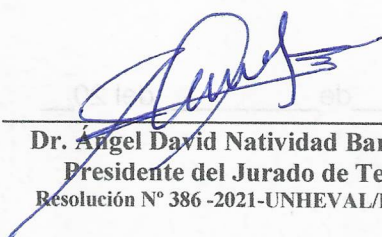
El Jurado de tesis está integrado por los siguientes docentes:

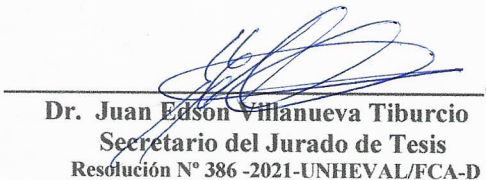
| | |
|---|--------------------|
| Dr. Ángel David Natividad Bardales | Presidente |
| Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio | Secretario |
| Dr. Rubén Max Rojas Portal | Vocal |
| Mg. Fleli Ricardo Jara Claudio | Accesitario |

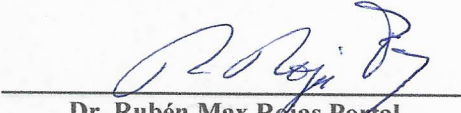
Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: APROBADO Por UNANIMIDAD... con el cuantitativo de 14... y cualitativo de BUENO, quedando la sustentante APTO..... para que se le expida el TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL.

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las 17... horas.

Huánuco, 29 de diciembre del 2021


Dr. Ángel David Natividad Bardales
 Presidente del Jurado de Tesis
 Resolución N° 386 -2021-UNHEVAL/FCA-D



Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio
 Secretario del Jurado de Tesis
 Resolución N° 386 -2021-UNHEVAL/FCA-D


Dr. Rubén Max Rojas Portal
 Vocal del Jurado de Tesis
 Resolución N° 386 -2021-UNHEVAL/FCA-D

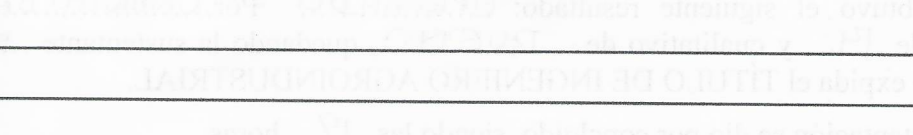
- Deficiente (11, 12, 13) Desaprobado
- Bueno (14, 15, 16) Aprobado
- Muy Bueno (17, 18) Aprobado
- Excelente (19, 20) Aprobado

OBSERVACIONES:


NINGUNO



Dr. Angel David Natividad Bardales
Presidente del Jurado de Tesis
Resolución N° 386 -2021-UNHEVAL/FCA-D



Dr. Juan Edison Villanueva Tiburcio
Secretario del Jurado de Tesis
Resolución N° 386 -2021-UNHEVAL/FCA-D

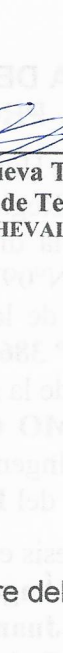


Dr. Rubén Max Rojas Portal
Vocal del Jurado de Tesis
Resolución N° 386 -2021-UNHEVAL/FCA-D


Huánuco, 29 de diciembre del 2021

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES:

Huánuco, _____ de _____ del 20____




Dr. Angel David Natividad Bardales
Presidente del Jurado de Tesis
Resolución N° 386 -2021-UNHEVAL/FCA-D



Dr. Juan Edison Villanueva Tiburcio
Secretario del Jurado de Tesis
Resolución N° 386 -2021-UNHEVAL/FCA-D

PRESIDENTE

SECRETARIO



Dr. Rubén Max Rojas Portal
Vocal del Jurado de Tesis
Resolución N° 386 -2021-UNHEVAL/FCA-D

VOCAL



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
 HUÁNUCO - PERÚ
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
 PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

En la ciudad de Huánuco a los 29 días del mes de diciembre del año 2021, siendo las 17 horas de acuerdo al Reglamento de Grado Académico y Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias y a la directiva de sustentación virtual de tesis, aprobada con Resolución Consejo Universitario N°0970-2020-UNHEVAL, del 29.MAY.2020, se reunieron en la plataforma virtual Cisco Webex de la UNHEVAL los miembros integrantes del Jurado de tesis designados con Resolución N° 386 -2021-UNHEVAL/FCA-D, del 15 de Diciembre de.2021, para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis titulada: "EVALUACIÓN DEL GAS HIDRÓGENO USADO COMO CONSERVANTE EN CARNES DE RES Y OVINO", presentado por la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial: GARGATE MARIÑO SUCY NELLY, bajo el asesoramiento del Dr. ITALO WILE ALEJOS PATIÑO.


El Jurado de tesis está integrado por los siguientes docentes:


| | |
|---|--------------------|
| Dr. Ángel David Natividad Bardales | Presidente |
| Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio | Secretario |
| Dr. Rubén Max Rojas Portal | Vocal |
| Mg. Fleli Ricardo Jara Claudio | Accesitario |

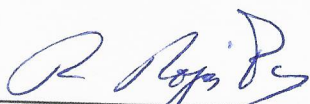
Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: **APROBADO** Por **UNANIMIDAD** con el cuantitativo de **14**... y cualitativo de **BUENO**..., quedando la sustentante **...F.P.T.O....** para que se le expida el TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL.

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las **19**... horas.

Huánuco, 29 de diciembre del 2021


 Dr. Ángel David Natividad Bardales
 Presidente del Jurado de Tesis
 Resolución N° 386 -2021-UNHEVAL/FCA-D


 Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio
 Secretario del Jurado de Tesis
 Resolución N° 386 -2021-UNHEVAL/FCA-D


 Dr. Rubén Max Rojas Portal
 Vocal del Jurado de Tesis
 Resolución N° 386 -2021-UNHEVAL/FCA-D

- Deficiente (11, 12, 13) Desaprobado
- Bueno (14, 15, 16) Aprobado
- Muy Bueno (17, 18) Aprobado
- Excelente (19, 20) Aprobado

OBSERVACIONES:

Ninguno

Dr. Ángel David Natividad Bardales
Presidente del Jurado de Tesis
Resolución N° 386 -2021-UNHEVAL/FCA-D

Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio
Secretario del Jurado de Tesis
Resolución N° 386 -2021-UNHEVAL/FCA-D

Dr. Rubén Max Rojas Portal
Vocal del Jurado de Tesis
Resolución N° 386 -2021-UNHEVAL/FCA-D

Huánuco, 29 de diciembre del 2021

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES:

Huánuco, _____ de _____ del 20__

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL

CONSTANCIA DE EXCLUSIVIDAD N° 66 – 2021 - UNHEVAL-FCA

**CONSTANCIA DE EXCLUSIVIDAD DE
TÍTULO DE PROYECTO DE TESIS**

LA DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:

Hace constar que el Título:

**"EVALUACIÓN DEL GAS HIDRÓGENO USADO COMO CONSERVANTE
EN CARNES DE RES Y OVINO"**

Presentado por: (el), (la) alumno (a); de la Facultad de Ciencias Agrarias,
Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica.

GARGATE MARIÑO, Giezi Marleni y GARGATE MARIÑO, Sucy Nelly.

Tiene la exclusividad del Título por lo que se emite la Constancia para los fines
que corresponde.

Cayhuayna, 30 de noviembre 2021

66

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CONSTANCIA N°
Dr. Antonio S. Cornejo y Maldonado
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN
DE LA F.C.A.

CONSTANCIA DE TURNITIN N° 45 - 2021- UNHEVAL- FCA

**CONSTANCIA DEL PROGRAMA
TURNITIN PARA BORRADOR DE TESIS**

LA DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:

Hace constar que el Título:

**“EVALUACIÓN DEL GAS HIDRÓGENO USADO COMO CONSERVANTE
EN CARNES DE RES Y OVINO”**

Presentado por (el) (la) alumno (a) de la Facultad de Ciencias Agrarias,
Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial

GARGATE MARIÑO, Giezi Marleni y GARGATE MARIÑO, SUCY NELLY

La misma que fue aplicado en el programa: **“turnitin”**

La TESIS; para Revision.pdf, con Fecha: 30 de noviembre del 2021.

Resultado: **27 % de similitud general**, rango considerado: **Apto**, por disposición de la Facultad.

Para lo cual firmo el presente para los fines correspondientes.

Cayhuayna, 30 de noviembre de 2021

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CONSTANCIA N°
Dr. Antonio S. Corripio y Maldonado
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN
DE LA F.C.A.

45

| | | | | | |
|---|--|--|---------|-------|--------|
| UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN |  | REGLAMENTO DE REGISTRO DE TRABAJOS DE INVESTIGACION PARA OPTAR GRADOS ACADEMICOS Y TITULOS PROFECIONALES | | | |
| VIRRECTORADO DE INVESTIGACION | | RESPONSABLES DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNHEVAL | VERSION | FECHA | PAGINA |
| | | OFICINA DE BIBLIOTECA CENTRAL | | | 1 DE 2 |

ANEXO 2

AUTORIZACION PARA PUBLICACION DE TESIS ELECTRONICAS DE PREGRADO

1. IDENTIFICAR PERSONAL (especificar los datos de los autores de la tesis)

Apellido y nombre: GARGATE MARIÑO GIEZI MARLENI, DNI: 48109419, correo electrónico: gargatemar@gmail.com, Teléfono celular: 917 065 041

Apellido y nombre: GARGATE MARIÑO SUCY NELLY, DNI: 47708041, correo electrónico: snelly_gargate@outlook.es, Teléfonos: celular: 921 205 843

2. IDENTIFICACION DE LA TISIS

| |
|--|
| Pregrado |
| Facultad de Ciencia Agrarias E.P. Ingeniería Agroindustrial |

Título Profesional Obtenido:

Ingeniero Agroindustrial

Título De La Tesis: EVALUACIÓN DEL GAS HIDRÓGENO USADO COMO CONSERVANTE EN CARNES DE RES Y OVINO.



VIRRECTORADO DE INVESTIGACION

RESPONSABLES DEL REPOSITORIO
INSTITUCIONAL UNHEVAL

VERSION

FECHA

PAGINA

OFICINA DE BIBLIOTECA CENTRAL

2 DE 2

Tipo de acceso que autoriza(n) el (los) autoridad(es):

| marca "X" | categoría de acceso | descripción del acceso |
|--------------|------------------------|---|
| x | PUBLICO | es público y accesible al documento a texto completo por cualquier tipo de usuario que consulta el repositorio. |
| | RESTRINGIDO | solo permite el acceso al registro del metadato con información básica, mas no al texto completo. |

Al elegir la opción "publico", a través de la presente autorizo o autorizamos de manera gratuita al repositorio institucional – UNHEVAL, a publicar la versión electrónica de esta tesis en el portal webrepositorio.unheval.edu.pe, por un plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita, pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla, siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

En caso haya(n) marcado la opción "restringido" por favor detallar las razones por las que se eligió este tipo de acceso:

Asimismo, pedimos indicar el periodo de tiempo en que la tesis tendría el tipo de acceso público:

- (X) 1 año
 () 2 años
 () 3 años
 () 4 años

Luego del periodo señalado por usted(des), automáticamente la tesis pasara a ser de acceso público.

Fecha de firma: 20/04/2022

Firma del autor y/o autores: